

DOI: 10.18721/JEST.240316
УДК: 621.3 (09)

Б.И. Иванов

Санкт-Петербургский филиал Института истории естествознания и техники
имени С.И. Вавилова РАН, Санкт-Петербург, Россия

ВКЛАД УЧЕНЫХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА XVIII–XIX ВЕКОВ В РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

В XVIII–XIX веках в Санкт-Петербурге работали крупные ученые и инженеры, которые внесли заметный вклад в развитие электротехники. В статье обсуждается вклад ученых Санкт-Петербурга в развитие электротехники в столичный период истории города. Это были в XVIII веке профессор Рихман и адъюнкт Ломоносов, занимавшиеся исследованием атмосферного электричества, в конце XVIII века и начале XIX века – В.В. Петров, работавший в медико-хирургической академии, создавший свою школу и соорудивший крупнейшую по тому времени гальваническую батарею. Петров своим исследованием положил начало работам по практическому применению электричества. Большой вклад в развитие электротехники внесли отечественные ученые Э.Х. Ленц и Б.С. Якоби в 30-е – 40-е XIX века, сыгравшие огромную роль в создании петербургской электротехнической школы. Во второй половине XIX века их ученики и последователи разработали своими трудами практическую и научную электротехнику.

Ключевые слова: электротехника в Санкт-Петербурге, исследования В.В. Петрова, начало работ по практическому применению электричества, первый электродвигатель Б.С. Якоби, успехи представителей школы Якоби–Ленца.

Ссылка при цитировании:

Б.И. Иванов. Вклад ученых Санкт-Петербурга XVIII–XIX веков в развитие электротехники // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. 2018. Т. 24. № 3. С. 197–211. DOI: 10.18721/JEST.240316.

B.I. Ivanov

St. Petersburg branch of the Institute for the history of science and technology,
St. Petersburg, Russia

THE ROLE OF ST. PETERSBURG SCIENTISTS OF THE XVIII–XIX CENTURY IN THE DEVELOPMENT OF ELECTROMACHINERY

Major scientists and engineers who had made significant contributions to the development of electrical engineering worked in St. Petersburg in the XVIII and XIX centuries. This article discusses the contribution of scientists of St. Petersburg to the development of electrical engineering during the period when the city was the capital. In the XVIII century it was professor Richman and adjunct professor Lomonosov, who studied atmospheric electricity. At the end of the 18th century and the beginning of the XIX century it was V.V. Petrov, who worked at the Medical and Surgical Academy, created his own school and also built a

galvanic battery that was the largest of its time. Petrov with his research began work on the practical use of electricity. Great contributions to the development of electrical engineering were made by Russian scientists E.H. Lentz and B.S. Jacobi in the 1830s–1840s. Lentz and Jacobi played a major role in creating the electrotechnical school in St. Petersburg. In the second half of the 19th century, their students and followers developed their works of practical and scientific electrical engineering.

Keywords: electrical engineering in St. Petersburg, V.V. Petrov's Research, the practical use of electricity, B.S. Jacobi the first electric motor, the Success of the representatives of this school.

Citation:

B.I. Ivanov, The role of St. Petersburg scientists of the XVIII–XIX century in the development of electromachinery, *St. Petersburg polytechnic university journal of engineering science and technology*, 24(03)(2018) 197–211, DOI: 10.18721/JEST.240316.

Электротехника в Санкт-Петербурге была одной из ведущих отраслей науки и промышленности. Российская столица рано откликнулась на потребность в изучении электричества, исследованием которого начиная с XVIII века занялись ученые разных стран [1, с. 1]. Именно к XVIII веку относятся работы профессора Болонского университета Л. Гальвани, длительное время изучавшего действие статического электричества на живую ткань и использовавшего в качестве своеобразного датчика лапки препарированных лягушек. Он доказал тем самым существование биоэлектричества. Его современник и соотечественник физик А. Вольта открыл контактную разность потенциалов, возникающую при соприкосновении двух разнородных проводников и создал в 1799 году первый источник электрического тока – «вольтов» столб, получивший впоследствии название гальванического элемента.

К XVIII веку относится и начало исследований электричества российскими учеными, положенное призывом академика Петербургской академии наук Л. Эйлера, прозвучавшим еще в 1744 г., «исследовать причину электричества». Эта миссия была возложена на отечественного ученого, получившего звание профессора, Г.В. Рихмана и адъюнкта М.В. Ломоносова [1 с. 2]. Ареной будущих основных работ в области электротехники стал физический кабинет Петербургской академии наук, созданный одновременно с основанием Академии в 1725 г.

«Громовые машины» Рихмана и Ломоносова

Работы по экспериментальной физике начались после появления в 1733 году на кафедре физики Академии Г.В. Крафта, действовавшего в тесном контакте с теоретиками Д. Бернулли и Л. Эйлером. Ему принадлежит первый учебник по физике «Начальные основания учения о природе», в котором были изложены и проблемы магнетизма. После ухода Крафта кафедру физики возглавил Рихман. Благодаря его усилиям физический кабинет Академии наук превратился в научно-исследовательский центр по экспериментальной физике. Стремясь пополнить кабинет современным оборудованием, Рихман сам конструировал новые приборы. Но главным его делом стало изучение электричества. В первую очередь Рихман создал «указатель электричества», а изобретенный к тому времени конденсатор – лейденская банка – подсказал ему путь к другому принципиальному шагу – применению усилителя. Лейденская банка, сконструированная с указателем, делала его более чувствительным и точным. Узнав в 1750 году об опытах американского физика Б. Франклина с атмосферным электричеством, Рихман летом 1752-го изготовил экспериментальную установку для изучения атмосферного электричества. Она состояла из металлического прута, возвышающегося над кровлей дома (5-я линия Васильевского острова) и соединенного с указа-



телем электричества; установка была изолирована от земли. В мае 1753 года Рихман провел чрезвычайно удачные опыты, отметив: чем меньше время отделяло гром от молнии, тем на больший угол отклонялась нить указателя. Это подтверждало предположение о зависимости напряженности электрического поля от расстояния до его источника. 26 июля того же года Рихман наблюдал за указателем электричества, находясь вблизи металлического прута. Рядом стоял гравер И.А. Соколов, приглашенный для зарисовки опыта. Неожиданно, как описано в «Санкт-Петербургских ведомостях» от 3 августа 1753 г., «из прута без всякого прикосновения вышел бледно-синеватый огненный клуб с кулак величиною, шел прямо ко лбу профессора, который в самое то время, не издав ни малого голоса, упал назад, на стоявший позади него сундук. В самый же тот момент последовал такой удар, будто из малой пушки выпалено было». Оглушенный Соколов также упал, но быстро вскочил и выбежал из дома. Жена Рихмана, первая обнаружившая бездыханного мужа, послала за М.В. Ломоносовым. Вызванные врач и полицейские констатировали смерть. В тот же день Ломоносов написал фавориту императрицы И.И. Шувалову письмо, в котором призвал не истолковывать неожиданную гибель ученого против продолжения научных исследований: *«Не думаю, чтобы внезапным поражением нашего Рихмана натуру испытующие умы устрашились и электрической силы в воздухе законы изведовать перестали»* [1, с. 4].

Сам Ломоносов продолжал исследования атмосферного электричества. Как и Рихман, он создал собственные «громовые машины» в 1752 году: одну – в своем доме на 2-й линии Васильевского острова, другую – под Ораниенбаумом, на Усть-Рудицкой фарфоровой фабрике. 26 ноября 1753 года на публичном собрании Академии наук Ломоносов прочитал (по-русски) свое «Слово о явлениях воздушных», где впервые указал, что образование гро-

зы всегда связано с присутствием вертикальных восходящих воздушных потоков вследствие нарушения равновесия в атмосфере, нагреваемой солнцем. Он также впервые правильно предположил, что электрические заряды распределяются мельчайшими капельками по всему объему облака. Применяв методику Рихмана, Ломоносов показал, что электрическое поле в атмосфере существует не только во время грозы, но и при ясной безоблачной погоде, подтвердил полное тождество природы молнии и электрической искры, высказал убеждение в электрической природе северного сияния. Одним из первых он пришел к выводу о необходимости широкого применения громоотводов.

В 1756 году, обобщив исследования атмосферного электричества и представления ученых XVIII века об искусственном электричестве, которое возникало в основном от трения, Ломоносов в своей книге «Теория электричества, изложенная математически» (написана по-латыни), делает окончательный вывод о тождестве природного и искусственного электричества.

В 1757 году руководителем физического кабинета и кафедры физики назначается Ф.У. Эпинус, который изучает электро- и магнитостатические явления. Нагревая минерал турмалин, он обнаруживает возникновение электрических зарядов – пирозлектричество. Ученый создал конструкции первого воздушного конденсатора и электрофора, а в своем фундаментальном труде «Опыт электричества и магнетизма» (1759) впервые доказал сходство электрических и магнитных явлений, заложил основы теории электростатической и магнитной индукции, разработал теорию лейденской банки, подтвердившую предположение Рихмана о характере процесса ее заряда. Занимался Эпинус и громоотводами. Рихман, Ломоносов и Эпинус выполнили теоретическую разработку грозозащитных устройств. Мысль о защите людей от грозы зародилась еще в древности.

Римские легионеры во время стоянок втыкали для этого в землю остриями вверх свои бронзовые копья. Однако защита людей и строений от разрушительного действия атмосферного электричества стала системой только со второй половины XVIII века с помощью молниеотводов, первые конструкции которых были созданы Франклином. В России это произошло в августе 1772 года, когда вышло высочайшее повеление установить громоотвод на колокольне Петропавловского собора, который в результате удара молнии в 1756 году «*Божшим благословением... совсем сгорел*». Вскоре столица России обзавелась десятками громоотводов.

Школа В.В. Петрова

Дальнейшие работы по изучению электричества связаны с именем В.В. Петрова [1, с. 7]. В 1791 году Петров получил назначение преподавателем физики и математики в Медико-хирургическое училище при Главном сухопутном корпусе, преобразованное в 1795-м в Медико-хирургическую академию. В стенах этой академии в дальнейшем и протекала педагогическая деятельность Петрова, продолжавшаяся около 40 лет. Благодаря его стараниям и хлопотам физический кабинет академии сделался лучшим в России.

В 1802 году Петров создал крупнейшую по тому времени гальваническую батарею. Он установил зависимость силы постоянного тока от площади поперечного сечения проводника, широко применял параллельное соединение электрических цепей. Проводил исследования химического действия тока и измерял электропроводность различных веществ, предложил покрывать изоляцией электрические проводники. Изучал явление электрического разряда в вакууме, исследовал явление люминесценции. Создал оригинальные электрические приборы для изучения электрических явлений в различных газовых средах.

Исследования Петрова положили начало работам по практическому применению элек-

тричества. Безусловно, главным его открытием было явление электрической дуги, описанное им в книге «Известие о гальвано-вольтовых опытах, которые производил профессор физики Василий Петров посредством огромной наиначе батареи, состоявшей иногда из 4200 медных и цинковых кружков и находящейся при Санкт-Петербургской Медико-хирургической Академии». В главе VII этой книги, изданной на русском языке в 1803 году, описаны наблюдения и опыты, приведшие к такому открытию:

«Если на стеклянную плитку или на скамеечку со стеклянными ножками будут положены два или три древесных угля, способные для произведения светящихся явлений посредством гальвано-вольтовой жидкости, и если потом металлическими изолированными направителями, общенными с обоими полосами огромной батареи, приблизят оные один к другому на расстоянии от одной до трех линий, то появляется между ними весьма яркий, белого цвета, свет или пламя, от которого оные угли скорее или медлительнее загораются и от которого темный покой довольно ясно освещен быть может».

Это и была первая «вольтова дуга». Однако в силу намеренного замалчивания открытия Петрова заведующим физическим кабинетом Петербургской академии наук Л.Ю. Крафтом и непременным секретарем Академии Н.И. Фуссом об открытии Петрова узнали только через восемьдесят с лишним лет, когда в 1887 году в журнале «Электричество» появилась статья научного сотрудника Петербургского университета Н.В. Попова, в которой сообщалось, что открытие электрической дуги сделано Василием Владимировичем Петровым, а не англичанином Г.Дэви, как до тех пор считалось в научном мире. Доказательством этого послужила найденная в архивах уже упоминавшаяся нами книга В.В. Петрова [1, с. 10].

С 1814 по 1828 год Петров возглавлял физический кабинет Академии наук, и в это время его научная работа велась не только в Ме-



дико-хирургической академии. С 1828-го физический кабинет возглавил Г.Ф. Паррот, до 1826 года бывший ректором Тартуского университета и в том же году избранный ординарным академиком Петербургской академии наук, где руководил кафедрой физики. С 1840 по 1874-й физический кабинет возглавляли выдающиеся электротехники Э.Х. Ленц и Б.С. Якоби, о которых пойдет рассказ чуть дальше.

Павел Львович Шиллинг фон Канштадт (Schilling von Canstadt Paul), 05(16).04.1786, Ревель – 25.07.(06.08.).1837, СПб. Электротехник и востоковед. Корреспондент по разряду литературы и древностей Востока Императорской академии наук (ИАН) (1828) [6, с. 25]. Окончил 1-й кадетский корпус (1802), около года служил в Генштабе русской армии, затем перешел в Восточный департамент МИД. Исследователь народов Азии, организатор экспедиций, собиратель рукописей. Инициатор метода печати и размножения топографических карт и других военных документов. Организовал первую в России гражданскую литографию при МИД. Наиболее важные работы – в области электротехники. Впервые показал на р. Неве в Петербурге взрыв изобретенной им электрической мины (1812). Одновременно завершил создание электромагнитного телеграфа и организовал на своей петербургской квартире (Марсово поле, д. 7, где есть мемориальная доска) первые публичные демонстрации его действия (9 окт. 1832). Для электрической мины и телеграфа предложил конструкции изолированного электрического провода для прокладки в земле и под водой. Вокруг здания Адмиралтейства в Санкт-Петербурге Шиллинг проложил телеграфный кабель, соединивший аппараты, установленные в крайних помещениях здания. Успешно проводившиеся здесь более года опыты электрического телеграфирования наглядно доказали практическую пригодность изобретения. Похоронен на Смоленском лютеранском кладбище [6, с. 26].

Эмилий Христианович (Генрих Фридрих Эмиль) Ленц (1804–1865) – знаменитый рос-

сийский физик, океанограф и путешественник, профессор, доктор филологии, действительный член Российской академии наук, участник второго кругосветного плавания О.Е. Коцебу, исследователь Камчатки [2, с. 10].

Родился 12 февраля 1804 года в городе Дерпте (в настоящее время Тарту, Эстония) в семье обер-секретаря городского магистрата. Рано потерял отца. Учился сначала в частной школе, потом в гимназии. Увлекался естественными науками, математикой, языками. В 1820 году поступил на физико-математический факультет Дерптского университета, где изучал физику и физическую географию под руководством профессора Г. Пайпера. Трудное материальное положение, в котором оказалась семья после смерти отца, вынудило юношу перевестись на третьем курсе на теософский факультет. Самому же Э.Х. Ленцу карьера богослова была не по душе. И когда профессор Г. Пайпер, понимая его состояние, выхлопотал ему место во втором кругосветном плавании О.Е. Коцебу на шлюпе «Предприятие», студент-физик (будущий знаменитый российский ученый) тотчас воспользовался этой возможностью.

Участие в кругосветном плавании в 1823–1826 годах, во время которого он занимался геофизическими, океанологическими и гидрологическими исследованиями, стало для Э.Х. Ленца подлинной школой. Эмилий Христианович вернулся в Петербург, по существу, зрелым ученым. Результаты научных исследований этой экспедиции он опубликовал в 1831 году в «Мемуарах Академии наук».

По возвращении из экспедиции Э.Х. Ленц ушел из университета и некоторое время жил вместе с матерью в Дерпте. Затем перебрался в Петербург. Год спустя ученый с блеском защитил в Гейдельберге докторскую диссертацию по результатам своих недавних океанологических исследований. В 1828 году за выдающиеся результаты геофизических исследований (работа «О солености морской воды и ее тем-

пературе в океанах на поверхности и в глубине»), осуществленных во время экспедиции, Эмилий Христианович был избран адъюнктом Петербургской академии наук по кафедре физики. По заданию Академии Э.Х. Ленц в 1829–1830 годах проводил геодезические измерения в высокогорных районах Кавказа и гидрологические исследования на Каспийском море. В 1830 году он был избран экстраординарным академиком Петербургской академии наук, а в 1834 году стал ее академиком. В 1834 году Эмилий Христианович был членом комитета под председательством адмирала Грейга по построению обсерватории, а также инспектором воспитательных заведений и частных пансионатов столицы.

Продолжая настойчиво заниматься физическими исследованиями, Э.Х. Ленц более 30 лет преподавал физику и физическую географию в различных военных и гражданских высших учебных заведениях Петербурга (в 1835–1841 годах – в Морском корпусе, в 1848–1861 годах – в Михайловской артиллерийской академии, в 1851–1859 годах – в педагогическом институте), а также читал лекции по физике великим князьям Константину, Николаю и Михаилу Николаевичам и великим княжнам Ольге и Александре Николаевнам. В 1836 году Эмилий Христианович возглавил кафедру физики и физической географии Петербургского университета. С 1840 года он стал деканом физико-математического факультета, а в 1843 году был избран ректором Петербургского университета.

Одновременно с преподавательской деятельностью Э.Х. Ленц все эти годы регулярно выезжал в научные экспедиции. В 1837 году он совершил экскурсию в южные степи, в 1839 году – поездку на Эльбрус. Ученый изучал колебания уровня Каспийского моря, химические и физические процессы, происходящие в водах Азовского и Черного морей, а также активно работал в Русском географическом обществе, в котором состоял со дня его основания. В 1840 году Э.Х. Ленц был удостоен степени доктора Гельсингфорского университета.

Тяжелое заболевание глаз вынудило Э.Х. Ленца в 1864 году прервать научную и педагогическую деятельность и уехать на лечение в Рим. Здесь его состояние улучшилось благодаря стараниям врачей, перемене климата, а главное – отдыху. Он стал видеть, начал понемногу читать и даже пытался работать. Однако улучшение было недолгим – 29 января 1865 года Эмилий Христианович скоропостижно скончался и был похоронен в Риме на одном из протестантских кладбищ.

Э.Х. Ленц известен многими открытиями в области физики. Но среди его научных работ особенно известны две. В 1833 году он установил правило определения направления электродвижущей силы индукции (так называемый закон Ленца), а в 1842 году (независимо от Дж. Джоуля) – закон теплового действия электрического тока (известный как закон Джоуля–Ленца). Кроме того, совместно с Б.С. Якоби Эмилий Христианович впервые разработал методы расчета электромагнитов в электрических машинах [2, с. 15].

Мориц Герман (Борис Семенович) Якоби (Jacobi Moritz Hermann), 09(21) 09.1801, Потсдам – 27.02(11.03).1874. СПб. Физик, изобретатель в области электротехники и гальванопластики. Член-корреспондент по разряду физики ФМО (1838), адъюнкт по кафедре практической механики и теории машин (1839), экстраординарный академик (прикладная математика, 1842), ординарный академик (технология и прикладная химия, 1847) ОФМН, ординарный академик (физика, 1865) ФМО Императорской академии наук (ИАН). Первая премия и Большая золотая медаль на Всемирной выставке в Париже (1867), член-корреспондент и почетный член многих международных и отечественных научных обществ и академий, в том числе ВЭО (1840) [3, с. 15]. Учился в Берлинском и Геттингентском университетах. В 1829-м получил диплом архитектора и работал по специальности. В 1834 году переехал в Кенигсберг или Дрепт, а в 1837,



приняв русское подданство, поселился в Санкт-Петербурге. Работал преимущественно в ИАН, руководил прокладкой первых кабельных линий между Петербургом и Царским Селом (1841–1843), был членом комиссий по присуждению Демидовских (1852–1864) и Ломоносовских (1865–1872) премий. Основные работы в области электротехники: изучал электромагнетизм, сконструировал электродвигатель с коммутатором оригинальной конструкции (1834). Решал проблемы практического применения электричества, главным образом в военном деле, а также на транспорте. В 1838–1839 на Неве проводили испытания электрохода – судна с электродвигателями. Сконструировал около десяти типов телеграфных аппаратов, в т. ч. первый буквопечатающий телеграфный аппарат (1850). Занимался также разработкой гальванических батарей и созданием новых образцов минного оружия. Исследовал процессы гальванотехники. Большие заслуги принадлежат Якоби в области электрических измерений, а также метрологии. По его инициативе и при непосредственном участии была создана Метрическая конвенция и организован Международный комитет мер и весов. Якоби похоронен на Смоленском кладбище в Петербурге [3, с. 16].

Роль Э.Х. Ленца и Б.С. Якоби в становлении петербургской электротехнической школы

Петербургские ученые – Б.С. Якоби и Э.Х. Ленц – внесли большой вклад в развитие электротехники в 30–40-е годы XIX века, проведя важные теоретические исследования в области электрических машин и электромагнетизма (открытие обратимости электрических машин, явления реакции якоря, исследование свойств электромагнетизма и др.) и сделав ряд практических изобретений в области электротехники [4, с. 17].

По рекомендации Г.Ф. Паррота, ректора Тартуского университета, в 1826 году

избранного ординарным академиком и переехавшего в Петербург, где он возглавил кафедру физики, в 1828 году профессор Тартуского университета Э.Х. Ленц был избран адъюнктом Петербургской академии наук. Все основные открытия Э.Х. Ленца пришлось на 36-летний период жизни в Петербурге. В мае 1831 года он начал свои плодотворные опыты по исследованию электромагнитных явлений с изобретения и усовершенствования измерительных приборов. В 1832 году Ленц создает теорию баллистического гальванометра и строит первый прибор. Ленц дал первую количественную оценку явлению индукции, впервые в мире вывел формулу для расчета обмотки генератора, созданного вскоре его коллегой и другом Б.С. Якоби. Баллистический метод измерения позволил Ленцу приступить к количественному определению зависимости сопротивления проводника от температуры. В 1833 году опыты Ленца привели к открытию фундаментального закона электромагнитной индукции, носящего его имя («правило Ленца»). Открытый им закон послужил установлению принципа обратимости электрической машины за два года до появления двигателя Якоби. И, наконец, в начале 40-х годов Э.Х. Ленц и независимо от него Дж. Джоуль (Англия) установили количественные характеристики теплового действия тока («закон Джоуля–Ленца»). В 1839 году Ленц произнес на торжественном акте в Петербургском университете речь «О практическом применении гальванизма», в которой обрисовал перспективы применения электричества, отдав должное приоритету Шиллинга (телеграф, зажигание мин), Якоби (гальванопластика, электродвигатель). О творческом сотрудничестве Ленца и Якоби следует сказать особо. В научном плане они прекрасно дополняли друг друга, и это сказалось на результатах деятельности обоих ученых, в которых исключительные аналитические способности Ленца сочетались с конструкторским талантом Якоби. Так, в 1839–1843 годах они поставили ряд

опытов по электромагнетизму, которые приводили, в сущности, к установлению понятий об основных магнитных величинах: потоке, индукции, напряженности.

С именем Б.С. Якоби, ставшим гражданином России благодаря великому А. Гумбольдту, связан ряд практических изобретений в области электротехники. В 1834 году Б.С. Якоби построил первый электродвигатель, а в 1838-м его новый двигатель, получив ток от гальванической батареи, мог перемещать лодку на Неве против течения с большой скоростью.

В этот период постоянный ток начинает применяться для различного рода электрохимических процессов. Из электрохимических процессов наибольшее распространение в этот период получили покрытие одних металлов другими (золочение, серебрение) и гальванопластика, изобретенная Б.С. Якоби в 1838 году и сразу нашедшая широкое применение [4, с. 20].

Потребности снабжения гальванопластических установок током вызвали ряд весьма интересных работ Якоби, выполненных отчасти совместно с Ленцем.

Таким образом, в этот первый период становления электротехники как технической науки, охватывающий отрезок времени с 1831 по 1870-е годы, ярко выделяются две крупные фигуры петербургских ученых – Ленца и Якоби. Теоретические исследования Ленца, заложившего научные основы электротехники, соединились с практическими работами Якоби, связанными с электротехнической изобретательностью. Они стояли у истоков петербургской электротехнической школы, формирование которой произошло несколько позднее, в 1870–1890-е годы.

Ленц и Якоби не были родоначальниками петербургской электротехнической школы в собственном смысле этого слова – это были лидеры, родоначальники первой петербургской физической школы, посвятившие себя исследованию электрических и магнитных явлений и их практическому применению. Не

случайно, что и Ленц, и Якоби с 1840 по 1874 год возглавляли физический кабинет Академии наук (Ленц – с 1840 по 1865 г., Якоби – после его смерти, с 1865 по 1874 г.). Ленц, кроме того, без малого три десятилетия был связан с Петербургским университетом, возглавляя кафедру и создав российскую школу физики. В течение многих лет кафедры физики в высших школах Петербурга, Москвы, Казани и других городов занимали или ученики Ленца, или ученики его учеников (Ф.Ф. Петрушевский, М.А. Шателен, В.Ф. Миткевич, А.С. Попов, Д.А. Лачинов и др.). Необходимо отметить, что как Ленц не принадлежал к числу ученых, преданных лишь «чистой науке» (с не меньшей тщательностью занимался он решением актуальных прикладных задач, в частности в области электрических машин и аппаратов приборостроения или источников тока), так и Якоби, занимавшийся по преимуществу изобретательской деятельностью и являющийся родоначальником отечественной практической электротехники, много и плодотворно работал в теоретической области. Однако в конечном счете каждый из них олицетворял свою линию в физике (Ленц – теоретическую, а Якоби – практическую), в дальнейшем получившие развитие в трудах их учеников и последователей, образовавших на базе физической школы Ленца–Якоби петербургскую электротехническую школу. Виднейшими представителями ее были Д.А. Лачинов, В.Н. Чиколев, П.Н. Яблочков, А.Н. Лодыгин, Н.Н. Бенардос, Н.Г. Славянов, а позднее М.А. Шателен, В.Ф. Миткевич, С.Н. Усатый, Г.А. Люст и др.

Эта научно-техническая школа не имела ярко выраженного лидера, а возникла как итог достижений групп ученых и их последователей, объединенных общностью концепции, принципов и методов исследования, которые постоянно совершенствовались и при этом сохраняли определенную преемственность.

Успехи представителей этой школы значительны и признаны во всем мире. И в основе



этих успехов – деятельность двух выдающихся представителей отечественной электротехники – Э.Х. Ленца и Б.С. Якоби [4, с. 22].

Роль Д.А. Лачинова в развитии электротехники

Во второй половине XIX века наряду с учеными, заложившими основы практической электротехники (В.Н. Чиколев, А.Н. Лодыгин, П.Н. Яблочков, М.О. Доливо-Добровольский и др.), большой вклад в ее развитие внесли российские физики (Ф.Ф. Петрушевский, И.И. Боргман, О.Д. Хвольсон, Н.Г. Егоров, Д.А. Лачинов и др.). Они подвели теоретический фундамент под многие изобретения и технические новшества, которые создавались практиками, а также способствовали распространению теоретических знаний среди русских электротехников.

Особенно интересна в этом отношении деятельность Д.А. Лачинова, соединившая в одном лице физика-теоретика, ученика Э.Х. Ленца, и изобретателя оригинальных электротехнических устройств, машин, приборов и технологических приемов [5, с. 23].

Дмитрий Александрович Лачинов, 10(22).05.1842, с. Лесное Конобеево Тамбовской губернии – 15(28).10.1902, СПб. Окончил гимназию с серебряной медалью (1859) и физико-математический факультет СПбУ (1864) [10, с. 31]. Преподавал физику в Земледельческом (с 1877 Лесном) институте, доцент (1877), профессор кафедры физики и метеорологии (1890). Создал одну из первых в России учебных лабораторий по физике и хорошо оборудованный физический кабинет, пригодный для научных исследований. Одновременно создал метеорологическую станцию, на которой с 1890 года проводил ежедневные трехразовые наблюдения по программе метеостанций II разряда. Д.А. Лачинов – член-организатор физического отделения РФХО и VI (электротехнического) отделения РТО, член ряда зарубежных научных обществ, почетный инженер-электрик Электротехнического института в

Санкт-Петербурге (1899); награжден французским орденом Почетного легиона (1881), бронзовой медалью Международной электротехнической выставки в Париже (1881). Генеральный комиссар Русского отделения на Международной электротехнической выставке в Париже (1881). Основные труды в области технических приложений электричества: решил проблему передачи электроэнергии на большое расстояние (1880). В 1888 предложил электролитический способ промышленного производства водорода и кислорода и применение обогащенного кислородом дутья в металлургии. Неоднократно выступал в защиту приоритета А.С. Попова в изобретении системы радиосвязи [10, с. 32].

Д.А. Лачинов был участником международных электротехнических конгрессов, организатором выставок, активнейшим сотрудником журнала «Электричество», деятельным членом Русского физико-химического общества и одним из ведущих деятелей VI (электротехнического) отдела Русского технического общества.

Энергия Д.А. Лачинова, его большая общественная, научная и преподавательская деятельность оставили яркий след в развитии не только электротехники, но и физики, и метеорологии.

Крупнейшей заслугой Д.А. Лачинова как электротехника является разработка теории передачи электрической энергии на расстояние, что нашло отражение в работах отечественных историков науки и техники.

Но в его наследстве есть много других трудов, затрагивающих все основные вопросы электротехники, занимавшие умы отечественных и зарубежных ученых во второй половине XIX века.

Своими трудами Д.А. Лачинов способствовал возвышению и развитию отечественной электротехники, укреплению авторитета русской науки в глазах мирового научного сообщества [5, с. 24].

Павел Николаевич Яблочков, 02(14).09.1847, Сердобский уезд Саратовской губернии – 19(31).03.1894, Саратов. Изобретатель-электротехник. Окончил Николаевское инженерное училище (1866) и Техническое гальваническое заведение (1869) в СПб. Основные работы – в области электрического освещения, создания электрических машин, химических источников света. В 1875-м изобрел электрическую свечу («свеча Яблочкова»), первую модель дуговой лампы, которая была опробована в 1879 для освещения Литейного моста и пл. Александринского театра. Внедрил в практику однофазный переменный ток, разработал методы питания произвольного числа свечей от одного генератора [7, с. 26]. Многие конструкции Яблочкова запатентованы во Франции, где он работал. Кульминация его успехов – Парижская выставка 1878 года. Предложил первые трансформаторы переменного тока, принцип централизованного производства электроэнергии (1879) и канализации ее к месту потребления по сетям. Организовал «Товарищество электрического освещения» и электромеханический завод в СПб (1879). Ему удалось довести дуговые электрические лампы накаливания до практического совершенства и начать с 1881-го их фабричное производство. В 1893-м переехал в Саратов, где и скончался. В Санкт-Петербурге в 1952-м именем Яблочкова названа улица – от Кронверкского пр. до пер. Талалихина на Петроградской стороне (бывшая ул. Эдисона) [7, с. 27].

Александр Николаевич Лодыгин, 06(18).10.1847, Тамбовская губерния – 16.03.1923, США. В 1858–65 годах Лодыгин обучался в Воронежском кадетском корпусе, окончил Московское юнкерское училище (1867), в 1869 вышел в отставку. В 1870–84 и 1907–17 годах Лодыгин жил в Петербурге, слушал лекции в СПбУ. Электротехник и физик, один из основателей электротермии. Ломоносовская премия ИАН (1874), почетный инженер-электрик Электротехнического института в СПб (1899). Один из

организаторов электротехнического отделения РТО и журнала «Электричество». Изобрёл угольную лампу накаливания (1872) [8, с. 27]. В 1873-м демонстрировал ее образцы в Санкт-Петербургском технологическом институте, проводил опыты электрического освещения предприятий, улиц, кораблей (в Галерной гавани). В 1872-м подал заявку, в 1874 получил в России привилегию (№ 1619 от 11 июля 1874 г.) на лампу накаливания. Это изобретение Лодыгин запатентовал в девяти европейских странах (Австрия, Великобритания, Бельгия и др.) и в Индии. Позже лампы Лодыгина применялись для освещения магазина на Большой Морской улице, во время подводных работ при строительстве Литейного моста [8, с. 28]. В том же году в Санкт-Петербурге было организовано «Товарищество электрического освещения А.Н. Лодыгин и К^о», которое было скоро ликвидировано. Лодыгин вынужден был работать простым слесарем-инструментальщиком в петербургском Арсенале (до 1876), затем мастером-металлургом на заводе принца Ольденбургского (до 1878) и некоторое время в товариществе «П.Н. Яблочков-изобретатель». В начале 1880-х Лодыгин уехал за границу, где работал до 1905 и после 1916. Именем Лодыгина в 1952 назван переулок (быв. Таракановский, между Рижским пр. и Курляндской ул.). Умер в США [8, с.28].

Владимир Николаевич Чиколев, 15(27).08.1845, с. Пески Смоленской губернии – 06(18).03.1898, СПб. Электротехник. Окончил Александровский кадетский корпус в Москве, там же продолжил образование в военное училище, но в 1863-м оставил военную службу и поступил вольнослушателем на физико-математический факультет МГУ, который окончил в 1867. Работал лаборантом-физиком в Петровской земледельческой академии, с 1870 – в МВТУ, совмещающая преподавательскую и изобретательскую деятельность. В 1876-м переехал в СПб. В 1876–98 годах служил в Электротехническом отделе Главного артиллерийского управления. На этой службе он оставался до конца жизни,



занимаясь вопросами безопасного применения электрической энергии на заводах и в мастерских артиллерийского ведомства [9, с. 29].

Крупный специалист в области электрического освещения, активный пропагандист применения электричества в быту и на производстве. На Московской политехнической выставке в 1872 году демонстрировался его электрический привод для швейной машины, электродвигатель, улучшения химических источников тока. За них он получил золотую и серебряную медали, а после закрытия выставки принял активное участие в организации на ее основе Политехнического музея. В 1873-м создал свою первую дуговую лампу с регулятором расстояния между углями. Продолжая развивать идею дифференциальных регуляторов, в 1879-м построил получившую широкую известность дифференциальную дуговую лампу, постоянно улучшал ее конструкцию. Разработанные им дуговые источники света мощностью 3000 и более свечей использовались в прожекторах и для уличного освещения. Устроенное им электрическое (вместо газового) освещение Литейного моста действовало в 1879–80 годах 227 дней и было высоко оценено Особой комиссией, отметившей, что «никакой другой свет, употребляемый до сих пор в практике для освещения мостов, не в состоянии с ним конкурировать» [9, с. 30]. Один из организаторов VI (электротехнического) отдела РГО (1880), первой Электротехнической выставки в Соляном городке Петербурга и журнала «Электричество», в издании которого играл весьма заметную роль. В этот период выступал с популярными лекциями, пропагандирующими электрическое освещение и электрическую тягу, публикует научно-популярные работы «Не быль, но и не выдумка», «Чудеса техники и электричества» и др. В 1892 году вышла в свет его небольшая книга, содержащая обширный материал по теоретическим расчетам и практическому исследованию прожекторов с помощью объективного

фотографического метода. Переведенная на французский и немецкий языки, она вошла в серию В. Оствальда «Классики точных наук». В споре между сторонниками переменного и постоянного тока Чиколев выступал на стороне последних (вместе с В. Томсоном, Т. Эдисоном и рядом других ученых). Когда требовалось получить маломощные светильники, он прибегал к оптическому дроблению светового потока. Такую оптическую распределительную систему построил на Охтенском пороховом заводе в 1887 году, считая ее менее опасной в противопожарном отношении [9, с. 31].

Михаил Осипович Доливо-Добровольский, 21.12.1861(02.01.1862), СПб – 15.11.1919, Гейдельберг (Германия). Электротехник. В 1878 поступил в Рижский политехнический институт, но был уволен за участие в политических выступлениях студентов. В 1884 окончил Дармштадтское Высшее техническое училище, с небольшими перерывами до конца жизни работал в электротехнической компании AEG (Allgemeine Electricitäts-Gesellschaft) на должности конструктора и главного электрика (шеф-электрика), создав множество крупных изобретений, в том числе техники трехфазного тока [11, с. 34]. Почетный инженер-электрик Санкт-Петербургского электротехнического института (1903), почетный доктор-инженер Высшей технической школы в Дармштадте (1911) [11, с. 32]. Никогда не терял своих связей с Россией и Санкт-Петербургом. Уже в студенческие годы, в январе 1882, на Второй Санкт-Петербургской электротехнической выставке им демонстрировалась «кнопка-элемент». В 1884–85 гг. Доливо-Добровольский выступил со своими статьями в журнале «Электричество». Вел постоянную переписку с учеными и инженерами Санкт-Петербурга, присутствовал на Первом Всероссийском электротехническом съезде (СПб, дек. 1899), на котором выступил с докладом «Современное развитие техники трехфазного тока». В 1899-м ему был предложен пост декана электромеханического факультета готовившегося

к открытию Политехнического института, и он ответил согласием. Однако многочисленные дела на заводах фирмы АЕГ и незавершенные работы, а позднее длительная болезнь не позволили Доливо-Добровольскому переехать на постоянное место жительства в Санкт-Петербурге.

Александр Степанович Попов, 04(16).03.1859, пос. Турьинские Рудники Пермской губернии – 31.12.1905 (13.01.1906), СПб. Физик и электротехник. Окончил физико-математический факультет СПбУ (1883). Преподавал в Минном офицерском классе и Морском техническом училище (Кронштадт). С 1901 был заведующим кафедрой физики, а с 1905 – одновременно директором Электротехнического института. Изобретатель радиосвязи, основоположник радиотехники. В 1894 создал действовавший приемник сигналов, излучаемых модифицированным вибратором Герца, с которым проводил опыты по передаче и приему сигналов на расстояние. В 1895-м доложил об изобретенной им системе связи без проводов и продемонстрировал возможность с ее помощью передавать и принимать короткие и продолжительные сигналы (в 1945-м этот день объявлен Днем радио) [12, с. 34]. При испытаниях была обнаружена чувствительность приемника к атмосферным разрядам, что позволило создать специальный прибор – грозоотметчик для фиксации атмосферных разрядов с автоматической записью на бумажной ленте. В начале 1896 года Попов сконструировал первый в России рентгеновский аппарат для Морского госпиталя; в 1899-м разработал более чувствительный приемник для приема телеграфных сигналов на слух, основанный на детекторном эффекте, открытом его помощниками П.Н. Рыбкиным и Д.С. Троицким. Этот приемник использовался на первой регулярной радиолинии длиной 47 км, построенной Поповым в 1900 году для организации аварийных работ на броненосце «Генерал-адмирал Апраксин». В том же году была открыта радиомастерская в Кронштадте – первое в Рос-

сии предприятие по производству и ремонту радиоаппаратуры [12, с. 35]. В 1901–1905 годах разработал ряд курсов по физике и радиотехнике, открыл радиолaborаторию. А.С. Попов – почетный инженер-электрик, почетный член РТО, неоднократно награждался орденами, медалями, а также Большой золотой медалью на Всемирной выставке в Париже.

Ученики А.С. Попова – Д.А. Рожанский, Б.И. Зубарев, С.Я. Лифшиц. В 1945 году АН СССР учредила Золотую медаль им. А.С. Попова, его именем названа улица на Аптекарском острове, установлены памятник на Каменном острове (1952, скульп. В.Я. Боголюбов, арх. Н.В. Баранов), бюст на набережной р. Крестовки (1958, скульп. М.Т. Литовченко), а также мемориальные доски в СПб (на Съездовской линии 31/32; ул. проф. Попова, 5; на Университет. наб., 7; на Почтамской ул., 7), а также на ряде зданий Кронштадта. (на Адмиралтейском просп., 7, ул. Аммермана, 31, ул. Урицкого, 35, Макаровской ул., 1, Советской ул., 43). Имя А.С. Попова присвоено Центральному музею связи, Школе связи в Кронштадте. Мемориальные музеи Попова созданы при СПб ЭТУ (1948) и в квартире по ул. Профессора Попова. Похоронен на Литераторских мостках [12, с. 36].

Николай Николаевич Бенардос, 26.05(08.07).1842, дер. Бенардосовка Херсонской губернии – 08(21).09.1905, г. Фастов Киевской губернии. Изобретатель, создатель электрической дуговой сварки. Золотая медаль РТО (1892). Учился в Университете св. Владимира в Киеве и в Петровской земледельческой и лесной академии в Москве. С 80-х гг. XIX века и почти до конца жизни жил в Санкт-Петербурге, где вначале работал в товариществе «П.Н. Яблочков-изобретатель и К°», а с 1885-го – в созданном им товариществе «Электрогест» (на Выборгской стороне, угол наб. Большой Невы и Симбирской ул.), при котором был открыт «Завод для спайки металлов электричеством по способу Бенардоса»



[13, с. 37]. Начиная с 1865 г. Бенардосом было сделано и частично запатентовано в России и за границей более 100 изобретений в самых различных отраслях (сельское хозяйство, транспорт и др.). В 1882 году предложил способ электрической дуговой сварки (названный им «электрогестом»), а в 1885–87 запатентовал свое изобретение в Германии, Франции, России, Италии, Англии, США, Бельгии, Швеции, Дании и др. странах. За успешное применение дуги в изобретенной им электрической сварке Электротехнический институт в СПб присвоил ему в 1899 звание почетного инженера-электрика [13, с. 37].

Николай Гаврилович Славянов, (23 апреля (5) 1854 – 5 (17) октября 1897) – русский инженер, изобретатель электрической дуговой сварки металлов. Родился в селе Никольское Задонского уезда Воронежской губернии. Отец, Гавриил Николаевич Славянов, в составе Волынского полка участвовал в Крымской кампании, в знаменитой обороне Малахова кургана. В 1856 году по состоянию здоровья вышел в отставку. Мать – Софья Алексеевна (Шаховская), дочь курского помещика. Н.Г. Славянов закончил Воронежскую гимназию. С 1872 года учился в Петербургском горном институте, сразу после окончания которого в 1877 году был направлен на частный Боткинский казенный горный завод, где прошёл путь от практиканта до смотрителя механического и токарного цехов, а затем стал главным механиком завода. Осенью 1877 года женился на Варваре Васильевне Ольдерогге. В 1881–1883 годах работал на Омутнинских заводах. Затем переехал в Пермь. С декабря 1883 года и до конца жизни работал на Пермских пушечных заводах, где и сделал большую часть своих изобретений [14, с. 38]. В 1887 году на «Пермском пушечном заводе» открыл электростанцию, которая работала при помощи динамо-машин и дуговых ламп. Электростанция имела назначение освещать завод в ночное время. В Екатеринбурге летом 1887 года динамо-машина, дуговые лампы, различные электроизмерительные приборы экспонировались на двухнедельной Урало-Сибирской науч-

но-промышленной выставке. В ноябре 1888 года Н.Г. Славянов впервые в мире применил на практике дуговую сварку металлическим (плавящимся – в связи с чем он называл свой способ не сварка, а «электрическая отливка металлов») электродом под слоем флюса – до него применялись только угольные электроды, хотя в привилегии изобретателя дуговой сварки Бенардоса было указано: «уголь или другое проводящее вещество». В присутствии государственной комиссии он сварил коленчатый вал паровой машины в одном из цехов Пермских пушечных заводов. Для демонстрации возможностей сварочного аппарата Николай Гаврилович, придав форму стакана, сварил семь несплавляемых металлов и сплавов: колокольную бронзу, томпак, никель, сталь, чугун, медь, нейзильбер. За это произведение инженерной мысли на всемирной электротехнической выставке в 1893 году в Чикаго он получил золотую медаль с формулировкой «За произведённую техническую революцию». В металлургии Н.Г. Славянов предложил «важный способ»: чтобы устранить утечку расплавленного основного и электродного металла, обрабатываемая деталь заключалась в формовку из кокса или кварца. Для защиты от вредного влияния атмосферы он предложил закрывать место сварки шлаком, толщина которого не препятствовала бы прохождению электрического тока. Славяновым был предложен автоматический регулятор длины сварочной дуги, названный им «электрическим плавильником», который позволил использовать вместо аккумуляторной батареи динамо-машину. Славянов работал над качеством металла, необходимого для поковки стволов пушек, т. н. «электрическим уплотнением металлов». Внутри болванки заливался металл, сверху с помощью электрической дуги металл подогревался, пузырьки газа шли снизу вверх и металл ложился плотно без швов и прорезей.

Умер 5 октября 1897 года от разрыва сердца. Похоронен в ограде Свято-Троицкой церкви. В 1948 году перезахоронен возле «Пермского политехнического колледжа им. Славянова» [14, с. 40]

Заключение

Ученые, о которых рассказано в данной статье, жившие в разное время в Санкт-Петербурге, а также их ученики и последователи работали в различных организациях и учреждениях.

Они основали научные и инженерные школы, их имена сохранились в их открытиях и изобретениях, опубликованных ими книгах и в журнальных статьях, а также в музейных экспонатах и патентах. Они внесли заметный вклад в развитие практической и теоретической электротехники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Иванов Б.И.** Звездное начало петербургской электротехники // *Природа*. 2003. № 9. С. 66–72.
2. **Лежнева О.А., Ржожницкий Б.Н.** Эмилий Христианович Ленц. М.; Л., 1952.
3. **Яроцкий А.В.** Борис Семенович Якоби. М., 1988.
4. **Иванов Б.И.** Роль Э.Х. Ленца и Б.С. Якоби в становлении петербургской электротехнической школы // *Немцы в России: Петербургские немцы: Сб. статей*. СПб., 1999. С. 119–125.
5. **Иванов Б.И.** Роль Д.А. Лачинова в развитии электротехники // *Наука и техника: Вопросы истории и теории. Тезисы XIX Международной конференции Санкт-Петербургского отделения национального комитета по истории и философии науки и техники РАН (24–28 ноября 2008 г.)*. Вып. XXIV. СПб.: СПбФ ИИЕТ РАН 2008. 401 с.
6. **Яроцкий А.В.** Павел Львович Шиллинг. 1786–1837. М., 1963.
7. **Белькинд П.Д.** Павел Николаевич Яблочков. М., 1962.
8. **Иванов Б.И., Лодыгин А.Н.** Три века Санкт-Петербурга. Энциклопедия в 3-х томах. СПб.: Филологический факультет СПбГУ, 2004. Т. 2. Кн. 3. С. 649–650.
9. **Иванов Б.И., Лачинов Д.А.** Три века Санкт-Петербурга. Энциклопедия в 3-х томах. СПб.: Философский факультет СПбГУ, 2004. Т. 2. Кн. 3. С. 558–559.
10. **Артомонов И.Д.** Владимир Николаевич Чиголев. М., Л., 1948.
11. **Веселовский О.Н.** Михаил Осипович Доливо-Добровольский. М., Л., 1958.
12. **Радовский М.И.** Александр Степанович Попов. М., Л., 1963.
13. **Никитин В.** Николай Николаевич Бенардос. 1842–1905 // *Люди русской науки*. М.; Л., 1965.
14. **Гордеев А.И.** Николай Гаврилович Славянов. Жизнь и деятельность. М., 1962.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ИВАНОВ Борис Ильич – доктор философских наук главный научный сотрудник Санкт-Петербургского филиала Института истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН
E-mail: b.i.ivanov@mail.ru

Дата поступления статьи в редакцию: 28.06.2018

REFERENCES

- [1] **Ivanov B.I.** Zvezdnoye nachalo peterburgskoy elektrotekhniky [Star the beginning of Petersburg electrical engineering]. *Priroda*. 2003. № 9. S. 66–72. (rus.)
- [2] **Lezhneva O.A., Rzhzhnickij B.N.** Jemilij Hristianovich Lenc. M.; L., 1952. (rus.)
- [3] **Jarockij A.V.** Boris Semenovich Jakobi. M., 1988. (rus.)
- [4] **Ivanov B.I.** Rol E.Kh. Lentsa i B.S. Yakobi v stanovlenii peterburgskoy elektrotekhnicheskoy shkoly [The Role of E.H. Lenz and B.S. Jacobi in the formation of the St. Petersburg electrotechnical school]. *Nemtsy v Rossii: Peterburgskiye nemtsy*: Sb. statey. SPb., 1999. S. 119–125. (rus.)
- [5] **Ivanov B.I.** Rol D.A. Lachinova v razvitii elektrotekhniky [The Role Of D.A. Lachinov in the development of electrical engineering]. *Nauka i tekhnika: Voprosy istorii i teorii. Tezisy XIX Mezhdunarodnoy konferentsii Sankt-Peterburgskogo otdeleniya natsionalnogo*



komiteta po istorii i filosofii nauki i tekhniki RAN (24–28 noyabrya 2008 g.). Vyp. XXIV. SPb.: SPbF IIET RAN 2008. 401 s. (rus.)

[6] **Yarotskiy A.V.** Pavel Lvovich Shilling. 1786–1937. M., 1963. (rus.)

[7] **Bel'kind P.D.** Pavel Nikolaevich Jablochkov. M., 1962. (rus.)

[8] **Ivanov B.I., Lodygin A.N.** Tri veka Sankt-Peterburga. Jenciklopedija v 3-h tomah. SPb.: Filologicheskij fakul'tet SPbGU, 2004. T. 2. Kn. 3. S. 649–650. (rus.)

[9] **Ivanov B.I., Lachinov D.A.** Tri veka Sankt-Peterburga. Jenciklopedija v 3-h tomah. SPb.:

Filosofskij fakul'tet SPbGU, 2004. T. 2. Kn. 3. S. 558–559. (rus.)

[10] **Artomonov I.D.** Vladimir Nikolaevich Chikolev. M.; L., 1948. (rus.)

[11] **Veselovskiy O.N.**, Mikhail Osipovich Dolivo-Dobrovolskiy. M.; L., 1958. (rus.)

[12] **Radovskiy M.I.** Aleksandr Stepanovich Popov. M.; L., 1963. (rus.)

[13] **Nikitin V.** Nikolaj Nikolaevich Benardos. 1842–1905. *Ljudi russoj nauki*. M.; L., 1965. (rus.)

[14] **Gordeev A.I.** Nikolaj Gavrilovich Slavjanov. Zhizn' i dejatel'nost'. M., 1962. (rus.)

THE AUTHORS

IVANOV Boris I. – *St. Petersburg branch of the Institute for the history of science and technology*
E-mail: b.i.ivanov@mail.ru

Received: 28.06.2018