



Пророк в своём Отечестве



Николай ГРИГОРЬЕВ

Nikolai D. GRIGORIEV

The Prophet in his Homeland
(текст статьи на англ. яз. –
English text of the article – p. 244)

Более полувека имя первооткрывателя электрической дуги одни предпочитали небескорыстно не вспоминать, другие считали зазорным поднимать на щит академика-простолюдина, да ещё и не признающего приоритета учёных-чужеземцев в российской науке. Лишь случай дал толчок к восстановлению исторической справедливости – и сегодня Василий Петров почитаем как основоположник отечественной электротехники.

Ключевые слова: электротехника, Василий Петров, электрическая дуга, батарея, гальвани-вольтовские опыты, люминесценция, история.

Григорьев Николай Дмитриевич – кандидат технических наук, доцент кафедры электроэнергетики транспорта Российского университета транспорта, Москва, Россия.

Первый российский электротехник, академик Российской Императорской академии наук, профессор Санкт-Петербургской медико-хирургической академии (ныне Военно-медицинская академия) Василий Владимирович Петров родился 19 июля (8 по старому стилю) 1761 года в Обояни Белгородской губернии (с 1796 г. – в Курской губернии) в семье приходского священника.

Грамоте и счёту его обучал отец дома. Первоначальное образование он получил в церковно-приходской школе, затем был определён в Харьковский коллегиум, где преподавались естественные, гуманитарные науки и иностранные языки.

ТОЧНЫЕ МЕХАНИКИ СТРОИЛИ ПРИБОРЫ

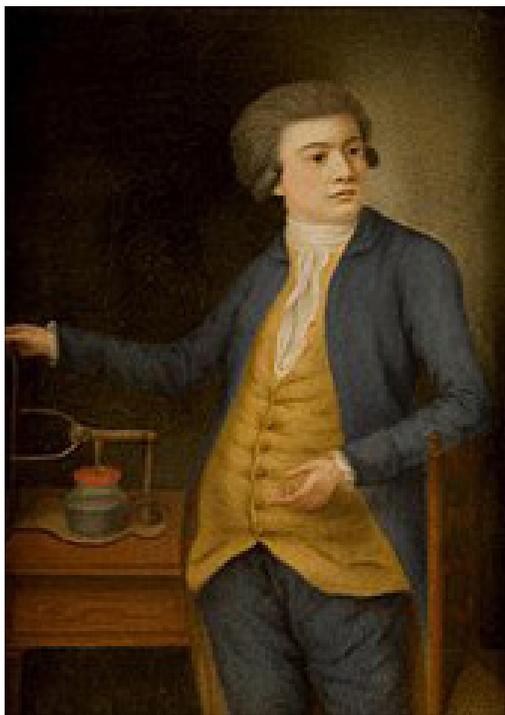
В 1785 году для продолжения учёбы он переехал в Санкт-Петербург, из-за отсутствия достаточных средств поступил «на казённый счёт» в Учительскую семинарию (позднее преобразованную в институт), которая готовила учителей начальных школ. Одновременно с обучением Петров начинает преподавать математику и физику в столице. В 1788 году комиссия по

народному образованию направил его на Алтай в Барнаул. Там он вёл занятия по физике, математике, русскому и латинскому языкам в Горном училище при крупнейших Кольвано-Воскресенских горных заводах.

После окончания обусловленного срока работы Василий Владимирович в 1791 году возвратился в Санкт-Петербург. С 1791 по 1797 год он преподавал математику и русский стиль в Инженерном кадетском училище при Измайловском полку и с 1793 года — физику и математику в Главном врачебном училище при Военно-сухопутном госпитале. В 1795 году при преобразовании этого училища в Медико-хирургическую академию он после блестящей «пробной лекции» получил звание экстраординарного (сверхштатного) профессора математики и физики. В 1802–1827 годах учил физику и математике в Императорской Академии художеств и являлся профессором физики Второго кадетского корпуса в Санкт-Петербурге, где готовили офицеров для артиллерии и инженерной службы в русской армии.

Преподавание физики Петров вёл по собственному письменному руководству, сопровождая свои лекции специально поставленными опытами и демонстрациями. Особенно хорошо были подготовлены опыты для раздела электричества. Под редакцией русского профессора в 1807 году был издан перевод учебника Шрадера «Начальные основания физики для употребления в гимназиях». В нём им переработана и дополнена опять же глава об электричестве. Этим учебником, широко распространённым в России, пользовались до начала 30-х годов XIX века.

Получив в 1799 году в Медико-хирургической академии кафедру математики и физики, которую он занимал в течение 34 лет, Петров для учебных демонстраций и научных исследований создал первый в России и один из лучших для того времени в мире физический кабинет. Кафедральный кабинет непрерывно пополнялся новыми оборудованием и приборами, которые покупались у отдельных ученых и за границей. Более того, он сам, а также по его заданиям и эскизам в течение многих лет Санкт-Петербургский стекольный



завод и точные механики создавали физическую аппаратуру.

К концу карьеры учёного образцовый физический кабинет размещался в нескольких комнатах и в списке числился 631 прибор (не считая мелких приспособлений, деталей и инструментов), из которых около 250 относились к опытам по электричеству и магнетизму. Василий Петров добился включения в преподавание физики лабораторных работ (практикума) и настоял на том, чтобы преподаватели со студентами непрерывно вели научные эксперименты в физическом кабинете. Петров содействовал устройству таких кабинетов в других высших учебных заведениях: часть приборов передал Вилейскому (Вильнюсскому) университету и Московскому отделению Медико-хирургической академии.

Первая его научная работа «Собрание физико-химических новых опытов и наблюдений Василия Петрова, профессора физики при Академии Санкт-Петербургской медико-хирургической и свободных художеств. Часть первая, в Санкт-Петербурге, в типографии Государственной Медицинской коллегии, 1801 года» относится к теории горения. В XVII–XVIII веках, по представлению сторонников теории флогистона (Макор, Шелен и др.),





Гальваническая батарея конструкции Петрова. Ящик был сделан из красного дерева и длина его составляла около трёх метров.

вещества при горении и обжиге якобы теряют свою составную часть «начало горения». Он опытами подтвердил справедливость кислородной теории горения французского химика А. Л. Лавуазье: горение твёрдых и жидких веществ происходит только в присутствии кислорода воздуха или входящего в них, если горение происходит в «безвоздушном месте» (в разреженном воздухе).

Одновременно Петров описал проделанные им эксперименты по определению предельной температуры, при которой фосфор перестаёт светиться или медленно гореть в чистом атмосферном воздухе. Доказал, что причина свечения плавикового шпата (минерала флюорита, подкласса фторидов) иная, чем у фосфора, изложил соображения о причинах возгорания калия при соприкосновении с водой, окисления металлов и т.п.

За этот учёный труд Василий Петров в 1802 году был удостоен звания ординарного (штатного) профессора, а в 1808-м — академика Медико-хирургической академии. Столь лестное и обязывающее звание ему было присвоено правительственным указом.

УДАР ТОКОМ СМЕРТЕЛЕН

Почти до конца XVIII века учёные разных стран занимались изучением явлений статического электричества. В 1791 году итальянский анатом и физиолог Л. Гальвани опубликовал результаты исследования электрического явления при мышечном сокращении («животное электриче-

ство»). Незначительная интенсивность и слабые по сравнению со статическим электричеством эффекты были причиной того, что интерес вокруг объяснений учёного поддерживался не развитием опытов и накоплением данных, а полемикой между сторонниками его идей (преимущественно врачами и биологами) и противниками (по преимуществу физиками). Тяга к гальванизму объяснялась созданием в 1800 году итальянским же физиком и физиологом А. Вольта первого химического источника электродвижущей силы (электрического генератора), посредством которого можно было значительно усилить действия, описанные Гальвани, и обеспечить непрерывное проявление причины этих действий (электрического тока) в проводниках в течение длительного времени.

Петров вначале проводил опыты на вертикальном вольтовом столбике из 100 цинковых и 100 медных кружков диаметром 10 дюймов (0,254 м), приобретённым в Европе. Затем он пришёл к выводу, что наиболее полное и всестороннее исследование гальванических явлений возможно при наличии более мощного источника электрической энергии. По его проекту инструментальный механик академической палаты англичанин И. Меджер к апрелю 1802 года создал огромную батарею из 4200 медных и цинковых кружков диаметром 1,4 дюйма (35 мм) и толщиной около одной десятой дюйма (2,5 мм). Между каждой парой металлических пластин прокладывались картон-

ные кружочки, смоченные раствором нашатыря.

Батарея из 2100 медно-цинковых элементов, соединённых последовательно, располагалась горизонтально ребром в четыре ряда в прямоугольном ящике из красного дерева длиной 10 футов (3,048 м). Общая длина гальванической батареи составляла около 12,2 м. В то время это был крупнейший в мире источник электрической энергии. При горизонтальной конструкции тяжестью верхних слоёв пластин не выдавливалась жидкость из нижних картонных прокладок. Именно это приводило к ослаблению действия первой батареи из 100 элементов и препятствовало созданию больших по размеру источников тока. Дно, стенки ящика и разделяющих перегородок были покрыты толстым слоем сургучного лака и промасленной бумагой. Секции батареи соединялись между собой проволочным проводником, изолированным сургучом. При наличии изоляции проявлялось заметно более сильное действие батареи при одинаковых прочих условиях.

Измерительных приборов ещё не было. Петров в качестве индикатора силы действия батареи использовал собственный палец со срезанной кожей. Оголённые концы проводов разной полярности он подносил к ране. Чем больше и неприятнее оказывалось прикосновение, тем, по его мнению, была мощнее батарея. По современным данным [5] электродвижущая сила батареи составляла 2000–1650 В, ток короткого замыкания – 0,2–0,1 А, максимальная полезная мощность – 85–60 Вт. Когда учёный попытался «измерить» мощность батареи, то получил электрический удар током и потерял сознание. Он остался жив благодаря большому внутреннему сопротивлению источника электрической энергии.

Таким образом в 1802 году им была открыта смертельная опасность поражения человека электрическим током, о чём он сообщил в своём труде «Известие о гальвани-вольтовых опытах, которые производил профессор физики Василий Петров, посредством огромной батареи, состоявшей иногда из 4200 медных и цинковых кружков и находящейся при Санкт-Петербургской медико-хирурги-

ческой академии. В Санкт-Петербурге, в типографии Государственной Медицинской Коллегии, 1803 год». Эта публикация была переиздана в 1936 [8] и 1956 годах [9].

В первой книге по электротехнике, изданной на русском языке за казённый счёт, учёный подробно описал способы изготовления гальванической батареи, ухода за ней, методику экспериментов, результаты своих разнообразных опытов и привёл рекомендации по практическому применению электричества. Отдельная глава книги посвящена действию тока на организм человека и животных и даны рекомендации для врачей. Созданная им электрофизическая лаборатория позволила с середины XIX века профессорам Военно-медицинской академии Н. Г. Егорову, В. В. Лебединскому, А. В. Лебединскому, Н. П. Хлопину, С. А. Лебедеву развернуть серьёзные исследования в области использования электричества для лечения больных людей [2].

«КУРСКАЯ ДУГА»

Мощный источник тока помог Петрову в течение короткого срока провести множество исследований, открывших разнообразные пути применению электричества. Первые публичные опыты он проводил 29 мая (17 по старому стилю) 1802 года в присутствии Медицинской коллегии (по современной терминологии – министерство) и многих знаменитых особ.

Батарея была настолько мощной, что при разрыве её цепи возникали искры. В случае размещения в месте разрыва древесных угольков (хорошо проводящих ток) на расстояние от одной до трёх линий (2,54–7,62 мм) при прохождении электрического тока рождалось пламя. Свойства этого свечения он исследовал и обнаружил возможность его использования для освещения, а высокую температуру, возникающую в вольтовой дуге с металлическими электродами, – для плавления, сварки и восстановления металлов из их окислов. Учёный получил свинец, олово и ртуть в чистом виде из шихты с их окислами и порошком древесных углей, салом и выжатыми маслами (с углеродом, но в своеобразных формах и соединениях).



Электрическая дуга Петрова в последующем активно применялась отечественными учёными: П. Л. Шиллингом — при создании электрического запала для воспламенения подводных мин [10]; П. Н. Яблочковым и В. Н. Чиколевым — для освещения [11–12]; Н. Н. Бенардосом и Н. Г. Славяновым — для сварки и резки металлов [13, 14]. В XIX веке в электросвязи нашли себе место дуговые генераторы незатухающих электромагнитных колебаний, с помощью которых на радиостанциях получали электромагнитные волны частотой до нескольких сотен килогерц. Ныне это открытие используется в дуговых источниках света (мощных прожекторах), электросварке, электрометаллургии, где дуговые электрические печи производительностью от долей до сотен тонн служат для выплавки чугуна, высоких сортов стали, сплавов и других металлов. Они применяются также в производстве абразивных материалов, карбида кальция и многих других видов продукции.

Английский химик и физик Х. Дэви (Г. Дейви) наблюдал электрическое свечение на шесть лет позже Петрова в 1808 году [5–7]. В сочинении «Элементы химической философии» (1812 г.) он сообщил о своих опытах с электрической дугой. Причём ученый не претендовал на их оригинальность и допускал, что это же сделано до него иностранным физиком. Однако долгое время именно ему приписывалось открытие вольтовой дуги.

Петров применял разнообразные электроды: древесно-угольные, графитовые, медные, железные, серебряные, золотые, оловянные, марганцевые и др. Он наблюдал явления между электродами, находившимися в воздухе, разряженной среде и различных жидкостях. Им впервые была правильно определена степень электропроводности древесного угля, льда, серы, фосфора, растительных масел, выявлены их физико-химические и изоляционные свойства, установлено значение изоляции для электрических проводников при высоком напряжении и применено покрытие металлических проводников изолирующим слоем. Разработанный учёным принцип покрытия поверхности проводника изоляционным материалом и сегодня используется при изготовлении изолированных проводов и кабелей.

Петровым была первым определена закономерность электрической цепи: сила тока в проводнике возрастает с увеличением толщины, площади его поперечного сечения. Плюс к тому ему удалось обнаружить, что через вещества, обладающие большим электрическим сопротивлением (именно он опять же ввёл в электротехнику этот термин), гальвани-вольтовая жидкость (по современной терминологии электрический ток) может протекать при увеличении количества элементов, т.е. повышении напряжения. Таким образом, Петров на 25 лет раньше немецкого физика Г. С. Ома установил, что электрический ток прямо пропорционален напряжению и площади поперечного сечения проводника [15].

Учёный подробно исследовал влияние температуры на величину ЭДС батареи и на характер сопровождающих её действие явлений и химических процессов. Он убедился, что крайние металлические кружки батареи служат лишь проводниками электричества, действие её основано на химических процессах, происходящих в гальваническом элементе между металлами (медь–цинк) и электролитом, а окисление и загрязнение поверхности металлических кружков вызывает ослабление тока.

Петров впервые применил параллельное соединение электродов для демонстрации явления электролиза в нескольких трубках с водой, растительными маслами, алкоголем и т.п., происходящего при одновременном пропускании электрического тока через жидкости от одной медно-цинковой пары. Он установил зависимость интенсивности свечения (тлеющий, искровой, дуговой разряды) от упругости окружающего воздуха — материала, формы и полярности электродов, а также от расстояния между ними. Длина искры от вольтова столба в безвоздушном пространстве значительно короче, чем при разрядах электростатической машины, и происходит мгновенное заряджение огромных лейденских батарей посредством небольшого вольтова столба или их медленное заряджение сильными электростатическими машинами. Позднее, спустя 30 лет, исследованиями этих явлений занимался английский физик

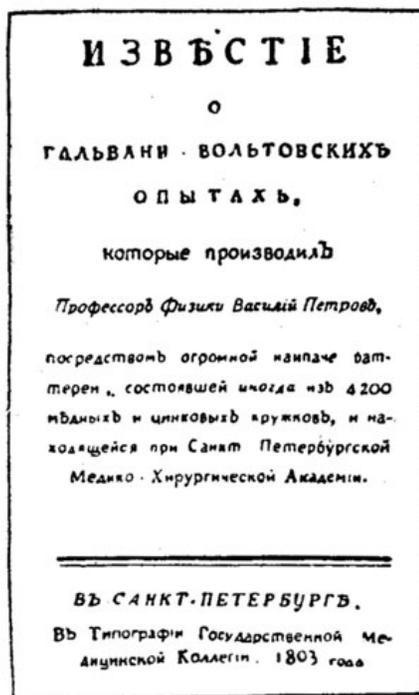
М. Фарадей. Химическое действие тока (электролиз) русский электротехник Б. С. Якоби применил в гальванопластике и гальваностегии [16], которые и сейчас востребованы в полиграфии, медальерном деле и т.п.

Исследования Петрова выдвинули его в ряды выдающихся учёных страны. Он в 1803 году избран членом-корреспондентом, затем адъюнктом (помощником), экстраординарным (сверхштатным), а в 1815 году — ординарным (штатным) академиком по предмету опытной физики Российской Императорской академии наук. В 1814 году Василия Владимировича назначили заведующим физическим кабинетом, он был им до 1828 года.

О ФОСФОРАХ ПРОЗЯБАЕМОГО ЦАРСТВА

Английский физик и врач В. Гильберт (У. Гильберт) безуспешно пытался наэлектризовать металлы, не изолируя их. Поэтому он пришёл к ошибочному выводу о невозможности электризации металлов трением. В 1804 году Петров в третьей своей книге «Новые электрические опыты профессора физики Василия Петрова», перепечатанной в 1956 году [9], доказал возможность электризации изолированных металлов трением и описал серию проведённых экспериментов по электризации ртути и других веществ путём встряхивания их в стеклянных сосудах. Он показал, что особенно эффективным способом электризации металлов и человеческого тела является стегание их выделанным мехом некоторых животных.

Учёный справедливо писал при этом и о неустойчивости явлений электризации, влиянии на их интенсивность, состояния поверхности тел, их размеров и температуры, а также влажности окружающего воздуха. Он усовершенствовал конструкцию прибора для получения статического электричества (электрофора), основание из смолы заменил просушенной мягкой байковой тканью, сложенной в четыре слоя, и дал правильное представление об общности и различии в проявлениях статического и гальванического электричества: они обусловлены определёнными физико-химическими процессами.



Титульный лист мемуара В. В. Петрова «Известие о гальвани-вольтовских опытах».

Для изучения явления статического электричества в разряженном воздухе и атмосфере различных газов Петров построил электростатическую машину, помещавшуюся под колоколом воздушного насоса. Установленный там же термометр фиксировал интенсивность электрических разрядов при различных температурах. Он обнаружил возрастание электрической проводимости воздуха при его нагревании и образование окислов азота при электрических разрядах в воздухе. Произвёл исследования тлеющего, искрового и дугового электрических разрядов в вакууме. Им была найдена зависимость этих явлений от материала, формы и полярности электродов, расстояния между ними и степени разряда. Ему также принадлежат интересные опыты по наблюдению за свечением разряженных газов при прохождении через них электрического тока.

Изучением люминесценции (свечение фосфора и т.п.) занимались Л. Эйлер, Т. Гротхус и др. Но они не приводили количественных оценок. Исследования этого явления Петров продолжал в течение 40 лет, начав их ещё в конце XVIII века. Его взгляды на природу люминесценции



содержатся в книге «О фосфорах прозябаемого царства и об истинной причине свечения гнилых деревьев».

Он вначале изучил свечения гниющих растений, Ивановых червячков, мяса и рыбы, а затем свечение фосфора. Учёный установил, что никакого влияния на процесс свечения минералов присутствие или отсутствие кислорода не оказывало, что свечение их возбуждалось другой причиной — длительным облучением солнечным светом. Ему удалось познать различие между хемилюминесценцией (свечение некоторых веществ, возникающее при химических реакциях), биолюминесценцией (испускание света живыми организмами при их переходе от окисленной формы в основное состояние) и фотолюминесценцией (свечение веществ, возбуждённых светом). В настоящее время после исследований академика С. И. Вавилова явления люминесценции составляют один из отделов оптики и нашли применение в виде светящихся составов и газоразрядных источников света в электрических лампах низкого давления [19].

В течение многих лет Василий Владимирович возглавлял метеорологические исследования, проводившиеся Санкт-Петербургской академией наук. Помимо собственных наблюдений, он обрабатывал данные метеорологических журналов, поступавших в Российскую академию наук из разных городов страны. Многочисленные физические, химические и метеорологические труды академика Петрова опубликованы в изданиях Академии наук («Умозрительные исследования Императорской Академии наук» за 1808—1819 годы, «Труды Академии наук» за 1821—1823 годы, «Технологический журнал» за 1810—1826 годы). Однако немало его работ остались неопубликованными, сохранились лишь в архиве Академии наук или утеряны.

С 1830 года Петров оказался вынужденным почти совсем прекратить занятия наукой, сначала вследствие потери зрения, пока боролись с катарактой на обоих глазах и вынуждены были прибегнуть к операции, а потом из-за наступления болезненной старости. Из Медико-хирургической академии он был уволен в феврале 1833 года.

ЧТО ИМЕЕМ, НЕ ХРАНИМ

Василий Владимирович Петров скончался 3 августа (22 июля по старому стилю) 1834 года в возрасте 73 лет. Он имел чин действительного статского советника (гражданский чин 4-го класса, который давал потомственное дворянство) и был почётным членом Эрлагенского физико-медицинского общества в Германии (избран в 1810 г.), Виленского университета (избран в 1829 г.) и Медико-хирургической академии.

Его смерть прошла незаметно, не отмечена ни Медико-хирургической академией, где он трудился около 40 лет и организовал преподавание физики как отдельной дисциплины, ни Российской Императорской академией наук, где проработал около 30 лет. Учёному не был установлен надгробный памятник, достоверного портрета до сих пор обнаружить не удалось, а все наблюдения и открытия оставались более 50 лет неизвестными.

Причин множество. Если бы труды академика Петрова были напечатаны на латыни, он сразу же стал бы всемирно известным электротехником. Кроме того, он не был знатного происхождения, а немецкая группа Санкт-Петербургской академии (Л. Ю. Крафт, Н. И. Фукс, Г. И. Паррот и др.), пользовавшаяся покровительством императора Александра I, шла на любые уловки, чтобы выставить русского коллегу нерадивым сотрудником.

Крафт отказался представить Санкт-Петербургской академии наук книгу Петрова «Известие о гальвани-вольтовых опытах...», как того требовали правила, а в 1805 году опубликовал статью «О гальваниевых опытах», в которой написал, что первооткрывателем электрической дуги является механик академических мастерских Меджер.

Не почитался в то время разночинец, да ещё с независимыми суждениями, открыто критиковавший косность, рутину и непорядки в Императорской Академии наук. В знак протеста Петров в 1825 году демонстративно отказался участвовать в похоронах императора Александра I. После этого он был отстранён от руководства Физическим кабинетом Санкт-Петербургской академии наук (за-

ведущим был назначен академик по кафедре прикладной математики Паррот), его труды были запрещены к печатанию.

На труды Петрова через 52 года после его смерти, в 1886 году обратил внимание студент Санкт-Петербургского университета А. Л. Гершун (впоследствии известный профессор физики). Во время летних каникул, работая в публичной библиотеке Вильно (ныне Вильнюс), он обнаружил книгу неизвестного ему профессора Петрова «Известие о гальвани-вольтовых опытах...». Гершун рассказал о находке своим товарищам и столичным физикам. Сотрудник лаборатории Санкт-Петербургского университета Н. В. Попов в 1887 году в журнале «Электричество» напечатал статью о находке студента. Труды Петрова стали изучаться. Оказалось, что им был выполнен целый ряд ценных исследований в различных областях физики и химии и что его работы являются оригинальными, передовыми для своего времени, представляющими не только исторический, но и большой реальный научный интерес.

В 1893 году Русское физико-химическое общество в особом экстренном собрании чествовало память академика В. В. Петрова по случаю исполнившегося столетия со дня начала его преподавательской деятельности в Военно-Медицинской академии. В 1902 году на собраниях научных обществ отмечено столетие открытия вольтовой дуги, а в 1934 году были организованы мероприятия по увековечению памяти учёного в связи со столетием со дня его смерти.

Могила его была затеряна. Впоследствии, почти через 100 лет, профессор Н. Н. Георгиевский наконец отыскал заброшенное захоронение Петрова на Смоленском кладбище в Санкт-Петербурге. Могилу привели в порядок и на ней появился памятник-обелиск академику.

Увековечили памятник земляка и на его родине в городе Обояни, где центральная площадь носит имя В. В. Петрова.

Он положил начало новой науке — электротехнике, которая вот уже два

с лишним столетия занимается вопросами электрических и магнитных явлений. Он был преемником и продолжателем трудов М. В. Ломоносова в области экспериментальных исследований физических и химических процессов, а также в борьбе за самостоятельное развитие русской науки и культуры. И эту его миссию нам надо чтить и помнить.

ЛИТЕРАТУРА

1. Елисеев А. А. Василий Владимирович Петров. — М.-Л.: Госэнергоиздат, 1948. — 180 с.
2. Кудрявцев Б. Б. Василий Владимирович Петров. Его жизнь и деятельность. — М.: Гостехиздат, 1952. — 96 с.
3. Петров Василий Владимирович // Большая Советская энциклопедия. — 2-е изд. — Т. 32. — М.: БСЭ, 1955. — С. 595–596.
4. Петров Василий Владимирович // Советский энциклопедический словарь. — М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1985. — С. 993.
5. Веселовский О. Н., Шнейберг Я. А. Очерки по истории электротехники. — М.: Изд-во МЭИ, 1993. — 252 с.
6. Шателен М. А. Русские электротехники второй половины XIX века. — М.-Л.: Госэнергоиздат, 1949. — 379 с.
7. Шателен М. А. Русские электротехники XIX века. — М.-Л.: Госэнергоиздат, 1955. — 432 с.
8. Сборник к столетию со дня смерти первого русского электротехника академика Василия Владимировича Петрова (1761–1834). — М.-Л.: ОНТИ, 1936. — 196 с.
9. Петров В. В. Избранные труды по электричеству / Под ред. Л. Д. Белькинда. — М.: Гостехиздат, 1956. — 290 с.
10. Григорьев Н. Д. Телеграф Шиллинга для железных дорог // Мир транспорта. — 2011. — № 2. — С. 184–190.
11. Григорьев Н. Д. Яркий луч впереди паровоза // Мир транспорта. — 2014. — № 5. — С. 236–245; № 6. — С. 224–237.
12. Григорьев Н. Д. В ожидании «электроходов» // Мир транспорта. — 2010. — № 2. — С. 176–183.
13. Григорьев Н. Д. Дугой он резал рельс // Мир транспорта. — 2012. — № 2. — С. 192–201.
14. Григорьев Н. Д. Спасённые звонят колокола // Мир транспорта. — 2014. — № 2. — С. 244–256.
15. Основы теории цепей. — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 528 с.
16. Якоби Борис Семёнович // Советский энциклопедический словарь. — М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1985. — 1567 с.
17. Академик В. В. Петров (1761–1834) // К истории физики и химии в России в начале XIX в.: Сборник статей и материалов / Под ред. С. И. Вавилова. — М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1940. — 250 с.
18. Григорьев Н. Д. «Кривая Фауста без примесей Мефистофеля» // Мир транспорта. — 2016. — № 1. — С. 246–254.
19. Григорьев Н. Д. Бесконечный талант // Мир транспорта. — 2015. — № 3. — С. 266–281. ●

Координаты автора: **Григорьев Н. Д.** – (495) 684–21–19.

Статья поступила в редакцию 31.01.2018, принята к публикации 02.04.2018.

