

ИЗ ИСТОРИИ ФИЗИКИ

РУССКИЕ ЭЛЕКТРИКИ XIX ВЕКА

Н. А. Капцов

Первым русским электриком был основоположник русской физики, величайший русский учёный Михаил Васильевич Ломоносов (1711—1765 гг.). Главной его работой в области электрических явлений было предпринятое им изучение атмосферного электричества и электрических действий молнии. Для этой цели Ломоносов, а также его сверстник и друг академик Георг-Вильгельм Рихман (1711—1753 гг.) построили каждый у себя дома по «громовой машине». Такая машина состояла из электрического конденсатора, соединённого с проводом, другой конец которого выходил из здания на двор и был поднят на некоторую высоту при помощи вертикального шеста. Во время грозовых явлений конденсатор заряжался, и из него можно было извлекать рукой искры. Для количественного определения степени зарядки конденсатора Рихман построил электрический измерительный прибор в виде своеобразного электроскопа, допускавшего количественный отсчёт и названного им «электрическим гномоном». Прибор этот состоял из металлической вертикальной линейки, к верхнему концу которой была прикреплена льняная нить, а к нижнему деревянный квадрант с делениями, по которым отсчитывалось большее или меньшее отклонение нити от линейки при зарядке прибора. 26 июля 1753 г., когда Рихман с «гномоном» в руках приблизился во время грозы к своей громовой машине, он был убит ударившей в неё молнией. Опыты Ломоносова и Рихмана, поставленные почти одновременно с опытами Франклина, подтвердили высказанную последним мысль об электрической природе молнии и, кроме того, установили, что электрические заряды имеются в земной атмосфере и могут быть извлечены из воздуха и при отсутствии грозы. В письме к графу Шувалову от 31 мая 1753 г. Ломоносов пишет: «Приметил я у своей громовой машины 25 сего апреля, что без грому и молнии (чтобы слышать или видеть можно) нитка от железного прута отходила и за рукой гонялась и в 28 число того же месяца при прохождении дождевого облака без всякого чувствительного грому и молнии, происходили от громовой машины сильные удары что... ещё нигде не примечено».

Практическим выводом из работ Ломоносова явилось сделанное им предложение об устройстве молниеотводов для защиты не только отдельных зданий, но и более или менее обширной территории. В прочитанной им 26 ноября 1753 г. речи «О явлениях воздушных, от электрической силы происходящих» Ломоносов говорит: «Такие стрелы на местах от обращения человеческого по мере удалённых ставить за бесполезное дело почитаю, дабы ударяющая молния больше на них нежели на головах человеческих и на храминах силы свои изнуряла». В той же речи М. В. Ломоносов излагает первую теорию возникновения атмосферного электричества и, в частности, зарядов грозового облака. Он исходит при этом из предположения об образовании электрических зарядов при трении между восходящими и нисходящими потоками воздуха. Отметим, что современные нам теории грозовых явлений также учитывают это явление, как одну из возможных причин электризации грозовых облаков. В диссертации «Теория электричества, разработанная математическим путём» Ломоносов — противник невесомых флюидов — говорит о роли эфира в электрических явлениях. опережая на целый век идеи Фарадея и Максвелла, Ломоносов угадывает тесную связь электрических и световых явлений, приписывая и те и другие движению эфира, и ставит вопрос о взаимодействии света и электричества.

Современник Ломоносова Франц Ульрих Теодор Эпинус (1724—1802 гг.) принадлежит к числу учёных, приглашённых для работы в Петербургской Академии наук из-за границы. Эпинус переселился в Петербург в 1757 г. В 1759 г. он выпустил в свет существенное по тому времени сочинение (на латинском языке): «Попытка теории электричества и магнетизма». Эпинус отказывается в этой книге от распространённого тогда представления об «истечении» электрической жидкости из заряженного тела, как о причине электрических явлений, и становится в области учения об электричестве на точку зрения действия на расстоянии. О существовании положительных и отрицательных электрических зарядов Эпинус ещё не знает и оперирует в своей теории с «избытком» и «недостатком» электричества в телах.

Первая ионная теория электролитических явлений была предложена в 1805 г. Гротгусом, уроженцем России. Барон Гротгус (1785—1822 гг.) получил высшее образование за границей в период 1803—1803 г., затем жил безвыездно на родине, в Виленской губернии. Ему принадлежит несколько работ в области химии и физической химии. Представление Гротгуса о механизме прохождения электрического тока через электролитические растворы отличается от современных нам представлений: у Гротгуса ионы не передвигаются свободно внутри растворителя, а лишь перескакивают под действием поля от одной соседней молекулы к другой. Распадающиеся и вновь образующиеся нейтральные молекулы образуют непрерывную цепочку, от одного электрода до другого. Освобождающиеся на обоих концах

этой цепочки положительные и отрицательные ионы перескакивают непосредственно на положительный и отрицательный электрод. В 1806 г., когда Гротгус опубликовал свою теорию, атомистика ещё только завоевывала право на существование; законы электролиза ещё не были известны. Поэтому теория Гротгуса была очень смелой и передовой для своего времени. Она продержалась в науке более семидесяти лет, когда на смену ей пришли представления об ионах, лучше отражающие реальную действительность.

После Ломоносова и до тридцатых годов XIX в. наиболее выдающейся фигурой не только среди русских электриков, но и вообще среди русских физиков был Василий Владимирович Петров (19 июня 1761 г. — 22 июля 1834 г.). В. В. Петров был сыном приходского священника в гор. Обоянь Курской губернии. В жизни своей он прошёл длинный путь, начиная от учителя математики и физики в Горном училище в гор. Барнауле (1788 г.) до ординарного академика Петербургской Академии наук (1815 г.) и до почётного академика Военной медико-хирургической Академии (1833 г.). Продвижением на эти высокие научные и преподавательские посты и замечательными успехами своих научных исследований В. В. Петров обязан исключительно своим выдающимся способностям и своим собственным усилиям в самостоятельном овладении физикой и химией.

В. В. Петрову принадлежат многочисленные работы в области химии. Он был сторонником Лавуазье и убеждённым противником теории флогистона. Свои воззрения он блестяще подтвердил экспериментально.

Работы В. В. Петрова по электрофизике протекали в двух направлениях: он изучал условия электризации тел и явления, сопровождающие электрический ток. По первому вопросу он твёрдо установил, что провозглашённого в своё время Гильбертом коренного различия между металлами и другими телами в отношении электризации трением в самой природе этих тел не существует. Надо только чрезвычайно тщательно изолировать металлическое тело от земли и само трение производить соответствующим образом. Сомнения в правильности предложенного Гильбертом разделения всех тел природы на «электрические» (электризующиеся трением) и «неэлектрические» высказывались и раньше Петрова, но результаты опытов различных исследователей, пытавшихся электризовать металлы трением, были противоречивы и причины этих противоречий непонятны. Тщательные опыты Петрова выяснили все недоразумения.

Для исследования электрического тока В. В. Петров тотчас же после получения им известия об открытии «гальванических» явлений и построения «вольтова столба» соорудил, как он выражается во второй из выпущенных им трёх книг*), «огромную наипаче батарею»

* 1) «Собрание физико-химических новых опытов и наблюдений Василия Петрова, профессора физики при Академиях Санкт-Петербургско

из 4200 цинковых и стольких же медных кружков. Начав с опытов разложения воды электрическим током, Петров обнаружил затем ряд «светоносных явлений» между угольными электродами, соединёнными с полюсами его батареи и опущенными в различные масла. Это побудило его исследовать, что произойдёт между такими же электродами, помещёнными в воздухе, если их сблизить между собой, и привело его к открытию «вольтовой дуги» на несколько лет раньше, чем это явление наблюдал английский физик Деви. «Если, — говорит Петров, — на стеклянную пластинку или на скамеечку со стеклянными ножками будут положены два или три древесных угля, способных для произведения светоносных явлений посредством гальвани-вольтовой жидкости *), и если потом металлическими изолированными направителями («directores»), сообщёнными с обоими полюсами огромной батареи, приближены один к другому на расстояние от одной до трёх линий, то является между ними весьма яркий белого цвета свет или пламя, от которого оные угли скорее или медлительнее загораются и от которого тёмный покой довольно ясно освещён быть может». Последние слова Петрова — первое по времени указание, первая высказанная идея о возможности применения электрического тока для освещения. Придерживаясь основного направления своей научной работы — исследования процессов горения, В. В. Петров, открыв явление электрической дуги, тут же переходит к изучению того, как ведут себя и как горят в этой дуге различные тела (олово, серебро, золото, цинк, ртуть, горючие газовые смеси, порох, спирт, эфиры, масла и т. д.). «Напоследок, — говорит Петров, — посредством огня, сопровождающего течение

Медико-хирургической и Свободных художеств. Часть первая». В Санкт-Петербурге, в типографии Государственной медицинской коллегии, 1801 года.

2) „Известие о гальвани-вольтовых опытах, которые производил профессор физики Василий Петров посредством огромной наипаче батареи, состоявшей иногда из 4200 медных и цинковых кружков, и находящейся при Санкт-Петербургской Медико-хирургической Академии“. В Санкт-Петербурге в типографии Государственной медицинской коллегии, 1803 года.

3) „Новые электрические опыты профессора физики Василия Петрова, который оными доказывает, что изолированные металлы и люди и премногия только нагретые тела могут соделываться электрическими от трения, наипаче же стегания их шерстью выделанных до нарочитой мягкости мехов и некоторыми другими телами; также особливые опыты, деланные различными способами для открытия причины электрических явлений“. В Санкт-Петербурге в Медицинской типографии, 1804 года.

*) В. В. Петров представлял себе электрический ток как движение особой „гальвани-вольтовой“ жидкости, текущей по металлическому проводнику. Изливаясь в пространство между концами двух проводников, эта жидкость могла, по его мнению, участвовать в химических реакциях. Это видно, например, из заголовка III главы указанной выше его книги „О разрешении воды, алкоголя и выжатых масел посредством металлов, некоторых других тел и гальвани-вольтовой жидкости“. Последняя поставлена здесь в одном ряду с металлами и некоторыми другими телами, как будто речь идёт об обыкновенном химическом теле и об обычном химическом взаимодействии.

гальвани-вольтовой жидкости при употреблении огромной батареи, пытал я превращать красные свинцовый и ртутный, а также сероватый оловянный оксиды в металлический вид; следствия же тех опытов были такие, что упомянутые оксиды, смешанные с порошком древесных углей, салом и выжатыми маслами, при сгорании сих горючих тел иногда с пламенем принимали настоящий металлический вид». Таким образом, профессор физики Петров первый показал возможность применения электрического тока, в частности, электрической дуги, в металлургии. Его опыты являются идейным началом электрометаллургии. Самое название «вольтова дуга» давно пора заменить названием «дуга Петрова», тем более, что Вольта никакого прямого отношения к открытию электрической дуги не имел. Тот чрезвычайно большой интерес, который В. В. Петров проявлял к явлениям горения, однако не заслонял собой в его сознании других существенных вопросов, стоявших тогда перед передовыми физиками. В конце второй своей книги Петров ставит вопрос о том, представляют ли собой «гальванические токи», получаемые им при помощи его батареи, и «электрические токи», наблюдавшиеся при опытах с электростатическими машинами, одно и то же физическое явление? Сопоставляя ряд экспериментальных данных, Петров приходит к выводу, что эти данные «доселе ещё показывают большее или меньшее различие между действиями гальвани-вольтовой и электрической жидкости». Эти различия происходили от больших напряжений и малых количеств протекающего электричества в «электрических» опытах и, наоборот, сравнительно малых напряжений и больших количеств электрических зарядов, участвующих в гальванических опытах. Знать этого Петров в 1803 г., конечно, ещё не мог. Но примечательно, что он ставит самый вопрос и то сомнение в различии физической сущности «электрических» и «гальванических» явлений, которое сквозит в приведённой выше цитате в слове «доселе».

Из более поздних работ В. В. Петрова большого внимания заслуживают его исследования над свечением тел в различных условиях. Ему удалось экспериментально установить грань между свечением тел при наличии химической реакции (окисление фосфора, гниение остатков органических тел и т. п.) и явлениями фосфоресценции. Петров подробно исследовал свечение различных образцов исландского шпата, представителя «фосфоров из царства ископаемых», как он выражается, противопоставляя способные к фосфоресценции кристаллы светящимся гнилушкам.

Большинство работ В. В. Петрова, несомненно, могло и должно было бы сыграть большую роль в развитии науки и техники в мировом масштабе. Но за границей эти работы остались неизвестными, а в России по целому ряду причин работы Петрова скоро были забыты. Обнаружение их в более позднее время явилось настоящим открытием.

Первым электротехником-изобретателем, положившим начало практическому применению электрического тока в России, был млад-

ший современник В. В. Петрова Павел Львович Шиллинг фон Каннштадт (1786—1837 гг.). П. Л. Шиллинг родился в гор. Ревеле, происходил из старинного дворянского рода, участвовал в Отечественной войне 1812 г. в качестве офицера. Ему принадлежит изобретение и осуществление первого практически приемлемого электромагнитного телеграфа на несколько лет раньше, чем это было сделано Гауссом и Вебером. В 1832 г. телеграф Шиллинга работал в Петербурге между Зимним дворцом и зданием Министерства путей сообщения. Передача сигналов в телеграфе Шиллинга производилась при помощи шестнадцати клавиш, управлявших токами в шести проводах. Эти провода Шиллинг прокладывал под землёй, обмотав каждый провод бумажной пряжей и поместив все шесть вместе в стеклянные трубки с резиновыми муфтами. Таким образом, его следует считать также изобретателем подземного кабеля. В 1836 г. он произвёл удачные опыты телеграфирования по кабелю, изолированному каучуком и опущенному в воду. Ему принадлежат также опыты по взрыванию мин при помощи электрического тока (1822 г.).

Когда В. В. Петрову в 1833 г. из-за серьёзной болезни глаз пришлось оставить работу в Петербургской Академии наук, физический кабинет Академии, поднятый Петровым в своё время на большую высоту, перешёл в ведение ещё молодого тогда физика, но уже имевшего звание экстраординарного академика Эмиля Христиановича Ленца (19 февраля н. ст. 1804 г.—29 января 1865 г.).

Ленц родился в гор. Юрьеве (ныне Тарту), окончил Юрьевский университет и свою научную деятельность начал в области физической географии, приняв участие в кругосветном плавании в качестве физика. Около 1830 г. Ленц был приглашён адъюнктом в Петербургскую Академию наук, поселился в Петербурге, и от вопросов физической географии перешёл к работам по электромагнетизму. В 1834 г. он был избран ординарным академиком, с 1836 г., кроме того, получил кафедру физики и физической географии в Петербургском университете и возглавлял эту кафедру в течение 29 лет, до самой своей смерти. Его работы в области физики были широко известны в Европе. Большая их значимость и высокие научные достоинства привели к тому, что академик Ленц занимает видное место в истории развития науки.

Для того чтобы оценить по достоинству всё сделанное Ленцем в области электромагнетизма, необходимо представить себе состояние этого вопроса в то время, когда Ленц в 1832 г. начал свои работы. Явление индукции было только что открыто Фарадеем. Открытие Эрстедом действия тока на магнитную стрелку и открытие Ампером пондеромоторного взаимодействия токов имели лишь двенадцатилетнюю давность. Понятия об электрическом сопротивлении и об электропроводности тел были ещё весьма смутны. Закон Ома, установленный последним в 1826—1827 гг., многими физиками

ещё не был признан как основной, общий для всех случаев, закон электрического тока. К сомнениям об единой сущности «гальванических» и «электрических» явлений прибавились вопросы об единстве природы как токов индукционных и гальванических, так и токов, генерируемых различными гальваническими элементами. Неправильно поставленные или неправильно истолкованные опыты, казалось, говорили за то, что специфические действия различных токов различны.

Так, например, кратковременные прерывистые индукционные токи не могли сообщать магнитной стрелке такого же постоянного отклонения, как токи от гальванических элементов; при их посредстве не удавалось осуществить в чистом виде явления электролиза и т. д. В оптике преобладание светового, теплового или химического действия излучения различных источников света ошибочно, но уверенно приписывали не составу излучения, а природе самого источника света. Это представление переносили на источники электрического тока и причину якобы различных свойств токов разного происхождения искали в различной природе источников тока. Делать в этой обстановке широкие обобщения и устанавливать общие законы электромагнитных явлений независимо от природы как источников, так и проводников тока было смелым и трудным делом. Великая заслуга Э. Х. Ленца перед мировой наукой заключается в том, что, несмотря на все распространённые тогда среди физиков сомнения и ошибочные взгляды, несмотря на все приведённые в литературе противоречивые опытные данные, он пришёл путём глубокого анализа каждого отдельного случая к правильной оценке имевшегося экспериментального материала и всецело проникся идеей об единой природе электрического тока. В своей первой работе по электромагнетизму, доложенной Петербургской Академии в 1832 г., Ленц показал путём опытов, поставленных и выполненных превосходно не только по масштабам того времени, что сила индукционного тока количественно точно определяется теми же величинами, теми же условиями и тем же универсальным законом Ома, как и сила любого другого тока. Издатель «Анналов физики и химии» Поггендорф задержал напечатание статьи Ленца в своём журнале на целых два года — столь неожиданными показались ему результаты, полученные Ленцем. Вторым шагом Ленца явилось установление известного «правила Ленца», которым он существенно дополнил законы электромагнитной индукции Фарадея.

При выводе этого закона Ленц исходил из сопоставления явлений возникновения тока при движении проводника в магнитном поле — магнито-электрические явления — с пондеромоторными силами, действующими на покоящийся в магнитном поле проводник при наличии в нём тока. Интересно, что из того же сопоставления исходил и физик Ричи. Но последний на основании, якобы, закона равенства действия и противодействия пришёл к диаметрально противоположному выводу. Статья Ричи напечатана в том же томе Анналов, что и

статья Ленца. В редакционном примечании Поггендорф отдаёт предпочтение заключению Ленца. Сам Ленц показывает справедливость своего правила, перечисляя длинный ряд экспериментов как чужих, так и собственных. Интересна та очень ясная и краткая вторая формулировка правила Ленца, которую он даёт в одной из своих последующих статей: «Каждый электромагнитный опыт может быть обращён таким образом, что он приведёт к соответствующему магнито-электрическому опыту. Для этого нужно только сообщить проводнику гальванического тока каким-либо иным способом то движение, которое он совершает в случае электромагнитного опыта, и тогда в нём возникает ток направления противоположного направлению тока в электромагнитном опыте». Для того чтобы сделать правильный вывод из сопоставления магнито-электрических и электромагнитных явлений, Э. Х. Ленц, как указывает в посвящённой ему статье покойный В. К. Лебединский, должен был иметь может быть и не отчётливо выраженные, но правильные по существу представления о превращениях энергии и её сохранении. Борьбу за единую природу электрического тока Ленц продолжал и в последующих своих работах.

Э. Х. Ленц установил параллельно с Джоулем, но с гораздо большей точностью и убедительностью, закон, выражающий количество тепла, выделяемого при прохождении электрического тока через какой-либо проводник, — закон Джоуля-Ленца.

Побуждаемый к тому запросами практической электротехники, Ленц совместно с Б. С. Якоби разработал теорию электромагнитов. Ленц значительно продвинул вперёд теорию магнито-электрических машин. Он ввёл представление о самоиндукции якоря и положил этим начало существенному в технике учению так называемой «реакции якоря» электрической машины. Практическим следствием работ Ленца в этом направлении было указание на необходимость изменить принятое раньше расположение коллекторных щёток машины. Совместные работы Ленца и Якоби по исследованию наиболее выгоднейшей конструкции электромагнитов положили начало изучению явления намагничивания железа.

О значимости работ Ленца в области электро-магнетизма В. К. Лебединский в статье, посвящённой сорокалетию со дня смерти Ленца, говорит: «Работы Ленца не случайные бессвязные опыты. Они раскрывают, одно за другим, цепь понятий, начиная с простейших. Автор как будто знает, к какому результату приведёт эта цепь, хотя и не высказывает этого. Напрашивается невольное сравнение с бессмертным Фарадеем. Опыты этих двух физиков раскрыли явление индукции, и в то время, как теории Ампера и Вебера заменяются новыми, истинные опыты Фарадея и Ленца останутся навсегда...». С этой оценкой трудно не согласиться.

В тесном контакте с работой Э. Х. Ленца протекала и работа его современника Бориса Семёновича Якоби (9 сентября

1801 г. — 27 марта 1874 г.). Якоби, брат известного математика Якоби, был уроженцем гор. Потсдама. Его специальностью первоначально была архитектура, но он быстро переключился на работу в области физики и электротехники и поставил перед собой задачу построить электродвигатель. В 1835 г. он был приглашен в Юрьевский университет для занятия кафедры архитектуры и принял русское подданство. С тех пор он до самой своей смерти, в течение тридцати девяти лет, непрерывно работал в России и приложил все свои силы и знания на служение русской науке и русской промышленности. В лице Б. С. Якоби мы имеем редкое сочетание видного учёного и талантливого изобретателя. Приехав в Юрьев, он продолжал работать над электродвигателем.

В 1837 г. в Петербурге была организована специальная комиссия для решения вопроса о применении электрического тока для приведения в движение судов морского флота. В эту комиссию были приглашены Ленц, а также Якоби, уже достигший к этому времени определённых успехов. Якоби переехал в Петербург. Работая в контакте с Ленцем, он построил в 1839 г. электродвигатель, приводивший в движение на Неве, против течения реки, большую лодку на 14 человек, и питавшийся от батареи гальванических элементов. В отличие от предлагавшихся до этого времени типов электрических двигателей, изобретатели которых стремились имитировать поступательное движение поршня паровой машины, Якоби первый применил принцип вращательного движения якоря электродвигателя. Якоби дал и первую теорию электромагнитных двигателей. Он показал, что на эти двигатели распространяется общий для механических двигателей закон: что можно выиграть в скорости двигателя, при том или ином изменении конструкции машины, то будет потеряно в силе, и наоборот. Этим он устранил ряд неверных представлений и несбыточных надежд, которые в то время, когда закон сохранения энергии ещё не был ясно сформулирован, многие возлагали на «электрические машины»,

Сам Якоби указывает на совпадение выведенного им выражения для теоретического максимума работы, которую можно получить от электромагнитной машины, с выражением для количества тепла, развиваемого по закону Джоуля-Ленца в проводнике, при прохождении через него тока той же силы и при том же напряжении между концами этого проводника, но никак не объясняет смысл этого совпадения. Якоби убедился, что получение механической работы при помощи гальванических элементов и электродвигателя обходилось в 12 раз дороже, чем применение паровой машины. Поэтому в последующие годы он перестал интересоваться электродвигателями.

Во время изучения элемента Даниеля, как одного из источников для питания электродвигателей током, Б. С. Якоби пришёл к изобретению — или, как восторженно выражаются его современники, к «открытию» гальванопластики. Благодаря большой настойчивости

и энергии, проявленным Якоби, гальванопластика вскоре нашла серьёзное и широкое применение в деле изготовления точных и вполне идентичных друг другу клише при печатании денег в Экспедиции изготовления государственных бумаг, а затем в копировании и изготовлении художественных металлических изделий в созданной под руководством Якоби большой гальванопластической мастерской герцога Лихтенбергского. Одновременно в той же мастерской были заложены основы и гальваностегии (омеднение, серебрение, золочение и т. д. металлических листов). Изобретение Якоби было приобретено, с выдачей ему вместо патента 25 000 рублей, русским правительством «для всеобщего обнародования на пользу всей империи, а если угодно, то и для пользы всего света». В связи с этим Б. С. Якоби в 1840 г. выпустил книгу «Гальванопластика или способ по данным образцам производить медные изделия из медных растворов помощью гальванизма». Но наибольший триумф Якоби как изобретатель гальванопластики испытал в 1867 г. на Парижской выставке. Гальванопластические как русские, так и иностранные изделия были там чрезвычайно богато представлены, а Якоби за изобретение гальванопластики была присуждена золотая медаль, и, таким образом, его приоритет был признан в международном масштабе. Якоби усовершенствовал способ зажигания мин электрическим током и руководил применением предложенного им метода при защите Кронштадтской крепости во время войны 1854—1855 гг. Он явился преемником Шиллинга также и в области телеграфии. Он не только создал аппарат, представлявший собой прототип пишущего аппарата Морзе, но и дошёл до осуществления буквопечатающего телеграфного аппарата. В области научного исследования Б. С. Якоби известен своими работами по методам точного измерения электрических величин. В 1839 г. он экспериментально, весьма тщательно и в широких пределах, подтвердил строгую пропорциональность электромагнитного и электролитического действия электрического тока. Ему принадлежит усовершенствование вольтметров. Применяемый ныне метод осаждения в вольтметре серебра из раствора азотнокислого серебра предложен Якоби.

Ему принадлежит также изобретение специальных приборов «вольтагометров» для введения в электрическую цепь строго определённого сопротивления. Наконец, он создал свой собственный эталон электрического сопротивления и разослал его копии многим физикам, для того чтобы производимые ими электрические измерения можно было сравнивать между собой. В 1852 г. Вебер определил величину эталона сопротивления Якоби в абсолютных единицах. Б. С. Якоби был представителем России в Международной комиссии по установлению единства мер и весов и был избран председателем этой комиссии. В 1838 г. Б. С. Якоби был избран членом-корреспондентом Петербургской Академии наук, в 1840 г. утверждён адъюнктом, в 1842 г. — экстраординарным академиком. В 1865 г.

Якоби получил звание ординарного академика и занял в Академии пост, освободившийся после смерти, в том году, Ленца.

Целых семьдесят лет после того как профессор физики В. В. Петров высказал мысль, что при помощи открытой им электрической дуги «тёмный покой довольно ясно освещён быть может», электрическое освещение при помощи дуги Петрова всё ещё представляло собой лишь дорогую эффектную игрушку и применялось только в торжественных случаях наравне с фейерверками или в театрах для создания «электрических солнц» и других сценических эффектов. Лишь изредка применение дуги Петрова для освещения находило более серьёзное применение там, где большие расходы и необходимость постоянного наблюдения за «электрическими горелками» и за регуляторами расстояния между углями дуги искупалось практическими результатами работ, производимых при ярком освещении больших рабочих площадей в ночное время. Другой способ электрического освещения — при помощи накаливания твёрдых тел током — не выходил из стадии чисто лабораторных малоуспешных опытов.

К этому раннему периоду относится деятельность русского электротехника, преподавателя физики Павловского кадетского корпуса Александра Ильича Шпаковского. Шпаковский руководил иллюминацией в 1856 г. Эта иллюминация произвела очень сильное впечатление на тогда совсем юного мальчика, а впоследствии видного электротехника В. Н. Чиколева и зародила в нём энтузиазм к электрическому освещению. Шпаковский изобрёл также свой собственный тип регулятора электрической дуги, нашедший применение во время торжественной иллюминации Кремля в 1866 г. и описанный в одном из зарубежных журналов. Чтобы удешевить применение дуги для освещения, начали выпускать динамомашинны для генерации электрического тока. Эти машины так и называли «световыми машинами». Но практическому применению электрического освещения в сколько-нибудь широком масштабе всё ещё мешало несовершенство регуляторов дуги, требовавших постоянного вмешательства руки человека; кроме того, от каждой «световой машины» можно было питать только одну дугу. При параллельном включении «горелок» зажигалась всегда только одна — та, в которой разрядный промежуток имел наименьший потенциал зажигания. При последовательном включении работа каждого регулятора мешала работе других; в результате некоторые пары углей смыкались до соприкосновения, другие расходились и вызывали разрыв дуги и прекращение тока в цепи. Применение отдельной маленькой «световой машины» для каждой горелки было неудобно и дорого.

Перед электриками того времени стояли три неразрешённые задачи: 1) найти надёжный метод сохранения постоянного расстояния между углями дуги, 2) добиться разделения или «дробления» электрического света, производимого током от одной большой «световой

машины», 3) добиться такого устройства, чтобы при применении для освещения простого накаливания твёрдых тел эти тела не сгорали бы или не разрушались бы в течение достаточно долгого промежутка времени.

Лишь в семидесятых годах прошлого века трое русских людей, русских электриков-изобретателей — Яблочков, Лодыгин и Чиколев — почти в одно и то же время, но каждый по-своему решили все эти три задачи. Они сделали электрическое освещение доступным для применения на практике, а среди них Яблочков довёл свою «свечу» и свою систему освещения до широкого применения в европейском масштабе.

Александр Николаевич Лодыгин (1847—1923 гг.) первый вынес лампы накаливания из тиши научной лаборатории на улицу и первый осуществил «дробление» света при помощи этих ламп.]

А. Н. Лодыгин окончил Московское юнкерское училище. Получив первый офицерский чин, он вышел в отставку и поступил студентом на физико-математический факультет Петербургского университета. Наблюдая при каком-то случае световую проекцию электрической дуги на экран, Лодыгин убедился, что излучаемый свет исходит главным образом от раскалённых концов углей, а излучение воздуха в самой дуге значительно слабее. Кроме того, в те времена было принято думать, что в электрической дуге возникает электродвижущая сила направления, противоположного направлению тока. Лодыгину казалось, что на преодоление этой «поляризации» тратится добавочное количество энергии. «Поэтому, — писал Лодыгин впоследствии, — мне пришла в голову мысль заместить вольтову дугу угольным цилиндром, который, будучи накалён током, давал бы свет, не производя поляризации. Таким образом, от двух угольных полюсов, соединённых дугой, я пришёл к одному тонкому углю, не представляющему перерывов». Для разработки и испытания ламп, а в дальнейшем для их производства, требовались деньги. Лодыгин находит предприимчивых людей, сколачивает небольшие средства и организует в Петербурге «Товарищество Электрического Освещения. Лодыгин и К^о» с капиталом всего в 10 000 рублей. Для организации «Товарищества» ему пришлось, согласно университетским правилам, покинуть университет. Свои первые, созданные «Товариществом», далеко ещё не совершенные лампы Лодыгин демонстрировал широкой публике, ярко осветив в один из тёмных осенних вечеров 1873 г. одну из улиц на Песках в Петербурге. Демонстрация имела большой успех. Её результаты сулили радужные перспективы для нового источника света, и эта дата считается датой рождения лампы накаливания. Однако внедрить на практике освещение созданными им тогда лампами Лодыгину не удалось. Первые лампы были очень недолговечны, а у «Товарищества» нехватило средств, чтобы довести техническую разработку идеи Лодыгина до конца.

А. Н. Лодыгин первоначально предполагал устранить перегорание накаливаемого в воздухе угля, поместив угольный штабик, зажатый между двумя металлическими проводниками в герметически закупоренную стеклянную колбу. Он предполагал, что после израсходования всего кислорода, заключённого в колбе, разрушение угольного штабика прекратится. Но добиться герметизации колбы долгое время не удавалось. В 1875 г. был сконструирован новый, более совершенный вид лампы. В этих лампах, путём откачки насосом, было создано «безвоздушное пространство». На случай перегорания имелось по несколько автоматически включавшихся запасных угольных стерженьков. Посредством трёх таких ламп, запатентованных под названием «лампы Кона» (по имени лица, стоявшего тогда во главе «Товарищества» и энергично поддерживавшего его работу), в течение января и февраля 1875 г. был произведён удачный опыт длительного освещения в одном из шикарных магазинов Петербурга. О другом типе ламп Лодыгина читаем у М. А. Шателена: «В этой лампе Лодыгина впервые были применены накаливаемые стерженьки не из ретортного угля, но из обугленных прокаливанием в угольном порошке с малым доступом воздуха штифтов с головками, изготовленных из различных пород дерева. Эта идея получения органических веществ (дерева, растительных волокон и т. п.) в тиглях при малом доступе воздуха была впоследствии применена почти всеми изобретателями ламп накаливания, в том числе и Эдисоном». Вопрос взаимоотношений изобретений Лодыгина и Эдисона очень интересен. Известно, что одно из близких к «Товариществу Лодыгин и К^о» лиц, лейтенант военно-морского флота Хотинский, командированный в семидесятых годах в Америку, взял с собой несколько ламп Лодыгина и показал их Эдисону. Существует мнение, что успехи Лодыгина побудили Эдисона усиленно продолжать работу над лампами накаливания, в частности над лампами с угольной нитью в вакууме. «Конечно, трудно установить, — говорит М. А. Шателен, — насколько это обстоятельство имело влияние на изобретение Эдисона, но что изобретение Лодыгина было известно в Америке, явствует из того, что когда возник в американском суде процесс между Эдисоном и Сваном, суд аннулировал привилегии обоих названных изобретателей, мотивируя своё постановление существованием ламп Лодыгина».

В 1875 г. финансовые дела «Товарищества» стали настолько плохи, что А. Н. Лодыгин был принуждён поступить слесарем-инструментальщиком в Петербургский арсенал. С 1876 по 1878 г. он работал инженером на металлургическом заводе, а с 1878 по 1884 г. в мастерской «Товарищества Яблочков и К^о», занимавшегося внедрением в России электрического освещения по способу Яблочкова. В 1884 г. Лодыгин был приглашён инженером на ламповый завод компании Эдисона в Париже. Работая на заводе, он в то же время успешно продолжал и собственные работы над усовершенствованием

ламп накаливания. В 1890 г. он запатентовал в Америке применение в лампах накаливания нитей из тугоплавких металлов, в том числе молибдена и вольфрама, помещённых в вакууме. В 1888 г. А. Н. Лодыгин переехал из Франции в Америку для участия по предложению фирмы Вестингауз в постройке лампового завода. На этом заводе он проработал до 1894 г. В 1898—1899 гг. он работает на автомобильных заводах в Париже. Годы с 1900 по 1905 он снова проводит в Америке, работая здесь в различных областях техники: изготовление вагонов из прессованной стали, изготовление аккумуляторов, постройка метро в Нью-Йорке, изготовление электрического кабеля.

В 1906 г. Лодыгин одержал вторую победу над Эдисоном. Наиболее крупная американская фирма по изготовлению ламп накаливания, а впоследствии и других электровакуумных приборов General Electric Co. приобрела его патент 1890 г. на лампы с металлическими нитями и осуществила широкое практическое применение этого нового изобретения Лодыгина. Таким образом, современные лампы накаливания, доведённые до высокого совершенства Лангмюром и другими, берут своё начало от ламп Лодыгина. В том же 1906 г. А. Н. Лодыгин приехал в Россию, где он надеялся применить с пользой для родины свои всё ещё бодрые силы и свой огромный теперь технический и жизненный опыт. Но в России и на этот раз также недооценили А. Н. Лодыгина, как и 32 года назад не оказали нужной поддержки его начинаниям. Лодыгину была предложена лишь должность заведующего подстанциями петербургского трамвая, обрекавшая его на чисто административную работу. Тогда Лодыгин вновь уехал в Америку и провёл там остаток своих дней. Об этом периоде его деятельности имеются данные о постройке им завода для обработки ферровольфрама, феррохрома и феррокремния; известно также, что он занимался разработкой электрических печей различных типов, в том числе индукционных. Им получены патенты на электрические печи: для плавки металлов, для плавки мелинита, для плавки руд, для нагрева металлических бандажей при насадке их на колёса, для закалки и отжига орудийных колец, для добывания фосфора и аморфного кремния.

2 ноября 1923 г. Русское техническое общество устроило торжественное собрание в честь пятидесятилетия со дня изобретения А. Н. Лодыгиным лампы накаливания. Случилось так, что на этом же собрании было объявлено о недавней кончине А. Н. Лодыгина в Америке.

Лодыгин оставил после себя лишь очень небольшое число печатных статей и заметок. Очень интересна помещённая им в 1909 г. в журнале «Электричество» (№ 2) статья «Техническое образование и идеалы американских инженеров». Мы позволим себе привести из этой статьи следующую цитату, показывающую, как рисовал себе деятельность инженера будущего сам Лодыгин: «Люди, которые подчиняют себе природу, скоро явятся решающей силой в соединённом

усилии ответить на наступающие требования грядущих лет, потому что им будет принадлежать честь установить фундамент будущей цивилизации. Им будет принадлежать честь устроить материальное благосостояние народов, служащее основанием более широких, более высоких, более полных форм жизни».

Несколько иначе сложилась судьба Павла Николаевича Яблочкова. Так же как и Лодыгину ему не удалось, работая на родине, довести до конца своё крупное изобретение, новую и оригинальную систему электрического освещения, но ему посчастливилось: уехав в Париж, он быстро добился небывалого успеха, осуществил электрическое освещение в широком европейском масштабе и вернулся в Россию настоящим триумфатором. Однако счастье улыбнулось ему блестящим, но лишь кратковременным фейерверком. Последние годы его жизни были ещё более трудными, чем её начало. Прожил он всего 47 лет.

Павел Николаевич Яблочков (26 сентября н. ст. 1847 г.— 19 марта 1894 г.) происходил из небогатой дворянской семьи. Склонность к изобретениям появилась у него с ранних юношеских лет. В 1866 г. он окончил Военное николаевское инженерное училище и затем дополнительно «Офицерские гальванические классы» в Петербурге. Как и Лодыгин, он при первой возможности бросил военную службу и поступил в 1870 г. на должность начальника телеграфного отдела Московско-Курской железной дороги. Это дало ему возможность использовать мастерские железнодорожного телеграфа для своих опытов. В 1873 г. П. Н. Яблочков познакомился с другим выдающимся русским электротехником-изобретателем В. Н. Чиколевым на одной из публичных технических бесед, которые Чиколев, как убеждённый популяризатор электротехнических знаний, проводил в Политехническом музее в Москве. Чиколев был страстным энтузиастом дела электрического освещения. Он заразил своим энтузиазмом и Яблочкова. Особенно сильное впечатление на Павла Николаевича произвели попытки Чиколева изобрести конструкцию надёжного регулятора электрической дуги. Идея предложенного Чиколевым дифференциального регулятора заключалась в том, что расстояние между углями определялось действием не одного, а двух одновременно действующих электромагнитов. Через обмотку одного из них, включённого последовательно с электрической дугой, проходил разрядный ток дуги; этот электромагнит отзывался на изменение расстояния между углями. Второй электромагнит был включён параллельно разрядному промежутку дуги. Поэтому он отзывался на колебания напряжения в сети, питающей дуговую лампу, и постоянно приспособлял расстояние между углями к этому напряжению. Яблочков изготовил для Чиколева, не имевшего под руками экспериментальной базы, экземпляр дифференциального регулятора, соответствующий тогдашней, ещё несовершенной стадии этого изобретения, как она была зафиксирована Чиколевым на чертеже, а затем он и сам стал не

только усиленно думать над возможностью надёжного применения электрической дуги для освещения, но и приступил к опытам по изучению поведения дуги в различных условиях. Увлечённый этими мыслями, П. Н. Яблочков проделал, в несколько необычных условиях, опыт применения дуговой лампы в железнодорожном деле. Опыт удался, но Яблочков, неотрывно продежуривший на морозе ночь или две при поставленном на передней площадке паровоза электрическом фонаре и всё время корректировавший на морозе действие регулятора Фуко, лишней раз убедился в невозможности широкого применения старого метода электрического освещения. В 1874 г. Яблочков бросил казённую службу, чтобы иметь больше времени и лучшую базу для своих исследовательских и изобретательских работ, и на свои небольшие личные средства открыл в Москве мастерскую физических приборов. Расчёты Яблочкова не оправдались. Он впал в долги и в 1875 г. решил уехать за границу с целью реализовать имевшиеся у него изобретения и искать приложения своим силам на любимом поприще.

Находясь в Париже, Яблочков посетил всемирно тогда известную мастерскую часов и точных измерительных приборов Бреге (Bréguet).

Владельцем и техническим руководителем этой мастерской был в те годы Луи Франсуа Клемент Бреге, экстраординарный член Парижской Академии наук, человек просвещённый и очень сведущий во многих областях техники. Беседуя с Яблочковым на технические и научные темы, Бреге понял, с каким выдающимся человеком он имеет дело, и предложил Павлу Николаевичу поступить к нему, Бреге, помощником и работать над усовершенствованием динамомашин. Вместе с тем он обещал предоставить Яблочкову полную возможность продолжать его личные работы по практическому осуществлению электрического освещения и другим изобретениям, пользуясь всеми возможностями мастерской, Яблочков согласился.

Последующие несколько лет были годами наибольшего расцвета изобретательской и исследовательской деятельности П. Н. Яблочкова. Яблочков продолжил начатые им в Москве опыты с помещением различных тугоплавких тел между углями дуги и менее чем через год пришёл к замечательному по простоте и надёжности решению вопроса о сохранении постоянного расстояния между концами углей электрической дуги. В «свече» Яблочкова угли расположены параллельно друг другу и разделены изолирующей тугоплавкой массой, испаряющейся одновременно со сгоранием углей. Для применения свечи Яблочкова на постоянном токе, положительный уголь, сгорающий при равных условиях в два раза скорее отрицательного, приходилось делать в два раза толще последнего. Яблочков перешёл на применение переменного тока, и необходимость в разных диаметрах углей отпала. Результатом опытов Яблочкова явилась не только разработка «свечи». П. Н. Яблочков обнаружил, что сопротивление каолина, магнезита и многих других тугоплавких тел электрическому

току при нагревании уменьшается вопреки широко распространённому тогда представлению о положительном температурном коэффициенте сопротивления всех твёрдых тел. Если подогреть каолиновую пластинку, присоединённую к источнику электрического напряжения, сила тока, протекающего через пластинку, увеличивается, и пластинка в конце концов начинает ярко светиться. Обнаружив это явление, Яблочков использовал его для изготовления своеобразной лампы накаливания, не требовавшей создания вакуума. В качестве практического применения этого изобретения он осветил каолиновыми лампами каюты трёх судов русского военно-морского флота. Идея лампы накаливания Яблочкова та же, что и идея запатентованной двадцатью годами позднее лампы Нернста, имевшей крупный успех. Но Яблочков считал все лампы накаливания принципиально экономически невыгодными и не придавал этому своему изобретению должного значения. Он считал, что главным источником излучаемой дугой энергии являются химические реакции, и, сравнивая энергетические возможности электрической дуги с лампой накаливания, противопоставлял казавшееся ему энергетически более выгодным «накаливание со сгоранием» «накаливанию без сгорания».

Задачу дробления электрического света Яблочков решил несколькими различными способами. Во-первых, в противоположность регуляторам, свечи Яблочкова можно включать в одну и ту же электрическую цепь последовательно в количестве нескольких штук. Во-вторых, Яблочков предложил включать в основную цепь «световой машины» последовательно первичные обмотки нескольких индукционных катушек, а от вторичных обмоток этих катушек питать по 4 или 5 включённых последовательно свечей. Таким образом, он первый применил на практике принцип трансформатора. При дальнейшем осуществлении этой идеи ему помог лаборант физического кабинета Московского университета Иван Филиппович Усагин, изготовивший специально для П. Н. Яблочкова, взамен индукционных катушек, первые образцы настоящих трансформаторов. Третий предложенный Яблочковым способ дробления света заключался в применении конденсаторов. Одна обкладка конденсатора приключалась к проводу основной цепи, вторая обкладка соединялась с землёй через одну или несколько «свечей». Второй полюс машины был также заземлён. Чтобы применять все эти способы при использовании машин постоянного тока, Яблочков в своих патентных заявках предлагал включить в основную цепь прерыватели. Но он всегда настаивал на применении переменного тока и считал его более натуральным или естественным на том основании, что такой ток всегда сам по себе возникает в обмотке машины, без применения таких сложных приспособлений, как кольцо Пачинотти-Грамма. До Яблочкова «световые машины» строили только постоянного тока. После завоевания успеха свечой Яблочкова та же фирма Грамма стала изготовлять машины переменного тока. Указание на удобство и на преимущества

применения переменного тока в электротехнике является одной из крупных заслуг П. Н. Яблочкова. Последующее развитие электротехники вполне оправдало его точку зрения. Сам он в 1885 г. делился в кругу своих друзей мыслями о возможности передачи электрической энергии на большие расстояния по проводам при использовании трансформаторов.

Тотчас же после лабораторного испытания изобретённой им свечи Яблочков придумал всей «горелке» техническое оформление. Свеча Яблочкова имела большой успех на лондонской выставке физических приборов 1876 г., на которую Яблочков поехал как представитель фирмы Бреге. Вскоре в Париже Яблочкову удалось учредить достаточно мощное акционерное товарищество под фирмой «Общество изучения электрического освещения по методам Яблочкова». Были произведены весьма успешные испытания освещения одной из главных улиц Парижа Avenue de l'Oréga и нескольких первоклассных парижских магазинов. Началось широкое распространение свечей Яблочкова не только в Париже, но и в других крупных европейских городах: Петербурге, Лондоне, Мадриде, Неаполе, Берлине. Это было поистине триумфальное шествие свечи Яблочкова по Европе. На востоке она нашла распространение вплоть до дворцов персидского шаха и короля Камбоджи. Публика была поражена блеском и мощностью нового освещения и всюду восторгалась «Северным светом», «Русским светом». Последнее название было введено самим Яблочковым и выгравировано на металлическом ободке матовых стеклянных шаров, внутри которых горели свечи Яблочкова.

Создав «свечу», Яблочков тотчас же предпринял шаги для широкой реализации своего изобретения в России, но это удалось ему только тогда, когда оно получило признание за границей, а сам Яблочков стал европейской знаменитостью. Учреждение петербургского товарищества «Яблочков-изобретатель и Компания» обошлось ему лично очень дорого. После неудачи первой попытки он передал права на свою русскую привилегию (патент) парижскому акционерному обществу при его учреждении. Чтобы иметь право открыть мастерскую «свечей» в Петербурге, Яблочкову пришлось выкупить обратно свою русскую «привилегию». Главари парижской компании потребовали за неё принадлежащие Яблочкову акции компании на сумму в миллион франков. Страстно желая организовать реализацию своего изобретения на родине, в России, Яблочков отдал свои акции и тем лишил себя участия в доходах парижского товарищества. 1879 г. был годом наибольших успехов Яблочкова, но впереди его ожидали жестокие разочарования. В том же году Эдисон заявил один из своих основных патентов на лампу накаливания, а компания Сименс в Берлине выпустила в продажу электрическую горелку с дифференциальным регулятором Гефнер-Альтенек, используя идею Чиколева. У свечи Яблочкова появились серьёзные соперники, и спрос на неё упал.

Лампа накаливания Эдисона была менее экономична и обладала худшей цветностью, но зато она допускала более мелкое дробление света, была проще в обращении, была долговечна и не требовала такого постоянного ухода, как ежедневная смена углей в фонарях Яблочкова. В России Яблочков сразу попал в развенчанные герои и лишился поддержки влиятельных и денежных кругов. За границей он был чужим. Лишившись акций, он уж не мог влиять на дела парижского товарищества. В результате директор-распорядитель этого товарищества Фонтен распорядился прекратить великолепное, по его же словам, освещение «Проспекта оперы», якобы на основании убыточности этого освещения для компании. В одной из своих книг он сам впоследствии признался, что эту убыточность можно было бы устранить, использовав предложенное Яблочковым применение трансформаторов и автоматической смены свечей, о которых он якобы не знал.

Для Павла Николаевича наступили тяжёлые времена. Очувтившись снова в стеснённых материальных условиях, он, тем не менее, продолжал энергично работать. Усовершенствованием электрических горелок он больше не занимался, а занялся источниками тока: изобретением гальванических элементов новых типов и усовершенствованием динамомашии. На этом пути он достиг значительных успехов, но материальных средств, необходимых для внедрения в жизнь своих новых идей и изобретений, в его распоряжении уже не было. В 1889 г. он был распорядителем русского отдела электротехнической секции Всемирной выставки в Париже. Его свеча была выставлена там в количестве до сотни экземпляров, в соединении с трансформаторами и с показом всех её возможностей и усовершенствований. Но была слава её погасла. После выставки Павел Николаевич вернулся в Россию крайне утомлённым и больным. Многолетняя самоотверженная работа и все пережитые невзгоды и волнения подточили его силы. Ему пришлось серьёзно лечиться и длительно отдыхать на родине, в Сердобском уезде. Затем переехав в Саратов, он опять пытался работать, но сердце не выдержало, и он скончался ещё сравнительно молодым, в расцвете своего таланта и умственных сил. Жизнь его преждевременно оборвалась, так же быстро, как сгорала каждая его свеча.

П. Н. Яблочков был не только крупным изобретателем, но и вдумчивым физиком-исследователем, глубоко анализировавшим все явления, с которыми ему приходилось иметь дело. Он не просто изобретал, он изучал наблюдаемые им явления и давал им своё, иногда своеобразное толкование. Во время своих опытов с «дроблением электрического света» при помощи конденсаторов Яблочков задался вопросом о прохождении электрического тока через конденсатор. При помощи конденсатора очень большой ёмкости и очень слабого источника тока ему удалось показать, что на зарядку конденсатора требуется определённое конечное время. Всему этому вопросу,

сущность которого Яблочков определял как переход динамического электричества в статическое и обратно, он придавал большое проблемное значение. В наше время вопрос о статическом и динамическом электричестве не возникает, но в те времена он ещё волновал умы учёных-новаторов, и отражение этого можно найти в трудах даже такого крупного физика, как А. Г. Столетов.

Облик Владимира Николаевича Чиколева (23 июля 1845 г. — 22 февраля 1898 г.), вся его судьба и деятельность сильно отличаются от облика и судьбы П. Н. Яблочкова и А. Н. Лодыгина, с именами которых его имя постоянно переплетается в истории техники. Как и они, он был страстным энтузиастом электрического освещения. Как и они, он успешно, оригинально и самостоятельно решил эту большую задачу. Его изобретения так же многочисленны и разнообразны, значимость этих изобретений не меньше, но масштабы, в которых ему удалось самому осуществить свои идеи, далеко не те. Зато Чиколев был очень солидным для своего времени теоретиком в вопросах электротехники и электрического тока и замечательным и вдохновенным популяризатором электротехнических и физических знаний. После него остался целый ряд полезных книг и особенно много интересных и ценных по тому времени журнальных статей. Он был одним из организаторов первой Всероссийской политехнической выставки 1872 г. и основателем электротехнического отдела Политехнического музея в Москве.

В. Н. Чиколев был родом из Смоленской губернии и происходил из «разночинцев». Он рано лишился родителей и был отдан на воспитание и обучение в Сиротский кадетский корпус. Но так же как Яблочков и Лодыгин, он не захотел посвятить себя военной службе. Пробиваясь случайными заработками, он окончил вольнослушателем курс физико-математического факультета Московского университета и начал готовиться к сдаче магистерского экзамена. Но вскоре, увлекшись электротехникой и занявшись изобретательством в этой ещё молодой тогда области, В. Н. Чиколев отказался от учёной карьеры и покинул место ассистента при кафедре физики в Петровской сельскохозяйственной Академии.

Над дифференциальными регуляторами электрической дуги Чиколев начал работать с 1869 г., а последний наиболее совершенный тип дифференциальной лампы был построен им в 1879 г. Но на долю Чиколева не выпал успех широкого практического внедрения электрического освещения по предложенному им методу. У него не было под руками достаточной для этого экспериментальной базы. Академический склад ума позволял В. Н. Чиколеву ограничиваться изложением своих изобретений и предложений на бумаге и в чертежах и мириться с невозможностью быстро их осуществить, в то время как П. Н. Яблочков по самому складу своего характера постоянно горел страстным желанием, как можно быстрее и полнее претворить свои идеи в живую действительность. Кроме того, В. Н. Чиколев,

иногда очень резко и едко полемиризуя со своими конкурентами, в то же время не принимал достаточно быстрых и решительных шагов, чтобы обеспечить свои интересы и неосторожно давал возможность перехватывать его идеи. Вот что писал сам Чиколев редактору журнала «La Lumière Electrique» по поводу немецкого патента на дифференциальную лампу: «В вашем многоуважаемом журнале от 1 мая 1880 г. была описана моя дифференциальная лампа, а 19 того же мая, т. е. через несколько дней по получении г. Шуккертом этого номера..., он подал просьбу о выдаче ему привилегии в Германии на изобретённую им лампу, которая есть небольшое изменение моей. Что это действительно верно, то это подтверждается только что полученным мною отзывом германского Патентамта, которым он отказывает в выдаче мне привилегии потому, что моя лампа тождественна с шуккертовской, а прошение последнего поступило ранее моего. Конечно, мне весьма легко уничтожить патент Шуккерта, но я должен терять на это время и деньги, а пока же не считаю себя вправе умолчать о таком случае перед электриками и не предостеречь их от подобных недобросовестных проделок*)». . . В результате электрики были предупреждены, но патент остался за Шуккертом. Лампы с дифференциальным регулятором нашли широкое распространение для уличного освещения под названиями ламп Гефнер-Альтенека, Фонтена и других. А лампы Чиколева, несмотря на свои большие достоинства, получили применение лишь в небольшом количестве экземпляров в русском артиллерийском ведомстве.

В 1876 г. Чиколев поступил на должность делопроизводителя электротехнического отдела Артиллерийского комитета в Петербурге и проработал в Артиллерийском ведомстве до конца своих дней. Но работа его там не была работой чиновника. Он являлся душой и фактическим руководителем применения электротехники в артиллерийском деле в России. Чиколев добился создания электротехнической лаборатории при Орудийном заводе. Здесь при ближайшем его участии было разработано применение электрического тока к ряду специальных задач. В 1892 г. Чиколев разработал и осуществил остроумный способ испытания параболических зеркал для прожекторов путём фотографирования отражённого в зеркале изображения чередующихся строго параллельных чёрных и белых полос. Фотографический метод он применил также для определения скорости полёта снарядов. Он построил безопасный электрический фонарь для пороховых погребов и пороходельных заводов. Ему принадлежит ещё целый ряд других электротехнических изобретений, связанных как с артиллерийским делом, так и с электрическим освещением и другими вопросами. По уже указанным выше причинам многие из его остроумных предложений остались на бумаге и не были осуществлены даже в лабораторном масштабе.

*) Журнал „Электричество“, 1881 г., стр. 310.

Многогранная, плодотворная жизнь В. Н. Чиколева внезапно оборвалась вследствие несчастной случайности. В 1896 г. при крушении дрезины, на которой Чиколев ехал на артиллерийский полигон, он получил сильный удар в бок. Следствием было острое заболевание печени, повлекшее за собой смерть после продолжительной болезни.

Чиколев в течение ряда лет состоял приёмщиком заграничного оборудования для русской артиллерии и отличался на этом посту неподкупной честностью.

Громадной заслугой В. Н. Чиколева является его большая и разносторонняя популяризаторская деятельность. В 1880 г. В. Н. Чиколев и сплотившаяся вокруг него группа русских электротехников осуществили, от имени Русского технического общества, издание первого в России электротехнического журнала «Электричество», который продолжает своё славное существование и в наши дни. Душой этого начинания и первым его редактором был В. Н. Чиколев. Статьи, заметки и письма, помещённые им в «Электричестве» за первые годы существования журнала, поражают своей многочисленностью. Журнал давал полное освещение всех успехов учения об электричестве и всех технических достижений в этой области как в России, так и за границей. Наряду с «Электричеством» Чиколев писал статьи также для «Артиллерийского» и «Инженерного» журналов.

Чиколевым написан также ряд брошюр и книг по вопросам электротехники, в том числе несколько очень полезных по тому времени справочников. Особенный интерес представляют весьма живо написанные популярные книжки: «Чудеса техники и электричества», СПб, 1886, и «Не быль, но и не выдумка. Электрический рассказ», СПб, 1896 (2 изд.). В первой рассказывается о посещении Ч. (Чиколевым) некоего поместья, электрифицированного при помощи ветряных двигателей и аккумуляторов, и в фантастической для того времени форме описываются всевозможные применения электрического тока в домашнем быту и сельском хозяйстве. Вторая книга идёт ещё дальше в области здоровой творческой фантазии. Чиколев рассказывает в ней о своём вымышленном посещении якобы только что открытого «Института экспериментального электричества» *). Чиколев описывает здесь в яркой и увлекательной форме возможные, по его убеждению, применения электричества вплоть до подробного описания устройства и действия «электрических экипажей». В главе, содержащей рассказ о расследовании причин случившегося пожара, он наглядно опровергает ходячее мнение об особенной опасности электрического освещения в пожарном отношении. Чиколев развивает в этой книге мысль о большой пользе, которую мог бы принести институт, подобный описанному им, для практики применения электричества.

То же восторженное отношение к электричеству и его применениям, особенно к электрическому освещению, красной нитью про-

*) Изложено нами по библиографической заметке в «Электричестве», 1896 г., стр. 149.

низывает и все другие статьи и книги В. Н. Чиколева, как его неотъемлемая черта. Ещё раньше, чем Яблочков достиг своих блестящих успехов, Чиколев неоднократно предсказывал скорую победу электрического освещения. Так, на одной из своих публичных лекций в Политехническом музее в Москве в 1875 г. он говорил: «Конечно, не детям нашим, а нам самим придётся быть свидетелями широкого распространения электрического освещения». Не прошло и трёх лет, как эти слова были блестяще оправданы успехами П. Н. Яблочкова. Но в 1875 г., накануне этих успехов, такие слова казались далёкой фантазией. «Как теперь помню,— писал двадцать лет спустя В. Н. Чиколев,— какие возражения, какие нападки за публичное сообщение моих личных увлечений вызвала моя фраза». Статью «История электрического освещения», помещённую в журнале «Электричество» в 1880 г., Чиколев заканчивает так: «Несколько лет тому назад я заслужил упрёк в увлечении, когда в одном публичном чтении в Москве выразил уверенность, что в самом ближайшем будущем прекрасный электрический свет перестанет быть блестящей игрушкой и завоюет себе серьёзное положение в нашей жизни. Теперь я позволю себе предсказать весьма недалёкое осуществление канализации электричества; мы сами, а не дети наши, должны быть свидетелями этого события, которое будет иметь неисчислимы, беспредельные последствия. Я не сомневаюсь, хотя это достижение, конечно, уже выпадет на долю наших детей, что перестанут жечь уголь для передвижения поездов железных дорог, а попросят солнце принять на себя этот почтенный труд, который нам самим может стать уже не по силам и средствам. . . Ожидаемый прогресс ускорится тем более, чем менее техника будет закрывать глаза перед несовершенствами практикующих способов, будет руководствоваться в своих трудах непогрешимыми принципами науки, а не случайными прихотями фантазии. . .».

В своих статьях В. Н. Чиколев всегда горяч и полемичен. Он прямо и резко высказывает и отстаивает своё мнение и не стесняется поразить противника подчас язвительным словом. Но он честен и справедлив, и когда жизнь убеждает его, что он был неправ, неизменно воздаёт должное противнику. Таков Чиколев — изобретатель и учёный-теоретик, мечтатель с широким полётом фантазии и трезвый практический деятель Артиллерийского ведомства, человек высокой чести и порядочности во всех отношениях.

Пионеры русской электротехники А. Н. Лодыгин, П. Н. Яблочков, В. Н. Чиколев начали свою работу в начале семидесятых годов в одиночку, не встречая, по крайней мере в начале своей деятельности, никакой поддержки со стороны окружающей их среды. Их большие технические достижения и славные изобретения и очень большая работа, проведённая В. Н. Чиколевым по пропаганде и популяризации электротехнических знаний, привели к тому, что в следующие два последних десятилетия XIX в. в России (главным обра-

зом в Петербурге) работала уже большая группа электриков, поддерживавших между собой живую связь. В их число входили инженеры, изобретатели и учёные-физики. Их взаимному общению много содействовали журнал «Электричество» и его редакция, вновь учреждённый Электротехнический отдел Русского технического общества и физический отдел Русского физико-химического общества при Петербургском университете.

Одним из лиц, работавших в контакте с Чиколевым, был Дмитрий Александрович Лачинов (10 мая 1842 г. — 15 октября 1902 г.) — профессор физики и метеорологии Лесного института в Петербурге. Лачинов много работал над теоретическими вопросами из области электричества и электротехники. Ему принадлежит большое число научных, технических и популярных статей в «Электричестве», газете «Электрик», а также в общей печати. В большой статье, помещённой в 1880 г. в журнале «Электричество» под заглавием «Электромеханическая работа», Лачинов подробно разбирает вопрос о передаче механической работы на расстояние при помощи электрического тока. Он пришёл здесь к существенным выводам. Работа Лачинова осталась неизвестной за границей, и впоследствии к таким же выводам пришли иностранные электротехники. Крупными изобретениями Лачинова являются предложенный им метод изготовления аккумуляторных пластин из губчатого свинца и электролитический метод промышленного добывания водорода. То и другое нашло применение на практике за границей. Лачинов построил оптический пирометр и разработал конструкцию динамомашины без железа. Д. А. Лачинов обладал умением защищать свои авторские права ещё в меньшей степени, чем В. Н. Чиколев. В результате многие идеи Лачинова были внедрены на практике посторонними ему людьми и остались не связанными с его именем. Д. А. Лачиновым написана книга «Основы метеорологии и климатологии» (1895 г.), явившаяся ценным вкладом в русскую литературу в данной области.

В тесном сотрудничестве с В. Н. Чиколевым Лачинов поставил в физическом кабинете Лесного института исследование электрической дуги. Он измерял силу света, силу тока, сопротивление дуги, длину дуги и, как он выражается, «электровозбудительную силу вольтовой дуги». Под последней он понимал ту самую электродвижущую силу поляризации, которую приписывали дуге и которую в своё время имел в виду Лодыгин, отказавшись от применения электрической дуги для освещения. По поводу этой э. д. с. Лачинов приходит в результате своего исследования к выводу: «Я считаю эти опыты законченными только в качественном отношении; они, мне кажется, доказывают существование в вольтовой дуге э. д. с., направленной противоположно возбудительной силе батареи и равной приблизительно 12 возбудительным силам элемента Бунзена...») Лачиновым было

*) Журнал Русского физико-химического общества 9, 263 (1877).

определено также влияние щелочных металлов, введённых в дугу, на её сопротивление (или, как мы сказали бы теперь, на её вольтамперную характеристику). В протоколе прений в Русском физико-химическом обществе по докладу Лачинова*) читаем: «Значительная разница в сопротивлении вольтовой дуги, когда в неё введены калий и натрий, может быть объяснена, по мнению Д. И. Менделеева, тем что калий соединяется с углеродом при высокой температуре, а натрий не соединяется; вообще химизм должен играть существенную роль в явлении вольтовой дуги». Большое значение «химизму» в электрической дуге приписывали как открывший её В. В. Петров, так и П. Н. Яблочков. В первых годах XX в. один из выдающихся русских электриков, член той же группы, сплотившейся вокруг журнала «Электричество» и физической лаборатории Петербургского университета, ныне академик В. Ф. Миткевич (род. в 1872 г.) убедительно показал экспериментально, что источником электронов, питающих дугу Петрова, служит термоэлектронная эмиссия с раскалённого катода (эффект Эдисона, как тогда называли это явление). Таким образом, электрическая дуга не только была открыта в России В. В. Петровым, но и обстоятельно исследована и объяснена П. Н. Яблочковым, В. Н. Чиколевым, Д. А. Лачиновым и В. Ф. Миткевичем. Широкое практическое применение она нашла также в руках русских электриков Яблочкова, Славянова, Бенардоса (см. ниже).

Среди той же группы постоянных сотрудников журнала «Электричество» большого внимания заслуживает фигура Василия Александровича Тихомирова. Это был очень талантливый человек, увлекавшийся широкими горизонтами применения электричества в промышленности. Написанные им статьи и те оригинальные изобретения, которые ему удалось довести до конца, показывают, что при нормальных жизненных условиях из него, несомненно, сложился бы крупный электрик-изобретатель и культурный деятель немалого масштаба. Но всего за несколько дней до окончания Петербургского лесного института В. А. Тихомиров был сослан царским правительством на далёкий север. В начале 80-х годов, по возвращении из ссылки, он поселился в Москве, и здесь началась его полезная деятельность как практика-электротехника. Однако через несколько лет он вновь подвергся репрессии и был сослан в глухую провинцию, где ему ни к чему нельзя было приложить свои знания и силы, кроме сельского хозяйства и метеорологии. За короткий период своей свободной деятельности В. А. Тихомиров дал остроумную реконструкцию свечи Яблочкова для применения на постоянном токе. Он предложил изготавливать положительный уголь свечи в виде тела винтообразной формы с осью, совпадающей с осью отрицательного угольного стержня. При такой форме углей различие в скорости их сгорания сказывалось на работе свечи лишь очень незначительно

*) Там же, стр. 215.

В. А. Тихомиров построил гальванические элементы с серно-синергидистыми солями. Ему принадлежат также изобретения нового способа никелирования, гальванометра упрощённого типа, распыления металлов при помощи электрического тока, а также несколько электрохимических работ. Он работал над вопросом о применении ветряных и электрических двигателей для орошения полей. Приборы и изобретения Тихомирова имели большой успех на Всероссийских и Венской выставках.

Другое оригинальное решение вопроса о сохранении постоянного расстояния между электродами дуги Петрова было дано в те же годы русским электротехником Репьёвым. В лампе Репьёва одна против другой расположены две пары углей. В каждой паре, представляющей собой один из электродов дуги, оба угля расположены в вертикальной плоскости под некоторым углом друг к другу. Концы их соприкасаются между собой. При сгорании угли передвигаются до нового соприкосновения между собой при помощи постоянно действующих пружин. Таким образом, смыкающиеся концы каждой пары углей находятся постоянно на одной и той же высоте и на одном и том же расстоянии от концов противоположной пары углей, представляющей собой второй электрод. Лампа Репьёва была выставлена в 1882 г. на Электрической выставке в Петербурге и описана в книге Фонтена.

В области начатой Яблочковым работы над динамомашинами заслуживают внимание динамомшины А. И. Полешко. При конструкции этих машин Полешко исходил из мысли, что путь всех элементов якоря должен проходить по возможности в активной области магнитного поля машины. Машина Полешко была снабжена коллектором нового типа, позволявшим получать, по желанию, постоянный или переменный ток. Можно было также питать от одного вращающегося коллектора несколько цепей: одни постоянным, другие переменным током. А. И. Полешко сконструировал также тип трансформатора, который считается первым построенным в России трансформатором, если не считать трансформаторов малого размера, изготовленных И. Ф. Усагиным для опытов Яблочкова.

Из других русских электротехников того же времени упомянем коротко о Н. Голубицком, изобретателе ряда усовершенствований в телефонном деле, и об Е. Тверитинове, работавшем по линии военной электротехники и наладившем в 1882 г. иллюминацию колокольни Ивана Великого. Тверитинов был автором очень полезных в своё время книг: «Электрические аккумуляторы» и «Электрическое освещение». Эти книги получили высокую оценку со стороны В. Н. Чиколева как «оригинальный труд серьёзного русского электротехника». Об Н. Доброхотове-Майском, изобретателе одного из недифференциальных типов регуляторов электрической дуги, выгодно отличавшегося своей простотой. О лейтенанте военно-морского флота Н. Хотинском,

предложившем новый способ изготовления пластин для аккумуляторов путём выдавливания. Об А. А. Линёве, авторе новой схемы магнитно-электрической железной дороги с системой третьего рельса; опытная линия была построена в 1890 г. в Лондоне, затем это изобретение Линёва было применено на заводских путях одной из фабрик Эдисона в Америке.

Отдельно упомянем о Чеславе Куприяновиче Скаржинском (1849—1912 гг.), постоянном сотруднике журнала «Электричество». Скаржинский своими статьями сделал многое для уточнения понятий, связанных с электрическим током, среди электротехников-практиков и для обучения их электротехническим расчётам. Скаржинский был помощником П. Н. Яблочкова в Париже.

Большого внимания заслуживает Владислав Александрович Тюрин (1862—1908 гг.), сотрудничавший в начале 80-х годов с В. Н. Чиколевым. Позднее интересы Тюриня сосредоточились главным образом на вопросах термодинамики и физической химии. Ему принадлежат теория гальванических элементов и работа по влиянию ионов на осмотическое давление. Основная работа Тюриня в области электротехники—исследования совместно с Чиколевым и Классоном прожекторов электрического света и их действия (1888 г.). Большого внимания заслуживают изобретённые Тюриним аппараты, заменяющие для слепых видение осязанием и позволяющие им читать печатный текст. Идея этих аппаратов основана на фотопроводимости селена и на разбиении «читаемой» печатной страницы на отдельные мелкие ячейки, как это имеет место в современных нам методах телевидения.

Очень большое значение имеют работы горного инженера Николая Гавриловича Славянова и Николая Николаевича Бенардоса по применению дуги Петрова в металлообрабатывающей промышленности. В способе Бенардоса, названном им «электрогефест», электрическая дуга между угольным электродом и краями двух тесно положенных рядом друг с другом металлических листов или пластин нагревает их соприкасающиеся края и производит их сварку. Этот же метод применялся Бенардосом для разрезания металлических листов или пластин, для получения в них отверстий, а также для перелома одной модификации чугуна в другую путём нагревания. Славянов пользуется вместо угольного электрода металлическим стержнем. Стержень плавится под действием электрической дуги, и металл стекает в виде жидкой массы на обрабатываемый предмет, являющийся вторым электродом, или же в специально подставленную форму. Таким образом, способ Славянова представляет собой метод электрической пайки и электрической отливки. Этот метод в своё время нашёл широкое применение при изготовлении небольших металлических изделий и при ремонте сломанных металлических частей машин. Славянов предложил также метод подогрева электрической дугой формы, в которой идёт отлив-

ка и затем остывание металлических предметов, во избежание преждевременного затвердевания верхних слоёв металла и образования под коркой металла вредных пустых пространств в толще отливаемого предмета. При помощи метода Славянова, по данным того времени, удавалось получать доброкачественные отливки весом до 700 пудов. Способы электрической сварки Бенардоса и электрической пайки Славянова быстро получили широкое распространение как на русских, так и на заграничных заводах и являются очень существенными приёмами при изготовлении металлических изделий и в настоящее время.

Н. Г. Славянов окончил Горный институт в Петербурге в 1877 г. Электротехнику он изучил самостоятельно по книгам и журналам и овладел ею настолько глубоко и полно, что сам сконструировал и изготовил наиболее подходящие для применения его метода динамомашин. Он изобрёл также свой собственный регулятор дуговых ламп, отличавшийся простотой устройства и хорошо действовавший, и освещал построенными им дуговыми лампами пушечный завод в Мотовилихе, близ Перьми. М. А. Шателен в написанном им некрологе говорит о Славянове: «Н. Г. умер ещё молодым сравнительно человеком, всего 43 лет, проработав всего 20 лет на поприще инженера. Но и в этот срок он успел сделать столько для электротехники, что его имя никогда не забудется и наряду с именами Петрова и Яблочкова будет составлять гордость русской электротехники».

Тяжёлые условия, имевшие место в России для передовых людей при реакционном режиме, установленном царским правительством, привели к тому, что ещё один крупный русский электрик Михаил Осипович Доливо-Добровольский (1862—1919 гг.) принуждён был жить и работать вне пределов нашей родины. М. О. Доливо-Добровольский происходил из города Одессы и был сыном чиновника. За активное участие в студенческом движении он был исключён в 1881 г. из числа студентов Рижского политехнического института без права поступления в какое бы то ни было высшее учебное заведение в России. Доливо-Добровольский уехал за границу и поступил в Политехнический институт в городе Дармштадте. Ещё студентом этого Института он приобрёл известность своими работами и по окончании института был приглашён инженером в германскую Всеобщую компанию электричества. Здесь он быстро выдвинулся и занялся вопросом о наилучшем методе генерации переменного тока. Придав вращающемуся магнитному полю, впервые осуществлённому итальянским физиком Феррари, практически более удобную форму и установив в катушках машины, соединённых со внешней цепью, разность фаз токов 120° , М. О. Доливо-Добровольский пришёл к схеме трёхфазного тока и впервые в мире осуществил её. На Электрической выставке 1891 г. во Франкфурте-на-Майне демонстрировалась передача электрической энергии при помощи трёхфазного тока из Лауфена во Франкфурт на расстоянии 178 км.

После этой выставки как в Европе, так и в Америке стали строиться многочисленные станции и линии передачи трёхфазного тока.

М. О. Доливо-Добровольский участвовал в первом электрическом съезде в Петербурге на рубеже 1899—1900 гг. и выступил с обширным докладом «О современном развитии техники трёхфазного тока». Разобрав и описав в докладе все разработанные им части трёхфазной установки и обсудив её достоинства, Доливо-Добровольский приходит к выводу, что «подобная, разработанная до мелочей система должна всё более и более завоёвывать себе поле применений и захватывать понемногу все отрасли промышленности». Протекущие с тех пор 48 лет показали, что Доливо-Добровольский был в полной мере прав. Его изобретения совершили переворот в технике сильных токов. Его схема составляет основу электротехники сегодняшнего дня. Всё необходимое для осуществления этой схемы: генераторы нового типа, электромоторы с замкнутым якорем без щёток, трёхфазные трансформаторы— всё это было изобретено и разработано непосредственно М. О. Доливо-Добровольским или под его ближайшим руководством. О своём приоритете в изобретении трёхфазного тока Доливо-Добровольский говорит в своём докладе так: «Электрическая выставка 1891 года во Франкфурте-на-Майне была главным образом тем важна в истории электротехники, что на ней в первый раз выступил публично, как новая система, так называемый трёхфазный ток. Несмотря на то, что вращающееся магнитное поле было открыто проф. Феррарисом за 5—6 лет до этого и имело в свою очередь предвестников (см. работы Дебре, Бейлея и др.), несмотря на то, что опыты Н. Тесла, а также и мои существовали уже года за два до этой выставки, всё же год этой выставки (1891) должно считать, так сказать, годом рождения трёхфазного тока. Техника не заботится много о лабораторных опытах, мало интересуется теоретическими размышлениями и «возможностями», она приветствует открытия лишь тогда, когда ей покажут, что из них можно кое-что «сделать», покажут хотя и не в законченной, но по крайней мере в сколько-нибудь практической форме».

При таком практическом подходе к вопросам техники М. О. Доливо-Добровольский вовсе не чуждался и теории. В том же 1891 г. на Международном конгрессе он показал преимущества метода представления любого переменного тока, как состоящего из двух слагаемых: «рабочей», или «активной», слагающей, совпадающей по фазе с напряжением, и «безватной», или «ленивой», с фазой, сдвинутой по отношению фазы напряжения на 90° . При исследовании работы линии электропередачи Лауфен-Франкфурт Доливо-Добровольский наткнулся на неожиданные явления. Одно из них заключалось в том, что напряжение на клеммах первичной обмотки трансформатора при малой нагрузке линии было выше, чем напряжение на клеммах генерировавшей ток машины; при большой нагрузке эта разница сглаживалась. Ток зарядки ёмкости линии оказался неожиданно

большим. Более низкое напряжение на клеммах машины Доливо-Добровольскому удалось объяснить реакцией реакции якоря генератора на ёмкостную нагрузку при включении незамкнутой 178-километровой линии*). В результате своих работ Доливо-Добровольский выработал ряд основных положений, которыми и теперь руководствуются при постройке электрических генераторов и двигателей: применять по возможности распределённые обмотки; избегать рассеяния силовых линий; стремиться к равномерному распределению вращающегося поля. М. О. Доливо-Добровольский дал несколько конструкций и изобретений по электроизмерительной технике. Под его руководством был разработан способ получения алюминия при помощи электролиза при высокой температуре. В последние годы своей жизни Доливо-Добровольский занимался проблемой передачи энергии на расстояние при помощи постоянного тока высокого напряжения. Эта проблема приобрела большую актуальность в наше время, когда возникла необходимость передачи электроэнергии на сверхдальние расстояния.

По свидетельству современников, М. О. Доливо-Добровольский обладал исключительным талантом лектора. Он проникал в суть изучаемых или излагаемых им явлений не только при помощи тех средств, которые давал ему в руки математический анализ, но путём удивительной физической интуиции. Когда в Петербурге создавался Политехнический институт, со стороны передовых деятелей русской техники была сделана попытка привлечь М. О. Доливо-Добровольского на должность профессора, заведующего одной из кафедр этого Института. Доливо-Добровольский, который тогда временно оставил работу в А.Е.Г. и жил в Швейцарии, не отказывался, но «помешали объективные причины»**).

В последнее десятилетие XIX в. вторым центром, объединявшим петербургских электриков наряду с редакцией журнала «Электричество», была физическая лаборатория университета***). Вопросами электричества здесь в то время живо интересовались профессоры И. И. Боргман, О. Д. Хвольсон, Н. А. Гезехус, Н. Г. Егоров, а среди поддерживавших с ними тесную связь их учеников или последователей Александр Степанович Попов, А. И. Садовский, Н. А. Смирнов, В. К. Лебединский, А. Г. Гершун, М. А. Шателен, В. Ф. Миткевич. О тесной связи этой группы физиков с редакцией журнала «Электричество» читаем у М. А. Шателена: «Начиная с девятидесяти годов девятнадцатого столетия она (редакция журнала «Электричество» — Н. К.) была центром, вокруг которого собиралось молодое поколение электриков... В редакции журнала собирались и тогдашние столпы электротехни-

*) *Elektr.-Techn. Zeits.* 12 (1891).

**) В. Х а щ и н с к и й, «Памяти Михаила Осиповича Доливо-Добровольского», журнал «Электричество» № 5, стр. 258, 1930.

***) Журнал «Электричество» № 8, стр. 66, 1947 г.

ки—Чиколев, Скаржинский, Флоренсов, Полешко и др. и молодая братия, по преимуществу университетские физики. Из их числа А. И. Смирнов (редактор журнала—*Н. К.*) выбирал себе секретарей. Кто из тогдашних молодых электриков не побывал секретарём редакции «Электричество»? Секретарями были и В. К. Лебединский, и А. Г. Гершун, и В. П. Вейнберг, и многие другие. В их числе и В. Ф. Миткевич». Организационно петербургских физиков-электриков объединял Физический отдел Русского физико-химического общества.

На заседаниях этого отдела были сделаны и знаменитые доклады изобретателя радио А. С. Попова. Имя Александра Степановича Попова и все этапы его славной работы в настоящее время широко известны у нас в СССР. Поэтому мы позволим себе лишь кратко остановиться на некоторых моментах его жизни и деятельности. А. С. Попов (16 марта 1859 г.—13 января н. ст. 1906 г.) был сыном священника рабочего посёлка при Богословском заводе на Урале. Заводская среда родного посёлка с ранних лет привила Попову склонность к технике. Уже в те годы он построил своеобразный электрический будильник, в котором электрический ток от гальванического элемента протекал по цепочке, на которой была подвешена гиря, приводящая в движение стенные часы и осуществлявшая в нужное время контакт. Бросив духовную семинарию и самостоятельно подготовившись к вступительным экзаменам, Попов в 1877 г. поступил в Петербургский университет и здесь всё свободное от обязательных занятий время посвящал работе в физической лаборатории. В поисках заработка, чтобы обеспечить существование своё и сестры, Попов ещё студентом поступил в артель «Электротехник» и собственноручно участвовал в первых установках электрического освещения. Эта работа дала ему много ремесленных навыков, сильно пригодившихся ему впоследствии. По окончании курса он был оставлен при университете для «подготовки к профессорскому званию». В 1883 г. он принял приглашение на должность преподавателя офицерских минных классов в Кронштадте и проработал там до перехода профессором в Петербургский электротехнический институт в 1900 г. Первые аппараты беспроволочного телеграфирования, положившие начало радио, Попов изобрёл и построил в лаборатории Минных классов в Кронштадте. Ближайшим его ассистентом и помощником в этом деле был Пётр Николаевич Рыбкин (1 мая 1864 — 10 января 1948). А. С. Попов, начиная со студенческой скамьи, живо откликался на новые открытия в области физики. Узнав об опытах Герца, он немедленно воспроизвёл их в лаборатории Минных классов. В противоположность Герцу, у него тогда же возникла идея о применении электромагнитных волн для сигнализации, а постоянное общение с моряками и жизнь при главной стоянке Балтийского флота убедили его в огромном значении такой беспроволочной сигнализации для военно-морского флота. Попов стал

усиленно работать над созданием такого приёмника волн Герца, который мог бы найти практическое применение. Прочитав в заграничной литературе, за которой он всегда тщательно следил, об опытах Лоджа, Попов предпринял разностороннее научное исследование поведения металлических порошков по отношению и электрическому току. После длительной работы и трудоёмких тщательных поисков ему удалось решить поставленную задачу. Свою знаменитую схему приёма радиосигналов при помощи когерера и встряхивающего последний молоточка электрического звонка А. С. Попов впервые демонстрировал 7 мая н. ст. 1895 г. в докладе на заседании физического отделения Русского физико-химического общества под скромным заголовком «Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям». Доклад заканчивался словами: «В заключение могу выразить надежду, что мой прибор, при дальнейшем усовершенствовании его, может быть применён к передаче сигналов на расстояние при помощи быстрых электрических колебаний, как только будет найден источник таких колебаний, обладающий достаточной энергией».

Запатентованная на целый год позже и впервые описанная в литературе в 1897 г. схема Маркони состояла из совершенно таких же элементов, как и схема Попова. Маркони ни словом не упоминает не только об опубликованном в печати в январе 1896 г. докладе Попова, но и о работах Бранли и Лоджа. Был ли доклад Попова известен Маркони, что почти несомненно, или нет, ничего не меняет в вопросе о приоритете Попова. Приоритет этот неоспорим. Бранли и Лодж также признали его в ответ на запросы Русского физико-химического общества. Попов и Рыбкин продолжали работу. В саду, окружавшем здание Минных классов, постоянно были слышны звонки их приёмного аппарата, располагавшегося всё дальше и дальше от источника герцевских волн. 24 марта 1896 г. А. С. Попов сделал второй доклад на заседании того же физического отделения. На этот раз приёмник волн был соединён с пишущим телеграфным аппаратом Морзе, и Попов демонстрировал уже передачу в аудиторию из другого здания на расстоянии 200 м короткой, первой в мире, радиограммы, состоявшей из слов «Генрих Герц». Для демонстрации возможности регистрировать волны, приходящие с далёких расстояний, Попов воспользовался электромагнитными возмущениями, возникающими при далёких грозовых разрядах. Таким образом, родился «грозоотметчик» Попова. Опыты передачи телеграфных сигналов были перенесены на море, на суда эскадры. Чувствительность приёмной станции и дальность передачи непрерывно увеличивались. При одном из испытаний Рыбкин обнаружил, что при помощи телефона когерер позволяет принимать гораздо более слабые сигналы, чем при помощи телеграфного аппарата, и Попов разработал систему приёма на слух, что сильно увеличило дальность передачи. Зимой 1899—1900 г. радиотелеграф Попова при непосред-

ственным участии Попова и Рыбкина был с очень большим успехом применён во время производства работ по снятию с камней броненосца «Генерал-адмирал Апраксин», потерпевшего аварию в районе острова Гогланд в 43 км от ближайшего населённого пункта Котка, связанного с Петербургом телеграфным проводом. Беспроволочная связь регулярно функционировала во время производства спасательных работ с 28 января по 12 апреля 1900 г. По свидетельству самого Попова, «первая официальная депеша содержала приказание «Ермаку» итти на спасение рыбаков, унесённых в море на льдине, и несколько жизней было спасено благодаря «Ермаку» и беспроволочному телеграфу. Такой случай,—скромно пишет Попов,—был большой наградой за труды, и впечатления этих дней вероятно никогда не забудутся».

На Первом съезде электротехников в Петербурге в 1899—1900 г. А. С. Попов сделал обстоятельный доклад о своём изобретении, подробно изложив историю своих исканий и открытий. После перехода профессором в Электротехнический институт и переезда из Кронштадта в Петербург А. С. Попов продолжал работу по внедрению беспроволочного телеграфа на судах русского флота и работал в Морском техническом комитете. Закончив к 1904 г. оборудование специальной лаборатории при Электротехническом институте, Попов поставил здесь ряд научно-исследовательских работ в области электрических колебаний и распространения электромагнитных волн и положил этим начало русской научной школы радиотехники, представителями которой, в первые годы после его смерти, явились В. К. Лебединский, Д. А. Рожанский и др.

В 1905 г. волна революции захватила в свой водоворот и А. С. Попова. В сентябре, во время подъёма революции, Совет Электротехнического института избрал А. С. Попова ректором Института. При начавшейся вскоре реакции положение А. С. Попова—ректора по избранию—стало очень трудным. Сверху давило реакционное правительство, снизу имело место недоверие революционно настроенной студенческой массы ко всему профессорскому составу. А. С. Попов отстаивал в этой обстановке интересы Института и студенческой молодёжи, насколько у него хватало сил. После очередного вызова к министру, грозившему Институту и студентам новыми репрессиями, и после крупного разговора с этим царским сатрапом у А. С. Попова произошло кровоизлияние в мозг, и он скончался в тот самый день, когда его избрали председателем Русского физико-химического общества.

Как подчёркивают в своих воспоминаниях о нём современники А. С. Попова, постоянное общение с техникой выработало в нём трезвое и практическое отношение к научным задачам. Он был таким же горячим энтузиастом дела беспроволочной связи при помощи электромагнитных волн, как в своё время Яблочков был энтузиастом дела электрического освещения. Попов так же беззаветно отдавал

любимому делу всё своё время, все свои силы и, не жалел своих личных скромных средств, когда на выполнение намеченных им опытов нехватало тех далеко не достаточных сумм, которые скупой отпускало Морское ведомство. Нередко в лаборатории Минных классов, владея большими ремесленными навыками, он собственноручно изготовлял необходимую аппаратуру. Из него выработался исключительно хороший экспериментатор. Вместе с тем он не чуждался и глубоких научных вопросов. Словом, А. С. Попов был истинным представителем передовой науки. Наряду с этим А. С. Попов был и очень хорошим педагогом. Лекции его не были блестящи по внешности, но изложение отличалось всегда предельной простотой и ясностью и носило печать глубокой проработки им самим любого вопроса. Он придавал очень большое значение организации практических лабораторных занятий своих слушателей и охотно руководил этими занятиями.

А. С. Попов был человек прямой и честный. Он не скрывал своих убеждений и не раболепствовал перед властью имущими. Для него характерен следующий случай, описанный М. В. Шулейкиным в статье о Попове в журнале «Электричество». Когда Попов добился значительных успехов в радиотелеграфировании, его «начальство» решило показать новинку царю. От А. С. Попова потребовали, чтобы он предоставил приборы и обучил обращению с ними специально назначенных лиц. Попов понял, что его самого не допускают к демонстрационным опытам в присутствии царя как «неблагонадёжного субъекта». С виду он покорился, но, выполнив то, что от него требовали, он, при своём уходе, вынул из приёмника трубочку когерера, положил её в карман и унёс с собой. Таким образом, он сорвал претившую ему демонстрацию опытов царю.

А. С. Попов умер в возрасте всего 46 лет. Он был одним из тех, в упомянутой нами выше группе петербургских физиков, которые ранее других сошли в могилу. Деятельность других членов той же группы захватила значительную долю первой половины текущего века. Академик В. Ф. Миткевич и член-корреспондент АН СССР М. А. Шателен продолжают плодотворно работать и в наши дни. Истоки деятельности всех этих русских электриков относятся к времени Чиколева и Попова, к временам заседаний Физико-химического общества в старой лаборатории Петербургского университета, в так называемом здании Жё-де-пом, к первым десятилетиям журнала «Электричество». Поэтому мы позволим себе в нашем очерке о русских электриках XIX в. уделить несколько строк, по крайней мере, некоторым из них.

Иван Иванович Боргман (1849—1914 гг.) был убеждённым последователем физических воззрений Фарадея и Максвелла. Он много сделал для ознакомления русских физиков и электриков с теорией электромагнитного поля и теорией света Максвелла. Ему принадлежит капитальный труд «Основания учения об электрических и магнитных

явлениях» (I том 1893 г., II том 1895 г., СПб.). Своё восторженное, можно сказать благоговейное, отношение к теории Максвелла он выразил в таких словах: «Теория Максвелла не картина, передающая со всеми деталями какой-нибудь момент; это как бы глубокое музыкальное произведение, ясно, рельефно выражающее внутреннее содержание этого момента, независимо от внешних форм, касающихся его». И. И. Боргман постоянно следил как за научными достижениями в отвлечённых вопросах физики, так и за новейшими их применениями и всегда с большим энтузиазмом знакомил своих слушателей и с теми и с другими, стараясь возможно быстрее наладить их экспериментальное воспроизведение. На Электрической выставке в Петербурге И. И. Боргман организовал демонстрацию трёхфазного тока почти одновременно с демонстрацией этого изобретения Доливо-Добровольским во Франкфурте-на-Майне. И. И. Боргман был строителем и организатором Физического института, законченного в 1900 г. и заменившего на рубеже нового столетия ту старую физическую лабораторию, где демонстрировал свой грозоотметчик А. С. Попов и где сам И. И. Боргман руководил первыми шагами В. К. Лебединского, М. А. Шателена, В. Ф. Миткевича и многих других русских физиков и электриков. Из его собственных исследований: «О проводимости гальванического тока жидкими пластинками» (1881 г.), «О нагревании стекла конденсаторов при прерывчатой их электризации» (1885 г.) и особенно «Опыты над распространением электрического тока через воздух» (1886 и 1887 гг.). В этой работе очень интересны оригинальные опыты по отклонению маленькой магнитной стрелки под действием электрических токов в воздухе. Наблюдая отклонения стрелки в ту или другую сторону при разных её положениях в пространстве, Боргман установил геометрический путь прохождения зарядов при тихом несамостоятельном разряде. В связи с этой работой И. И. Боргман указал на возможность определять распределение потенциала в земной атмосфере при применении в качестве зондов пламен небольшого размера. Этот способ нашёл широкое применение; он практикуется и в настоящее время. В теоретической части работы И. И. Боргман высказывает передовую для тех лет идею, что электрический ток в воздухе может быть объяснён переносом электрических зарядов ионами.

И. И. Боргман развивал большую популяризаторскую деятельность. Кроме прочитанных им популярных лекций и книги «Магнитный поток и его действия», большую научно-просветительную роль сыграли выходявшие под его редакцией сборники «Новые идеи в физике». Самому Боргману принадлежит в первом выпуске «Новых идей» статья «Возникновение электронной теории вещества».

Николай Григорьевич Егоров (1849—1919 гг.) был вместе с В. Н. Чиколевым организатором Электротехнического отдела Русского технического общества и пользовался большим авторитетом

среди русских электриков того времени. Он был инициатором и организатором Первого Всероссийского съезда электриков в Петербурге в декабре 1899 г. С момента основания физического отделения Р.Ф.Х.О в 1872 г. и до конца своей жизни Н. Г. Егоров был одним из руководящих членов отделения. В 1884 г. Н. Г. Егоров был избран профессором физики Военно-медицинской Академии на ту самую кафедру, которую в своё время занимал В. В. Петров. В 1891—1892 гг. по инициативе Н. Г. Егорова при Военно-медицинской Академии была построена высоковольтная лаборатория им. В. В. Петрова с трансформатором на полмиллиона вольт. Н. Г. Егоров первый в России демонстрировал широкой аудитории волны Герца. После открытия рентгеновских лучей он организовал первую в России рентгенографическую лабораторию. Магистерская диссертация Егорова (1877 г.) посвящена исследованию электрического фотометра и носит электротехнический характер. Темой докторской его диссертации (1882 г.) явились «Атмосферические линии солнечного спектра». В 1883 г. ему удалось доказать, что фраунгоферовы линии *A* и *B* солнечного спектра принадлежат кислороду. В 1894 г. Н. Г. Егоров был приглашён Д. И. Менделеевым на работу в Главной палате мер и весов для организации там новых лабораторий. Эта работа так увлекла Н. Г. Егорова, что он всецело посвятил ей два последних десятилетия своей жизни. После смерти Д. И. Менделеева он сменил его на посту управляющего Палатой мер и весов. При введении в наше отечестве метрической системы по декрету Совнаркома РСФСР от 14 января 1918 г. Н. Г. Егоров мог с большим удовлетворением констатировать, что Палата мер и весов располагала в это время, благодаря его многолетним трудам, первоклассными эталонами электрических единиц. Н. Г. Егоров принимал деятельное участие в подготовке декрета и в проведении его в жизнь. В своих теоретических воззрениях в области электромагнитных явлений Н. Г. Егоров был, так же как и И. И. Боргман, убеждённым сторонником идей Фарадея и Максвелла. Это ярко сказалось в его популярных статьях «Электрический свет» (речь, прочитанная на торжественном акте Военно-медицинской Академии в 1889 г.), «Опыты Герца» (речь на VIII съезде русских естествоиспытателей и врачей), «Столетие электрического тока» и др.

Александр Львович Гершун (1868—1915 гг.) занимался вопросами электротехники в свои молодые годы. Впоследствии он стал большим специалистом по оплотехнике. Его главная заслуга — постановка в России производства стекла и оптических приборов. В качестве преподавателя электричества в Офицерских артиллерийских классах в Кронштадте А. Л. Гершун разрабатывал вопросы применения электротехники в военно-морском деле. В области электрофизики ему удалось показать, что штифт лампы Нернста особенно пригоден для воспроизведения «эффекта Эдисона» непосредственно в воздухе при атмосферном давлении. На это его исследование ссы-

ляется В. Ф. Миткевич в уже упомянутой нами большой работе по электрической дуге. А. Л. Гершуну принадлежит честь «открытия» забытых трудов В. В. Петрова. А. Л. Гершун, тогда ещё студент Петербургского университета, находясь во время каникул в Вильне, обнаружил в библиотеке Виленского университета экземпляр книги Петрова «Известие о гальванических опытах и т. д.» и сообщил о ней петербургским электрикам*).

Владимир Константинович Лебединский (1868—1937 г.) — исключительная и очень своеобразная фигура среди русских электриков. Свою почти 45-летнюю деятельность в качестве научного исследователя, блестящего преподавателя и замечательного популяризатора и пропагандиста научных знаний и идей Лебединский начал, тесно примыкая к кругу петербургских физиков и электриков конца прошлого века. Лебединский был учеником Боргмана в теории электромагнитных явлений, преемником Чиколева в своей литературной деятельности и горячим и убеждённым продолжателем дела А. С. Попова по развитию в России радиотехники. Кипучей деятельностью и энергии В. К. Лебединского СССР обязан созданием многочисленных теперь кадров в области радиотехники и осуществлением необходимых предпосылок для развития обширной научно-исследовательской работы в этой области. Большая литературная и организационная работа оставляли в распоряжении В. К. Лебединского лишь мало времени для полного развития его личных экспериментальных работ. Но и эти немногочисленные работы стояли, каждая в своё время, на высоте современности и отражали новые актуальные вопросы.

В молодые годы В. К. Лебединский исследовал свойства электрической искры — этого загадочного тогда звена первых генераторов электрических колебаний. Работа по исследованию поведения «элементарных магнетиков» в ферромагнитном теле в переменных магнитных полях относится к последним месяцам жизни В. К. Лебединского и напечатана в журнале «Электричество» одновременно с его некрологом**). По свидетельству близко знавших его, В. К. Лебединский никогда не ограничивался простым ознакомлением с новыми фактами и теориями, «а буквально всем своим существом переживал ту гигантскую творческую работу, то напряжение мысли, которые привели человечество к современным блестящим успехам творческого естествознания***). Эта черта нашла яркое выражение в тех многочисленных статьях, в которых он излагал новые открытия и представления в области электрофизики и в его годичных обзорах успехов в области электричества и его применений. Преподавательскую деятельность В. К. Лебединский начал в 1895 г. в

*) «Электричество», 1887 г. № 4, стр. 37—38. Заметка Н. Попова.

**) «Электричество», 1938 г. № 5, стр. 67—70.

***) Б. Остроумов, Памяти В. К. Лебединского, У. Ф. Н. 19, 441—447 (1938).

Электротехническом институте. В том же году была напечатана первая его экспериментальная работа «О некоторых опытах со спиралью Румкорфа». В 1916 г. Лебединский защитил диссертацию на степень магистра на тему «Возникновение электрической искры и светозлектрическое действие». При создании, по указанию В. И. Ленина, радиолaborатории в Нижнем-Новгороде (ныне гор. Горький) Лебединский принял деятельное участие в её организации, был председателем Научно-технического совета лабораторий и в 1919 г. переехал в Горький. С 1919 по 1925 г. Лебединский стоял в центре русской радиотехники. Редактировавшийся им журнал «Телеграфия и телефония без проводов» сыграл большую роль в развитии радиотехники в России. Он издавал также журнал «Радиотехник», доступный для понимания радиотехников-практиков и радиолюбителей. В 1921 г. В. К. Лебединский организовал съезд радиоспециалистов. Ему обязаны своим возникновением первые в СССР радиолюбительские кружки. С 1930 г. он руководил кафедрой физических основ радиотехники в Ленинградском институте железнодорожного транспорта.

В работах по исследованию электрической искры, положенных в основу его диссертации, Лебединский обнаружил новый факт, заключающийся в том, что в известных условиях ультрафиолетовые лучи, падая на искровой промежуток, не зажигают, а, наоборот, гасят искру, т. е. вызывают не понижение, а повышение пробойного напряжения. Последняя глава диссертации Лебединского озаглавлена «Закон нормального фотоэффекта и металлическая дисперсия. Электрическая постоянная металла». В этой главе Лебединский приходит к представлению, что по отношению к световым явлениям металл представляет собой среду с диэлектрической постоянной, равной нулю.

В напечатанной в 1938 г., уже после смерти В. К. Лебединского, его последней работе «Вариации явления Баркгаузена» описывается и объясняется ряд не подмеченных прежними исследователями деталей. Продолжение этих опытов обещало много интересного, в том числе и новые технические применения.

Но как ни интересны и оригинальны исследовательские работы В. К. Лебединского, они тонут в массе его научной и научно-популярной литературной деятельности. Ему принадлежит более 150 статей и более 200 книг и брошюр. По широте охватываемых вопросов, по глубине и оригинальности трактовки Лебединский является здесь совершенно исключительной личностью. Здесь мы встречаем и такие красивые и стройные обзоры, как «Теория электричества»*), «Физика в 1906 году»**), «Наука об электричестве за последние двадцать пять лет»***), «Принцип относительности в современной

*) «Электричество», 1911 г., № 1, стр. 17.

**) Там же, 1907 г., № 4, стр. 129—132.

***) Там же, 1906 г., № 2, стр. 17—22.

физике»*), «Электричество в атоме по современным воззрениям»**) и т. д. и т. д., и полные глубокого содержания статьи о трудах Э. Х. Ленца***), мастерски вскрывающие весь ход научной мысли последнего и много других. Эти статьи не только знакомят читателей с новыми идеями и достижениями в области физики, но и охватывают эти идеи с самых различных классических и новейших точек зрения и рисуют перед читателями широкие перспективы путей развития рассматриваемых вопросов и представлений в будущем. Из книг В. К. Лебединского особенного внимания заслуживают написанная в 1905 г. книга «Электромагнитные волны и основания беспроволочного телеграфа» — первый русский оригинальный труд на эту тему, курс «Электричество и магнетизм», разошедшийся в шести изданиях, брошюры «Электричество и радио», «Электричество на службе человечеству», «Элементарное учение об энергии». Большую роль сыграли вышедшие в 1911 г. под редакцией Лебединского сборники «Электромагнитные колебания и волны», содержащие основные классические и ведущие работы в этой области.

В заключение приведём для характеристики воззрений В. К. Лебединского на взаимоотношение между физикой и техникой следующие выдержки из его выступления на общем собрании Академии наук СССР в 1936 г.****). Это будет тем более уместно, что слова Лебединского как бы подытоживают роль русской электрофизики за рассмотренный нами в этом очерке период.

Упоминая о прежних очень неблагоприятных условиях царской России, он говорит: «Даже тогда физика по своей, присущей ей способности отвечать интересам техники, отвечала им. Например, возьмём 80-е годы прошлого века. Электротехника только начиналась. На чьих плечах она начиналась в бывшей России? Конечно, на плечах физиков. Физиками были все, начиная от монтера и кончая объяснителем, что такое электродвигатель постоянного тока... Возьмите 90-е годы, когда электротехника перешла к переменным токам, когда она стала гораздо труднее. На чьих плечах она шла? Конечно, на плечах физиков... В 1895 г. возникла радиотехника. Это мы тоже должны признать, — не только физик поднял на своих плечах эту технику, но она была у нас первой в мире. А. С. Попов, основатель радиотехники, не просто устроил приёмный приборчик, а дал, собственно, всё направление ближайшей радиотехнике... Дальше я напомним физиков, которые являются уже учениками А. С. Попова и которые Нижегородскую лабораторию с 1918 по 1928 года несли на своих плечах... Наше мышление не есть результат реше-

*) Там же, 1914 г., № 1, стр. 1.

**) Там же, 1915 г., № 1, стр. 2.

***) Ж. Р. Ф. Х. О., часть физическая, 36, 57 — 64 (1904), «Электричество», 1895 г., № 11/12, стр. 153—161.

****) Изв. АН СССР, ОМЭН, за 1936 г., стр. 251—254.

ния: давайте перейдём от физики к технике. И то и другое есть нечто целое; техника есть часть того мировоззрения, которое называется физикой».

Имея в виду первую работу Френеля, Лебединский говорит: «Такие единичные работы типичны. Они иногда принадлежат большим гениям. Они сразу принадлежат и науке и технике». Можно смело сказать, что и сам В. К. Лебединский, равно как и Чиколев, Яблочков, Лодыгин, Попов, Славянов и ряд других славных русских имён, «сразу принадлежали и науке и технике», и только крайне неблагоприятные, иногда прямо убийственные, русские условия XIX в. и той среды, в которой они жили и творили, помешали им ещё шире и полнее развить свою деятельность и дать ещё больше того, что они дали. Тем более должны мы ценить всё сделанное этими крупными русскими людьми.
