

АКАДЕМИЯ НАУК СССР



СЕРИЯ «НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»

Основана в 1959 году

РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ
И ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ
ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ АН СССР
ПО РАЗРАБОТКЕ НАУЧНЫХ БИОГРАФИЙ ДЕЯТЕЛЕЙ
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ.

Л. Я. Бляхер, *А. Т. Григорьян, В. И. Кузнецов, А. И. Купцов,*
Б. В. Левшин, С. Р. Микулинский, Д. В. Ознобишин,
З. К. Соколовская (ученый секретарь),
В. Н. Сокольский,
Ю. И. Соловьев, А. С. Федоров (зам. председателя),
А. И. Федосеев (зам. председателя),
Н. А. Фигуровский (зам. председателя),
А. П. Юшкевич, А. Л. Яншин (председатель),
М. Г. Ярошевский

А. В. Яроцкий

**Борис Семенович
ЯКОБИ**

1801 — 1874

Ответственный редактор
кандидат технических наук
В. М. РОДИОНОВ



МОСКВА
«НАУКА»
1988

ББК 72.3

Я 76

УДК 5-05: Якоби «1801/1874»

Автор предисловия

кандидат технических наук В. М. РОДИОНОВ

Рецензенты:

кандидат технических наук Я. А. ШНЕЙБЕРГ,

Г. К. ЦВЕРАВА

Яроцкий А. В.

Я 76 Борис Семенович Якоби. 1801—1874 / Отв. ред. и авт. предисл. В. М. Родионов.— М.: Наука, 1988—240 с. ил. (Научно-биографическая литература)

ISBN 5-02-005969-2

Книга рассказывает о жизни и деятельности академика Петербургской Академии наук Б. С. Якоби, создавшего и разработавшего основы теории электрических машин, гальванопластику, телеграфы с электромагнитом. Б. С. Якоби принадлежат труды по вопросам метрологии, электрохимии и электрометаллургии.

Для читателей, интересующихся историей отечественной науки и техники.

Я $\frac{140200000-189}{054(02)-88}$ КБ-88—III

ББК 72.3

ISBN 5-02-005969-2

© Издательство «Наука», 1988

От редактора

В истории русской науки и техники имя Бориса Семеновича Якоби по праву занимает одно из видных мест. Его деятельность настолько многогранна и плодотворна, что всего сделанного им с избытком хватило бы на несколько человеческих жизней. А на его долю выпало не более других: три четверти века прожил он. Наверно, не было дня, когда этот «упорный потсдамец» не трудился бы как галерный раб, не заботясь ни о здоровье, ни о времени. Работал одержимо в будни и в праздники, без передышек во время отпусков, развлекательных поездок и научных командировок.

Множество открытий и изобретений сделал Якоби. Труды его в истории науки служат завидным памятником его дел и свидетельством бурной изобретательности, выдумки и фантазии, без которых нет творчества.

Первый в мире электродвигатель с вращательным движением ротора и его применение на речном судне. Электромагнитные телеграфы: пишущий, синхронно-стрелочные, буквопечатающий. Кабельные воздушные и подводные линии для связи и минного дела. Релейный метод работы телеграфов на протяженных линиях. Электрические запалы для подводных и подземных мин. Первые электроизмерительные приборы — реохорд и вольтметр. Решение важных проблем метрологии, связанных с введением в России метрических мер, с созданием эталонов электрических единиц. Наконец, организация в России электротехнических производств — зачатка отечественной промышленности. Вот лишь самые крупные свершения Б. С. Якоби.

И еще. В истории науки известно не слишком много случаев, когда иностранный ученый, уезжая в другую страну, обретал там новый дом и менял бы самоё суть своего существования: свои привычки, язык, весь ритм бытия, полностью сливаясь с жизнью и интересами страны, ставшей ему пристанищем. Так случилось с Якоби. Переселившись из Пруссии в Россию, он смог стать русским не только по новому своему подданству, но и по духу, по той глубокой любви, которая выросла в нем к

новому отечеству. Интересы его теперь он со всей горячностью сердца отстаивает как в науке, так и в иной деятельности. И это не было пресловутым космополитизмом, которого вдоволь можно насмотреться в поведении иностранных иждивенцев нашего государства. Истинно русским патриотизмом отличались дела и поступки Якоби, когда он разрабатывал электромагнитные телеграфы, строил электрические мины или участвовал в Крымской обороне.

В историко-научной литературе Якоби посвящено множество работ. Исследователи прошлого и наших дней не раз обращались к разным сторонам его деятельности. Существует даже специальный библиографический указатель литературы о Б. С. Якоби, составленный М. Г. Новлянской. Среди работ о Б. С. Якоби есть очень глубокие исследования, на высоком научном уровне анализирующие его труды. Это прежде всего статьи Д. С. Пашенцева о телеграфах Якоби, М. А. Шателена об его электрических измерениях и А. Н. Фрумкина об электрохимических работах ученого. Но надо с сожалением отметить, что полного жизнеописания этого интересного человека и подробного анализа его работ до сих пор нет, если не считать чисто описательной книги М. И. Радовского.

Именно поэтому представляется своевременным появление этой книги. В своей работе А. В. Яроцкий — автор нескольких трудов по истории отечественной электротехники — поставил благодарную, но трудную цель: составить подробную биографию Б. С. Якоби, показать яркую и цельную личность талантливого ученого-исследователя, нарисовать историческую обстановку, в которой он жил. И все это строго документально, на основе добротного фонда источников. В использованных автором средствах большой пласт архивных материалов, уже известных, и тех, которые публикуются впервые. Здесь и путевые заметки Якоби, и дневниковые записи, и его обширная переписка с родственниками, с отечественными и зарубежными учеными, с государственными деятелями. Среди материалов Петербургской Академии наук его научные записки и доклады, акты испытаний аппаратуры и документы о выделении денег на опыты. Широко пользуется А. В. Яроцкий и всем кругом научных публикаций о Якоби. И не только о нем. Им привлечены многие исторические работы, позволившие ярче представить русскую действительность того периода, передать колорит эпохи, воссоздать характер окружения, в котором жил и рабо-

тал ученый. О многом автор говорит впервые, многих фактов жизни и деятельности ученого не сыскать ни в одной из напечатанных работ о нем. Впервые автор с достаточной полнотой рассказал о военных работах Б. С. Якоби, об участии его в укреплении вооружения русской армии, заполнив тем самым досадный пробел в биографии ученого и в главе о технике вооружения в истории нашей страны.

Все это хотелось сказать, предваряя знакомство читателя с книгой, о которой он сам вынесет окончательное суждение.

В. М. Родионов

От автора

В 1949 г. в Ленинграде состоялось Общее собрание Академии наук СССР. В течение недели обсуждались вопросы истории отечественной науки [77]. На этом собрании среди других выступлений работы Шиллинга и Якоби впервые всесторонне были проанализированы в докладах Д. С. Пашенцева, М. А. Шателена, К. К. Баумгардта, Д. В. Ефремова и других ученых.

Тем не менее интерес автора к двум основоположникам электротехники остался только частично удовлетворенным. Как справедливо отмечал академик П. П. Лазарев: «В биографии крупных ученых, представителей науки, искусства и литературы нас интересуют не только реальные достижения данного ученого, артиста, писателя, но и его личность, черты его характера, отношение к окружающей жизни, к Родине. Крупный деятель в области культуры интересует нас как определенная индивидуальность: нам интересно знать не только его открытия в области его специальности, нас интересует все человеческое в нем» [107, с. 149].

Чтобы удовлетворить возникший интерес к указанной П. П. Лазаревым стороне жизни Шиллинга и Якоби, автор занялся изучением соответствующих архивных материалов. К 50-м годам в его распоряжении оказалось богатейшее собрание документальных сведений. Наиболее полными были данные, касавшиеся Шиллинга, почерпнутые из архивных фондов академика И. Х. Гамеля¹, который на протяжении 15 лет собирал их в защиту приоритета изобретателя мультипликаторного телеграфа [79].

Приступив к исследованию деятельности Шиллинга, автор первоначально имел в виду ограничиться анализом материалов, касающихся его изобретений в области телеграфии. Однако в процессе работы стало ясно, что успехи Шиллинга в области телеграфии тесным образом связаны с его многогранной деятельностью в других, казалось бы, далеких от вопросов телеграфирования областях

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 85. Оп. 3; Арх. ЛО Ин-та народов Азии АН СССР. Ф. 25.

знания. Это убеждение еще больше укрепилось после знакомства с некоторыми оценками Б. С. Якоби, который рассматривал успехи Шиллинга в изобретении первых практически пригодных электромагнитных телеграфов как результат всей его многогранной деятельности, особенно подчеркивая значение его лингвистической образованности как востоковеда для разработки телеграфных кодов.

Монография автора с жизнеописанием П. Л. Шиллинга, опубликованная в 1953 г. [172], была доброжелательно принята не только электротехниками, но и представителями гуманитарных наук. Автору даже было предложено написать статью о Шиллинге для специального востоковедческого издания [174]. Успех монографии о жизни П. Л. Шиллинга, которая вторично спустя 10 лет вышла в свет значительно обогащенная вновь найденными материалами [173], побудил автора взяться за значительно более сложную задачу — монографию о Б. С. Якоби.

Выполнение этой задачи являлось логическим продолжением работы над биографией П. Л. Шиллинга не только ввиду преемственности многих направлений деятельности Б. С. Якоби. Вместе обе работы приобретали синтетический характер, в них просматривались бы более четко линии развития науки — ее связи с общей исторической обстановкой и исторической логикой. Однако работа над монографией о Якоби оказалась значительно сложнее и затянулась почти на четверть столетия. Причин тому было несколько.

Огромно научное наследие Б. С. Якоби. Лишь опубликованные работы насчитывают 176 книг, статей и речей. Еще грандиознее выглядит масса литературы о Б. С. Якоби — более 600 наименований. Ориентироваться в этом книжном море помог отличный библиографический указатель, составленный М. Г. Новлянской [124], а также указатели Центральной политехнической библиотеки [96].

Разумеется, не все было равноценно в этой массе литературных источников, но даже простой отбор ценного материала потребовал много времени. В целом ряде вопросов автор мог лишь ограничиться повторением выводов и оценок крупных специалистов — академика А. Н. Фрумкина в области электрохимии [153, 154], членов-корреспондентов АН СССР Т. П. Кравца в области физики [103, 104], и М. А. Шателена в области метрологии [163, 164].

Описание первого тридцатилетия жизни и деятельности Б. С. Якоби затруднялось недостатком соответствующих источников даже в немецкой литературе и в архивах. Значительное количество ценных сведений удалось почерпнуть из опубликованной в Лейпциге в 1907 г. В. Аренсом почтовой переписки Б. С. Якоби с братом Карлом [1]. Чтение этой книги затруднялось не только тем, что она была написана тем немецким языком, на котором изъяснялись полтора века тому назад, но и непонятными посторонним иносказаниями, которыми любители обмениваться братья. Некоторые полезные сведения о ранних годах жизни Б. С. Якоби удалось почерпнуть из книги, изданной в 1904 г. в Лейпциге Л. Кенигсбергером и в основном содержащей жизнеописание К. Якоби [186].

Эти источники помогли в известной степени понять индивидуальность, мироощущение, основные черты характера Б. С. Якоби.

Автор будет удовлетворен, если предлагаемая монография не только пополнит представления читателя об одном из крупнейших представителей отечественной науки и техники, но и будет содействовать ознакомлению с особенностями развития русской научно-технической мысли прошлого столетия.

Автор выражает благодарность за ценные советы кандидату технических наук В. М. Родионову, за постоянную поддержку, которую оказывали при написании книги, кандидату технических наук Э. К. Соколовской и доктору исторических наук В. С. Виргинскому, за помощь в прочтении и толковании немецких текстов переписки Б. С. Якоби старшему преподавателю МГУ им. М. В. Ломоносова Г. П. Миньковской. Автор также признателен рецензентам кандидату исторических наук Я. А. Шнейбергу и известному историку науки и техники Г. К. Цвеве за тщательный просмотр рукописи. Любезно предоставленные профессором Тартуского университета К.-С. Ребоне и заведующей научной библиотекой университета Л. Ю. Пеэп материалы помогли подробнее осветить дерптский период деятельности Б. С. Якоби.

Глава I

Становление личности будущего ученого

21 сентября 1801 года в семье потсдамского коммерсанта Симона Якоби родился первенец. Мать Рахиль, урожденная Леманн, нарекла первенца в честь своего отца Морицем, а в честь тестя дала ему имя Герман. В русском подданстве (во вторую половину его жизни) Морица стали называть Борисом, а по отцу Семеновичем. Детство Мориц провел в окружении братьев Карла Густава Якоба, прозванного в семье Жаком, Эдуарда и сестры Терезы.

В конце XVIII в. Симон Якоби приехал в Потсдам искать применения своему небольшому наследству. Обстоятельства благоприятствовали его начинаниям. Начало XIX столетия ознаменовалось в Пруссии рядом буржуазных преобразований, вошедших в историю под названием реформы Штейна—Гарденберга по имени глав прусского правительства периода 1807—1814 гг. В соответствии с этой реформой в Пруссии было введено бумажно-денежное обращение, уничтожены внутренние таможи, цеховые ограничения, провозглашено освобождение крестьян от личной крепостной зависимости, предусмотрена возможность отчуждения земли по желанию собственника, что позволяло приобретать землю бюргерам и крестьянам. Все эти преобразования внесли значительное оживление в торговую и коммерческую деятельность, и потребность в ссудах возросла во всей Пруссии. А в Потсдаме имелись условия для еще более активного роста этой потребности. Вторая после Берлина многолетняя резиденция прусских королей—Потсдам привлек множество отпрысков дворянских фамилий, всегда готовых занять деньги на свои прихоти, не считаясь с процентами.

Симон Якоби настолько преуспел в своих коммерческих делах, что стал думать о том, чтобы дать детям высшее образование. Однако в Пруссии этому препятствовали жесткие ограничения в отношении лиц иудейского вероисповедания. Поэтому Симон Якоби пренебрег

иудаизмом и окрестил детей по канонам господствовавшей в Пруссии лютеранской религии.

Когда Мориц достиг школьного возраста, гимназии в Потсдаме не существовало. На помощь пришел образованный брат матери дядя Леманн, взявшийся за обучение Морица. В этих занятиях стал нередко участвовать и младший брат Морица Карл. На занятиях изучали древние и европейские языки и основы математики. Знания латыни, древнегреческого, французского и английского языков стали настолько прочными, что братья в конце концов научились не только читать и говорить, но даже свободно писать на этих языках. В дальнейшем, уже самостоятельно совершенствуясь в овладении языками, братья достигли больших успехов.

Наряду с уроками языка и основ математики дядя главное внимание обращал на самообразование братьев. Он скорее направлял, нежели обучал мальчиков, прививая им навыки самостоятельного чтения, умения размышлять над прочитанным, формулировать свои собственные мысли. Братья знакомились с греческим эпосом, римской литературой, отечественной и зарубежной классикой. Гомер и Вергилий, Лессинг и Гёте, Шиллер и Гейне, Шекспир и Сервантес настолько прочно вошли в их сознание, что впоследствии, особенно при общении друг с другом, они постоянно обращались к образам произведений, прочитанных совместно в юности. Огромное влияние на формирование их мышления оказал «Фауст» Гёте — символ вечного человеческого стремления к познанию.

Таким образом, в первоначальном становлении личности братьев решающую роль сыграл дядя Леманн. Впоследствии, став именитыми людьми, братья ежегодно поздравляли его с днем рождения, неизменно пазывая *единственным и любимым наставником*¹.

Осенью 1816 г. Мориц Якоби готовился поступать в Берлинский университет, но стать студентом ему удастся только через три года. 1 апреля 1819 г. его призывают на военную службу в артиллерию.

Родители стремились направить интересы Морица на приобретение перспективной, с их точки зрения, специальности. Чете Якоби, прожившей большую часть жизни в Потсдаме с его замечательными дворцовыми ансамблями, павильонами, церквями и парками, казалось, что нет более славного и почетного дела, чем строительство. Поэтому они хотели, чтобы Мориц стал архитектором. Одна-

¹ Здесь и далее слова, принадлежащие Б. С. Якоби, выделены курсивом.

ко оказалось, что именно обучение строительному делу в Берлинском университете находится в совершенно неудовлетворительном состоянии. И в октябре 1821 г. Мориц становится студентом Геттингенского университета. Придя в университет с отличной математической подготовкой, Мориц опасался, что лекции по этому предмету покажутся ему скучными. Однако блестящее изложение предмета профессором Б. Ф. Тибо заставило Морица признать, что *математический анализ Тибо действительно превосходен*, что от этих лекций он *получает живительные импульсы* и успел только за первый семестр на лекциях по математике *измарать полстопы бумаги*. В этом семестре Мориц слушал лекции по анализу конечных величин, прикладной математике, высшей механике, комбинаторике. Особенно его восхищали лекции Тибо по комбинаторике — одного из самых любимых профессором разделов математики. Впоследствии Морицу оченьгодились знания в области комбинаторики при разработке телеграфных кодов. Теперь же, не подозревая, как ему в будущем пригодится фундаментальная математическая подготовка, Мориц под руководством талантливого лектора просто наслаждался математическими абстракциями, например выводом формулы для семнадцатиугольника, которую даже сам Тибо называл теоретической роскошью. А в летний семестр 1822 г. Мориц уже слушал лекции по дифференциальному и интегральному исчислению.

В то время как Мориц был полностью поглощен математическими занятиями, Карлу, поступавшему летом 1821 г. в Берлинский университет, предсказывали блестящее будущее филолога, основываясь на его увлечении древними языками, археологией и мифологией и уже выполненных им серьезных работах по вопросам эллинской культуры. Под влиянием полиглота и знатока древнего мира дяди Леманна, страстно поощрявшего занятия Карла, родители готовы были поддержать увлечения сына, хотя в душе были убеждены, что карьера архитектора значительно более практична и выгодна [65, с. 26].

Между тем в поле зрения Морица попадают вопросы техники и экономики. Этому способствуют не только занятия практическими вопросами строительного дела, но и сближение с созданным в Потсдаме Бранденбургским экономическим обществом, в действительные члены которого его избирают 5 июня 1823 г. Стремясь совместить возникшие таким образом разнообразные интересы, Мориц обращает внимание на книгу английского механика Р. Бьюке-

нена о строительстве мельниц и машин. Он тщательно изучает эту книгу, переводит на немецкий язык, снабжает ее собственными дополнениями и примечаниями, и в 1825 г. это первое выступление Морица в печати объемом в 412 страниц выходит в свет [2]. Непосредственно за этим следует первая, хотя и небольшая, но уже вполне самостоятельная работа Морица, в которой автор выводит формулы для зубчатых передач с пересекающимися осями. В 1827 г. статья с этим исследованием была опубликована в «Журнале чистой и прикладной математики», основанном в 1826 г. известным ученым, членом Берлинской академии наук А. Л. Креллем [3]. Зрелость этой работы Морица ярко подтвердилась почти 40 лет спустя, когда в заграничной прессе в 1864 г. появилось описание мельницы, построенной в Бельгии, устройство которой основывалось на указанной выше оригинальной работе Морица.

В эти годы у Морица отчетливо обозначился отход от вопросов чистой теории. Его все более поглощали вопросы прикладного характера. С Карлом также происходила метаморфоза, но в противоположном направлении. В результате большой внутренней борьбы, как в своих письмах признавался Карл, он оставил занятия филологией в пользу чистой математики. Сближение с известным немецким астрономом Ф. В. Бесселем окончательно определило направление деятельности Карла. «Мне кажется, что мы в какой-то мере поменялись ролями» — так писал Мориц об этих крутых переменах в интересах братьев. Тем не менее Мориц продолжал и в дальнейшем сохранять интерес и к вопросам математической теории. Его кумиром стал юный норвежский математик Н. Г. Абель.

Симон Якоби поддерживал, как ему казалось, более практичного старшего сына и написал Карлу из Потсдама в Берлин 31 мая 1827 г. следующее: «Если бы ты несколько дней тому назад стоял за нашими дверьми, то ты мог бы услышать оживленный разговор, который у меня был с Морицем о твоих занятиях. Мориц придерживается таких же взглядов, как и я, и утверждает, как и я, что прикладная математика гораздо привлекательнее и имеет большие преимущества. Ты, конечно, придерживаешься другого мнения, а я слишком слаб, чтобы иметь суждение по этому поводу, потому что твои доводы может принять или опровергнуть только ученый или специалист. Я охотно разрешаю тебе здесь улыбнуться, но не расхохотаться, что я осмелился говорить по этому вопросу». Младший из

братьев Эдуард добавил к этому следующие строки: «Мориц целыми днями что-то мешает и варит, сидит в своем углу, окруженный массой колб, подобно алхимику, и не хочет ничего знать о твоих дифференциалах» [1, с. 4—5]. Однако Симон Якоби явно заблуждался. Карл, занимаясь своими непрактичными, с точки зрения отца, теориями, уже сумел защитить диссертацию на тему о разложении алгебраических дробей на простейшие и получить место приват-доцента Берлинского университета, т. е. стать совершенно самостоятельным человеком. В то же время отец и не представлял себе, насколько остро его старший сын переживает свое неопределенное положение. Одно из писем, написанных Морицем в этот период, отражает душевное смятение, которое временами его охватывало от бесплодности поисков собственного жизненного пути. «Я вижу,— писал Мориц,— как то, что я считал до сих пор самым стабильным и надежным, а именно наука, превращается в моих руках в хаос невыразимой путаницы, в лабиринт, в котором я все больше и больше запутываюсь, беспорядочно двигаясь и бросаясь то туда, то сюда, из которого я никак не могу выбраться и найти для себя какую-либо опору». И далее: «Я не знаю, чего я хочу, чего хотят другие, чего хочет наука, что она должна. И чтобы все это узнать как в науке, так и в жизни, я спасся бегством — удивляйся, но не возражай — в логику Гегеля, и она будет теперь постоянно лежать на моем столе со многими пометками, подчеркиваниями, закладками». Однако экскурс в философию Гегеля, по-видимому, не помог Морицу разрешить свои сомнения. Во всяком случае, в конце цитируемого письма Мориц признается, что «...эта путаница становится еще больше, так как, когда я хочу понять Гегеля, стремясь подняться над своим небольшим здравым человеческим разумом, он у меня начинает колебаться, и черт меня побери, если я до настоящего времени хоть кое-что понял, кроме некоторых примечаний. Тем не менее в будущем надеюсь на успех, так как отец стал частенько замечать, что я начал уже заговариваться» [1, с. 4].

В конце 1827 г. Морицу попала на глаза заметка в немецкой газете, сообщавшая, что 10 декабря французский академик А. М. Лежандр сообщил Парижской академии наук о молодом немецком математике Карле Якоби, который сумел разрешить задачи, считавшиеся знаменитым Эйлером и самим Лежандром неразрешимыми. Поздравляя брата со столь большим и громким успехом, Мориц,

выдавая собственные переживания, написал следующее: «Даже Лежандр задушил зависть. Уж если не он, то и тем более никто иной не должен завидовать тебе. Даже я, выступивший недавно в журнале Крелля со своими прикладными затеями. Но Санчо Панса говорил, что „человек не должен сравнивать“, и эту мысль я хочу втолковать окружающим, так как слишком много страдаю от сравнений с тобой» [1, с. 6].

1 июня 1829 г. Морицу был вручен диплом на звание архитектора. Предстояло определяться на работу. В условиях политической и экономической раздробленности и отсталости Германии инициативному инженеру, знакомому с новейшими мировыми достижениями науки и техники, нелегко было найти применение своим знаниям. В немецкой промышленности продолжало господствовать ремесленное производство, а процесс вытеснения барщины наемным трудом шел крайне медленно. Германия была раздроблена на 36 отдельных государств и княжеств, и некоторые из них были настолько малы, что, по выражению Генриха Гейне, их можно было унести на подошве сапог. Надеясь найти поддержку своему стремлению применить накопленные знания, 6 октября 1829 г. Мориц вступает в Союз поощрения промышленной деятельности Пруссии.

Между тем материальное положение семьи Якоби резко ухудшилось. Сильно пошатнулось также и здоровье Симона Якоби, и он уже не мог поправить дела своего финансового предприятия, которому наполеоновские войны и последовавшая реставрация феодальных порядков нанесли значительный ущерб. Поэтому 7 января 1831 г. Мориц обратился в Министерство ремесел, торговли и строительства Пруссии с просьбой предоставить ему место руководителя строительством дорог. Принятое решение добиваться назначения на государственную службу не принесло Морицу облегчения. Наоборот, его переживания стали еще болезненнее, о чем свидетельствует запись, сделанная им 19 февраля 1831 г. в Потсдаме: «Снова я провел целый день в бесполезных размышлениях,— читаем в дневнике.— Если я в скором времени не займусь какой-либо полезной работой, которая глубоко заинтересует меня, то я пропал, так как ипохондрия у меня резко растет. Но здесь мне плохо. Ни дом, ни природа, ни общество ни в малейшей степени не трогают меня, а только вызывают депрессию. Я чувствую вокруг себя все увеличивающуюся пустоту, мое сердце болезненно сжимается, и я ухожу в себя. Если бы какой-нибудь счастливый

случай вырвал меня из этого состояния! В противном случае я предвижу, что вскоре «любовно вздвигнутые воздушные замки» я вынужден буду предать разрушению. Вся беда происходит от того, что я стремлюсь к свершениям слишком большого масштаба. Только на долю немногих выпадает такое высокое счастье и возможность проявить свой талант, как это случилось у Жака. Я же не могу махнуть на себя рукой и удовлетворяться тем, что я на кое-что пригоден, кое-чему научился. Пусть же настанет скорее иное время и ветер поднимет зеленый стяг над кораблем моей жизни и будет весело его развевать»¹.

Эта небольшая исповедь объясняет дальнейшие события, которые произошли в жизни Морица, после того как он получил известие о принятии на государственную службу. 1 июля 1831 г. М. Якоби был назначен на должность королевского руководителя строительства дороги в Шенебеке под Либенвальдом, которая должна была стать частью шоссе между Берлином и Пренцлау. Впервые Мориц надолго покидал привычную семейную обстановку. Свое назначение горько назвал он наказанием и ссылкой. То, что Мориц увидел по прибытии в Шенебек, никак не могло его воодушевить. Ему предстояло прокладывать шоссе, имея в своем распоряжении полукрепостную рабочую силу, вооруженную лопатами, кирками, тачками и другими допотопными орудиями труда, а источникам энергии ему служили человеческие мускулы, конный привод и водяное колесо. И это выпало на его долю, после того как он перечитал всю современную литературу о паровых двигателях и даже написал и послал в известный журнал Крелля критический обзор некоторых работ по истории развития паровых машин, опубликованных в 1827—1830 гг. [4]. М. Якоби ставит перед своим непосредственным начальником, руководящим чиновником министерства В. Бойтом, вопрос о приобретении паровой машины и введении ряда других передовых методов в строительство шоссе. В ответ он паталкивается на глухое непонимание и встречает более чем холодное отношение к своим предложениям.

Между тем здоровье С. Якоби продолжало ухудшаться, и 16 марта 1832 г. он скончался. При существовавших в те времена средствах сообщения Мориц, работавший в полевых условиях, получил известие о смерти отца

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. Л. 21.

слишком поздно. Еще не доехав до Потсдама, в Берлине он встретил Карла, который возвращался с похорон. Потрясенный смертью отца, Мориц возвратился к месту строительства дороги, даже не заезжая в Потсдам, и, следуя совету Карла, попытался заглушить боль утраты усиленной работой. Еще с большей настойчивостью он пытается добиться от В. Бойта приобретения парового двигателя, но тем только окончательно портит отношения с начальством. С целью пропаганды новых методов прокладки дорог он пишет статью об увеличении народного богатства путем сооружения шоссежных дорог, которую самостоятельно посылает в одну из берлинских газет [5], чем вызывает еще большую ярость В. Бойта. Наконец, он совершает поступок, по прусским понятиям, абсолютно недопустимый: в нарушение иерархии обращается со своими предложениями непосредственно к министру. На этом и закончилась карьера Якоби в качестве королевского руководителя дорожным строительством. 20 октября 1832 г. ему пришлось сдать дела и возвратиться домой в Потсдам.

Даже у родных не нашел Мориц понимания. Карл заявил, что «ошибочной является позиция, когда противопоставляют себя начальству, вместо того чтобы с ним солидаризоваться», а «роль склочника всегда очень печальна» [1, с. 18]. Признавая, что и ему свойственны временами «неразумные поступки», Карл указывал, что он своим многолетним упорным трудом и достигнутыми успехами оправдывает их, в то время как у Морица «нет права на глупые поступки», так как он ничего полезного не сделал и только предавался «бесплодным мечтаниям» [1, с. 21]. Всегда добрая и жалостливая мать, и та не одобрила поведения сына, считая, что начальство было справедливым, а он не соблюдал должную субординацию и в результате оказался в нынешнем печальном положении. Так пришли в столкновение прусская действительность и проблески бунтарского духа молодого неискушенного человека против бюрократии и консерватизма. И в Якоби стал рождаться дух чиновничества, который, как мы увидим в дальнейшем, столь понравился Николаю I и его сановникам.

Желая подбодрить брата, Карл выразил уверенность, что у Морица окажется достаточно твердости и таланта, чтобы с честью выйти из создавшегося положения. Но и не удержался от упреков: «Теперь более чем когда-либо,— писал он Морицу,— для тебя является делом че-

сти в твоём зрелом возрасте не проедать только свою долю отцовского наследства и висеть у матери на шее, а, будучи самым старшим, идти впереди всех нас» [1, с. 19]. Легко ли было Морицу, которому пошел уже тридцать второй год, выслушивать подобные нравоучения! Несмотря на нежелание матери отпустить его из Потсдама, он не мог там оставаться долее. Карл предлагал ему приехать в Кенигсберг, в университете которого он уже занимал место ординарного профессора. Карл заранее позаботился об устройстве Морица, выхлопотав для него должность инспектора гавани Пиллау. Собрав всю свою волю, подавив самолюбие и поверив в мудрость младшего брата, Мориц отправился в Кенигсберг. Непросто было для Морица уехать в неизвестность из привычного центра Пруссии в отдаленную окраину.

Кенигсберг отличался не только отдаленностью от политических и экономических центров прусского королевства. Мориц оказался здесь в совершенно новой для него обстановке. В отличие от придворного Потсдама университетский город жил интенсивной духовной жизнью. Творческую атмосферу создавали крупные ученые, имена которых впоследствии вошли в историю мировой культуры. Нами уже отмечалась близость между Ф. В. Бесселем и К. Якоби. Она возникла первоначально на почве общих математических интересов, а к приезду Морица превратилась в семейную дружбу. Ф. В. Бессель основал в 1811 г. университетскую обсерваторию, директором которой оставался до самой смерти. Ему принадлежало большое число выдающихся исследований и вычислений, многим из которых присвоено его имя. Ф. В. Бессель принял большое участие в судьбе Морица и, как увидим, оказал решающее влияние на его жизнь в последующие годы.

Значительную роль для Якоби сыграло знакомство, затем сближение и дружба с профессором физики и минералогии Кенигсбергского университета Ф. Э. Нейманом. Круг научных интересов этого ученого был весьма широк. Ему принадлежали теоретические работы по определению теплоемкости тел, изучению явлений дисперсии и поляризации света. В центре его внимания была математическая разработка проблем электромагнетизма. Теория статического электричества и особенно теория гальванической индукции принесли ему мировую известность.

Предоставленная возможность пользоваться приборами физического кабинета и читать присылаемые Нейману журналы втягивала Морица в царившую здесь творче-

скую атмосферу. В этой обстановке не осталось и следа от его былой депрессии и постепенно возвращалась вера в возможность *свершений большого масштаба*, о которых он лишь бесплодно мечтал в Потсдаме. Стремление к самоутверждению, подстегиваемое Карлом, теперь уже находившимся рядом и воздействовавшим наглядным примером, воодушевляло Морица на научный подвиг. Иначе нельзя назвать поразительный объем совершенной Якоби работы за три неполных года пребывания в Кенигсберге. В этом горении рождался подлинный ученый, подлинный новатор с оригинальными прогрессивными научными воззрениями.

Итак, обстоятельства открыли перед Якоби возможность приступить к глубоким исследованиям в области электромагнетизма. Здесь уместно разъяснить один важный вопрос. Нашему современнику может показаться странным, что Якоби, имевший диплом архитектора, обратился серьезнейшим образом к вопросам, казалось бы, ничем не связанным с архитектурой. Следует учесть, что в первой трети прошлого столетия дифференциация технических дисциплин была еще очень слабой. Уважающий себя архитектор, помимо зодчества, должен был отлично знать строительное дело и машиностроение. Первым опытом применения специальных знаний было для Якоби строительство дорог, отличавшееся большой энергоемкостью, и это обстоятельство, как мы видели, побудило его заняться еще в Шенебеке серьезным изучением проблемы двигателей, взвесить все достоинства и недостатки паровых машин. Теперь, соприкоснувшись с вопросами электромагнетизма, для Якоби стало естественным и на них взглянуть с энергетической точки зрения, записавшей его и ранее. Задача была перспектива создать двигатель, использующий свойства электромагнитов.

Однако занявшись этим новым аспектом интересовавшего его вопроса, Якоби понял, что к нему нельзя подходить с помощью традиционных методов. Дело в том, что между наукой и техникой тогда лежала еще глубокая пропасть и технические задачи, как правило, решались эмпирически. Развитие знаний об электричестве и магнетизме резко изменило это положение. «История электричества и магнетизма представляет собой первый в истории пример превращения чисто научного комплекса опытов в промышленность крупного масштаба,— пишет Дж. Бернал.— Электротехническая промышленность имеет по необходимости от начала и до конца научный ха-

рактик» [64, с. 34]. Действительно, П. Л. Шиллинг, премником работ которого впоследствии стал Б. С. Якоби, оба своих изобретения (электромагнитный телеграф и электрическую мину) создал на основе фундаментального изучения научных открытий Х. Х. Эрстеда, И. Х. Швейггера, А. М. Ампера, Л. Нобили, В. В. Петрова и других физиков. Эту новую тенденцию в научно-техническом прогрессе К. Маркс отметил следующим образом: «...научный фактор впервые сознательно и широко развивается, применяется и вызывается к жизни в таких масштабах, о которых предшествующие эпохи не имели никакого понятия»¹.

Впоследствии, вспоминая, как формировалось его материалистическое отношение к науке и технике, Якоби скажет своим будущим студентам: «Я учился в немецких университетах: изучение точных наук было моим главным занятием. Позднее силою обстоятельств я был втянут в практическую деятельность, и моя работа в области строительства носила самый разнообразный характер. Но хотя при быстрых успехах науки это было очень трудно, я всегда старался не отставать от ее уровня. Я черпал из науки только то, что ведет или обещает повести к практическим результатам. Я поставил себе задачу примирить науку и технику, стереть неоправданное различие, которое установили между теорией и практикой»².

Понимание новых тенденций технического прогресса позволило Якоби занять наиболее передовую позицию, которая единственно могла обеспечить успех изобретательской деятельности в области электротехники. Итак, Якоби, увлеченный идеей создания электромагнитного двигателя, начал с того, что выполнил ряд научных экспериментов с электромагнитами. Со времени появления в 1825 г. статьи У. Стерджена [191], в которой сообщалось об изобретении им подковообразного электромагнита, способного поднять груз до 3,6 кг, были достигнуты большие успехи в отношении изготовления электромагнитов. В 1831 г. Дж. Генри опубликовал статью «О приложении принципа гальванического мультипликатора к электромагнитным аппаратам, а также о проявлении значительной магнитной силы в мягком железе с помощью небольшого гальванического элемента» [183], а несколько позже в статье «Описание большого электромагнита, из-

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Т. 47. С. 556.

² ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 217. Л. 1—2.

готовленного для лаборатории Йельского колледжа» [184] сообщал, что сила тяги этого электромагнита равна 1000 кг. Таким образом, в своих экспериментах Якоби мог уже воспользоваться результатами, полученными Дж. Генри.

Обдумывая принципы действия электродвигателя, Якоби понял, что весьма важен вопрос о том, в какой степени может воспрепятствовать строгому чередованию притяжения и отпускания электромагнита явление остаточного магнетизма. Эксперименты позволили ему подобрать мягкое железо такого сорта, что остаточным магнетизмом можно было практически пренебречь. О результатах этого исследования Якоби написал письмо И. Х. Поггендорфу, который опубликовал его в кратком изложении в издававшемся им журнале под заголовком «Заметка об электромагнитах. Из письма архитектора Якоби» [6]. Так появилась первая публикация Морица, касавшаяся электромагнетизма.

Открытие в 1832 г. М. Фарадеем возникновения в движущемся проводе индукционных токов в результате воздействия земного магнетизма побудило Якоби подвергнуть проверке и это явление. С этой целью он позаимствовал имевшееся в кабинете Ф. Э. Неймана устройство, так называемую машину Пальмиери, которую этот итальянский физик построил для исследования открытого М. Фарадеем явления. Якоби писал, что ему удалось достигнуть успехов, сообщение о которых *поддержало и ободрило* итальянского ученого. Тем не менее он воздержался от публикации чего-либо по этому вопросу, так как придерживался принципа «публиковать только то, что он считал действительно прогрессом в науке и действительно новым» [1, с. 123].

С самого начала перед Якоби встал вопрос об источнике электрической энергии, от надежности работы которого со всей очевидностью зависел успех задуманного изобретения. Наиболее распространенной к тому времени стала батарея из медно-цинковых гальванических элементов с электролитом из водного раствора серной кислоты. Именно такими элементами воспользовался П. Л. Шиллинг для электромагнитного телеграфа и гальванической мины — этих первых технических применений электричества. Несмотря на относительно небольшую зависимость работы первых электротелеграфов и электромиа от стабильности действия источников питания, они уже тогда доставили П. Л. Шиллингу много забот. Быстрое

ослабление действия батарей, вызывавшееся, как установил в 1826 г. А. С. Беккерель, гальванической поляризацией, вынуждало П. Л. Шиллинга даже при кратковременных экспериментах держать специальных мастеров для систематической чистки электродов и замены электролита через каждые несколько часов работы.

Якоби понимал, что электродвигатель требует от источника питания значительной емкости и достаточной надежности при длительной работе. Поэтому у него с самого начала исследование гальванических элементов заняло центральное место в экспериментах. Амальгамируя цинковые пластины, подбирая наиболее выгодную форму и взаимное расположение электродов и различные концентрации электролита, Якоби добился увеличения постоянства действия элемента до 24 ч.

Перечисленные исследования позволили Якоби четко определить требования, которые должны были быть предъявлены к очевидным компонентам задуманного электродвигателя — к электромагнитам, проводникам, источникам питания.

Что же касалось принципов построения двигателя в целом, то первоначально казалось, что здесь следовало лишь скопировать кинематику универсального парового двигателя, заменив возвратно-поступательное движение поршней притяжением и отталкиванием электромагнитов путем подключения и отключения источника электричества. Именно такое решение подсказывал физический прибор Дж. Генри, описанный им в 1831 г. [182, с. 81—84]. Гипноз принципа действия и конструкции парового двигателя господствовал над умами и других ученых, строивших приборы для преобразования электромагнитной энергии в механическую. Испытал этот гипноз и Якоби. «Я не мог сначала,— писал он,— отрешиться от идеи получить возвратно-поступательное движение, производимое последовательным притягивающим и отталкивающим действием магнитных стержней, а затем уже превратить это возвратно-поступательное движение в постоянное круговое известным в технике способом» [7, с. 3]. Однако тщательное изучение всей совокупности современных ему электромагнитных приборов и экспериментов вскоре убедило Якоби в нецелесообразности такого решения.

Первым прибором, вызывавшим механическое движение за счет энергии гальванической батареи, был мультипликатор, изобретенный в 1820 г. И. Х. Швейггером

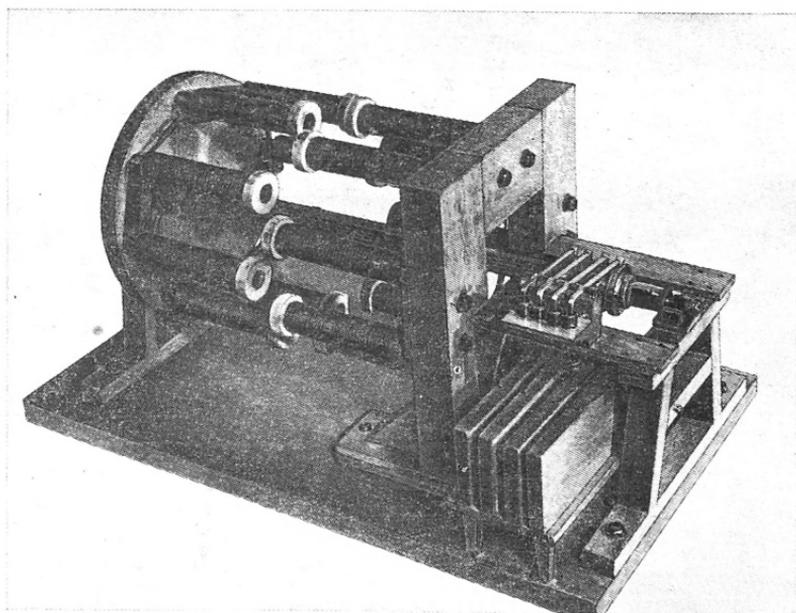


Рис. 1. Электродвигатель Б. С. Якоби конструкции 1834 г.

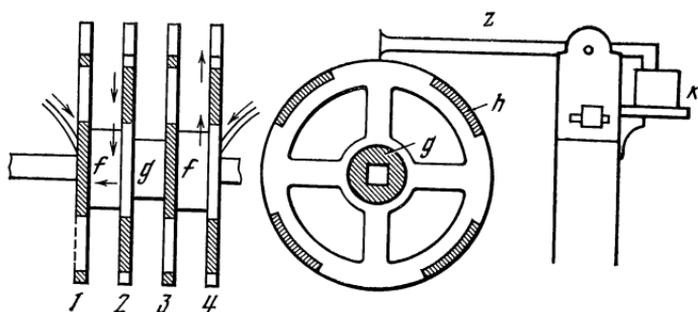


Рис. 2. Коммутатор электродвигателя Б. С. Якоби

а затем использованный П. Л. Шиллингом в 1828—1837 гг. в телеграфном аппарате. В мультипликаторе энергия электромагнитного поля вызвала вращательное движение. В 1821 г. М. Фарадей построил установку, которая наглядно продемонстрировала, что ток, проходящий по проводнику, может заставить этот проводник вращаться вокруг магнита или вызывать вращение магнита вокруг проводника. В 1824 г. П. Барлоу построил прибор — «колесо Барлоу», которое вращалось от взаимодействия

магнитного поля постоянных магнитов и тока, проходящего через колесо. В 1833 г. У. Ритчи создал прибор, в котором взаимодействие полюсов магнита и электромагнита также приводило к вращению.

Таким образом, лабораторные эксперименты того времени и приборы непосредственно подсказывали принципиальную возможность создания электродвигателя с электромагнитным вращением. Якоби не только понял целесообразность такого устройства, но и обосновал преимущества электродвигателя с вращательным движением той его части, которая позднее будет названа якорем.

Взаимодействие электромагнитов якоря с электромагнитами неподвижной части машины могло быть осуществлено путем периодического изменения полярности электромагнитов якоря, т. е. путем периодического изменения направления тока в их обмотках. Перед Якоби встал вопрос о разработке самой оригинальной части электродвигателя — устройства, автоматически переключающего направление тока в обмотках электромагнитов якоря, названного им жиротропом или коммутатором.

8 апреля 1834 г. в результате напряженного труда Якоби удалось завершить все эти исследования, изготовить компоненты модели электродвигателя, произвести их монтаж и организовать первое испытание. Успех испытаний был настолько очевиден, что Ф. Нейман решил организовать 16 мая 1834 г. в университете демонстрацию работы модели. Первая конструкция двигателя Якоби (рис. 1) имела две группы П-образных электромагнитов, из которых одна группа (четыре П-образных электромагнита) располагалась на неподвижной раме, а другая аналогичная группа — на вращающемся диске (расположен слева). Для попеременного изменения полярности подвижных электромагнитов, т. е. для того чтобы машина могла работать, служил коммутатор.

Коммутатор (рис. 2) состоял из четырех медных колец 1—4, насаженных на рабочий вал электродвигателя. Кольца попарно соединялись медными трубками *ff* на оси вала, закреплялись трубкой *g* из изолирующего материала и вращались вместе с валом. Каждое из колец, смещенных на 45° по отношению к предыдущему, имело четыре выреза, которые заполнялись вкладками из изолятора *h*. Поверхность колец была хорошо отполированной и ровной. По этой поверхности скользил контактный рычаг *z*, представлявший собой своеобразную щетку. Другой конец рычага опускался в чашечку с ртутью *k*, которая

соединялась проводником с батареей. Металлические кольца были соединены с электромагнитами вращающегося диска. При вращении металлические рычаги, попадая на непроводящие части колец, прерывали цепь, а при соприкосновении с металлом замыкали ее. Когда рычаг переходил с непроводящей части на металл, т. е. в тот момент, когда встречались разноименные полюсы, в обмотках электромагнитов, установленных на подвижном диске и последовательно соединенных, менялось направление тока. Полярность электромагнитов изменялась 8 раз за один оборот рабочего вала, обеспечивая поочередное притягивание и отталкивание подвижного диска электромагнитами неподвижной рамы и тем самым вызывая вращение рабочего вала вместе с якорем двигателя.

Со времени демонстрации 16 мая 1834 г. работа по усовершенствованию электродвигателя получает моральную поддержку и одобрение не только со стороны Ф. Неймана, Ф. Бесселя и других профессоров Кенигсбергского университета. В это время в Кенигсберг приехал направлявшийся за границу по делам строительства Пулковской обсерватории ее директор В. Я. Струве. Тогда же посетил Кенигсберг знаменитый А. Гумбольдт. Приехал поработать в университете К. М. Бэр. Эти крупные ученые ознакомились с моделью Якоби и весьма одобрительно отнеслись к его достижениям.

Все это позволило Якоби окончательно поверить в себя и в научную ценность достигнутого. Он посылает Парижской академии наук сообщение о своем изобретении в виде краткой «Заметки о магнитной машине, в которой магнетизм используется как двигательная сила». Это сообщение было доложено на заседании Парижской академии 1 декабря 1834 г., а затем опубликовано [8]. Здесь следует пояснить, почему Якоби адресовал свое сообщение в первую очередь не в Берлин, а в Париж.

Дело в том, что после Французской буржуазной революции Парижская академия наук превратилась в центр промышленных изысканий. Все появлявшиеся новые машины или методы производства обсуждались на ее заседаниях. Направляя свое сообщение Парижской академии наук, Якоби поступал в соответствии с установившейся традицией.

Не довольствуясь краткой запиской, в которой устройству электродвигателя уделялось всего несколько десятков строк, Якоби составляет подробное описание конст-

рукции, схемы и действия модели и решается опубликовать это отдельной брошюрой под названием «Памятная записка о применении электромагнитной силы для приведения в движение машин» [7]. К этому времени закон, открытый Г. Омом в 1827 г., не только еще не получил признания, но многим, даже крупным физикам, был вообще неизвестен. Между тем Якоби уже излагал сущность теории Г. Ома и писал, что она «...так проста и настолько хорошо согласуется со всеми явлениями, происходящими в гальваническом элементе, что я не колебался принять ее и положил в основу моих работ по конструированию моего магнитного аппарата» [170, с. 181]. Характерно, что Дж. Генри впервые познакомился с законом Ома, прочитав о нем в 1837 г. в «Памятной записке» Якоби [158, с. 114]. Даже если бы достигнутое Якоби за столь короткий срок ограничивалось лишь вышеописанным, то и тогда можно было бы только изумляться его работоспособности, эрудиции и таланту. Но он за время пребывания в Кенигсберге сумел заявить себя вдумчивым физиком, обладающим весьма передовыми научными взглядами.

1 марта 1833 г. Якоби был принят в число действительных членов «Кенигсбергского физико-экономического общества». Это обязывало его выступить на открытом собрании общества с научным докладом, который он назвал: «Об использовании сил природы для нужд человечества» [9]. Общество выпустило в 1834 г. сборник лучших докладов под редакцией академика К. М. Бэра, и в нем был опубликован доклад Якоби. Уже в наше время известный физик Т. П. Кравец писал, что автор доклада «...предстает перед нами как на редкость образованный человек, инженер с широким кругозором, стоявший на уровне самых последних достижений. Знаменателен уже тот факт, что он все время говорит о работе, как о твердо установленном механическом понятии. Напомним, что это понятие в то время было в науке новым...» [104, с. 410]. Далее Т. П. Кравец отмечает, что наибольший интерес в докладе Якоби вызывают его высказывания о сохранении энергии. Подвергнув подробному анализу эти высказывания, Т. П. Кравец приходит к следующему выводу: «Все эти положения, доведенные до своего логического завершения, представляют собой первый принцип термодинамики. Мы видим, что Б. С. Якоби с полным правом может быть назван одним из предшественников великого от-

крытия сохранения энергии»¹ [104, с. 411].

Зрелость мышления Якоби тем более поражает, что физики того времени не только не понимали важности этой проблемы, но и позднее, когда уже был открыт в 40-х годах «закон эквивалентности», испытывали к нему явную неприязнь. Характерно, что в открытии этого закона профессиональные физики не участвовали — Дж. Джоуль был инженером по образованию, а Р. Майер и Г. Гельмгольц — врачами.

Не оставили своим вниманием Якоби-архитектора и местные служители искусств. Он дважды выступил в 1834 г. на заседаниях Кенигсбергского союза искусств и ремесел. Первое выступление было посвящено вопросу «О соотношении между новой и древней архитектурой», второе — «О влиянии шоссе, железнодорожных и водных путей сообщения на народное богатство» [10].

Экономическая важность средств транспорта, которую Якоби с такой убежденностью осознал, позволяет понять, почему он предполагал применить электродвигатель в первую очередь именно в этой отрасли хозяйства, хотя неоднократно отмечал его универсальность.

Авторитет, который завоевал Якоби всей своей деятельностью в глазах кенигсбергских ученых, позволил Ф. Нейману уже в 1835 г. поставить в университете вопрос о допущении Якоби к защите ученой степени доктора философии, которая и была присуждена ему 24 июня 1835 г.

Казалось, Якоби, наконец, укрепил почву под ногами. В действительности положение несколько не изменилось. В университете отсутствовали вакансии, соответствующие его специальности. Ничего иного, как оставаться инспектором гавани в Пиллау, не предвиделось. Эта должность отнимала у Якоби дорогое время и доставляла ему лишь очень небольшие средства. Дорогостоящие опыты и изготовление моделей, на которые Якоби растратил все свои сбережения, пришлось прекратить. Рушились надежды и на получение причитавшейся ему доли отцовского наследства. Банковское предприятие, которым с 1832 г., после смерти отца, стал руководить младший из братьев Эдуард, не только перестало быть доходным, но стремительно приближалось к полному банкротству.

Искать материальной помощи в среде отечественной буржуазии по примеру удачливых англо-американских

¹ Разрядка Т. П. Кравца.

изобретателей также не приходилось. Созданный после поражения Наполеона по решению Венского конгресса в 1814—1815 гг. Германский Союз представлял собой раздробленную страну. Правда, Пруссия прирезала к своей территории значительную часть Саксонии, Рейнской области и Вестфалии и играла в 30-е годы главенствующую роль в регионе, но немецкая буржуазия была еще слаба, а перспективы развития капиталистических начал степены господствовавшим абсолютизмом, поэтому не приходилось ждать от нее существенной поддержки новых, к тому же весьма неясных технических идей. Значительно более скромные запросы даже известных представителей «чистых» наук в Германии не всегда удовлетворялись. Например, К. Ф. Гаусс в письме к П. Л. Шиллиngu от 11 сентября 1835 г., высказывая целый ряд интересных соображений относительно устройства электрического телеграфа, писал, что «...это остается только идеей, ибо я не могу заниматься дорогими опытами»¹. В этих условиях едва ли не единственным источником материальной помощи немецким ученым являлись податки монархов, стремившихся прослыть просвещенными правителями.

А. Гумбольдт убедил короля Пруссии Фридриха Вильгельма III в важном значении опытов Якоби для славы монархии. В письме к Якоби от 10 января 1835 г. он писал: «Я рад сообщить Вам, что король сегодня предоставил 600 талеров для продолжения Ваших важных, имеющих большой смысл магнетических трудов. Мне не нужно Вам повторять, что при этом случае вновь вспомнили Вашего брата, который так блестяще проложил новые научные пути...» [1, с. 24]. Что значили 600 талеров для работ, которые требовали устройства не модели, а электродвигателя в натуральную величину? По подсчетам Якоби, расходов потребовалось бы, по крайней мере, в 30 раз больше. Когда казалось, что из создавшегося безнадежного положения нет выхода, произошло событие, заставившее Якоби сделать весьма ответственный выбор, определивший всю его дальнейшую жизнь.

Мы уже отмечали интерес, который проявили к деятельности Якоби два русских академика — К. М. Бэр и В. Я. Струве. Оба они закончили Дерптский университет, а В. Я. Струве с 1818 г. был директором Дерптской обсерватории. Ученым было известно, что в Дерптском университете долгое время оставалось незанятым место про-

¹ Арх. АН СССР. Ф. 85. Оп. 3. № 27. Л. 1.

фессора гражданской архитектуры и строительства. Повидимому, двусмысленное положение Якоби в Кенигсберге нередко бывало предметом разговоров среди немецких ученых. Так или иначе, В. Я. Струве по возвращении в Россию, убедившись, что место профессора гражданской архитектуры и строительства в Дерптском университете продолжает оставаться вакантным, направил Якоби письмо с предложением занять его. Прежде чем дать согласие на это предложение, Якоби поставил в известность о случившемся А. Гумбольдта: «Не колеблясь ни минуты, я готов принять это предложение, так как, несмотря на шестилетнее ожидание и многочисленные попытки, я не мог добиться соответствующего положения и будущее в этом отношении также бесперспективно»¹, — писал он ему.

Даже учитывая незавидное положение Якоби, в котором он очутился в Кенигсберге, легкость, с которой он без особых колебаний согласился покинуть Германию и уехать в Россию, могла бы удивить. Действительно, если бы Якоби продолжал жить взглядами, преобладавшими в немецком обществе, о дикости, царившей в России, едва ли он так сразу однозначно решился бы принять предложение.

Известную роль в деле раннего знакомства с Россией сыграла для Якоби его служба в гавани Пиллау. Кенигсбергский порт, находившийся близко от границы с Россией, имел особое значение для вывоза русских товаров на Запад (зерна, льна, пеньки и леса). Рост и экономическое благополучие Кенигсберга в значительной степени были следствием этого обстоятельства. С годами эта зависимость росла, и, когда Кенигсберг получил с Россией также железнодорожную связь, на кенигсбергский порт были распространены русские правовые порядки [100, с. 3].

Еще более тесно, чем в экономическом отношении, Кенигсберг был связан с Россией в области науки. У кенигсбергских ученых свежо было в памяти путешествие А. Гумбольдта в Россию, которое он совершил в 1829 г. по приглашению русского правительства. Результаты этого путешествия произвели огромное впечатление на соотечественников ученого. Поразили не только рассказы ученого об огромных богатствах российских недр: металле, камнях, глыбах самородной платины, золотых россыпях, алмазах и т. п. Поразили образцовые яковлевские заво-

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 52. Л. 17.

ды, поднятые на Урале их управителем крепостным Г. Зотовым, конно-железная дорога П. К. Фролова на Алтае, булатная сталь П. П. Аносова в Златоусте. Возможно, Якоби из всего увиденного А. Гумбольдтом в России более всего поразили построенные на заводах Демидова крепостными Е. А. и М. Е. Черепановыми паровозы и два десятка паровых машин мощностью от 2 до 60 л. с. И мог ли тогда Якоби предположить, что совсем иное из увиденного в России А. Гумбольдтом, а именно самородная платина, впоследствии попадет в круг его непосредственных творческих интересов и участие в решении задачи ее обработки станет одним из его научно-технических достижений. Знакомство с выдающимся путешественником укрепило возникший ранее интерес Якоби к России. Дело в том, что поколение Якоби с увлечением зачитывалось фантастической повестью А. Шамиссо «Удивительная история Петера Шлемиля» о человеке, который продал собственную тень [162]. На Якоби произвел впечатление не только роман, но и сама личность автора. В полной приключений жизни А. Шамиссо значительное место занимало участие в кругосветном путешествии на русском корабле «Рюрик» в 1815—1818 гг. Поэт совершил его в качестве натуралиста по рекомендации известного русского моряка И. Ф. Крузенштерна. Описание этого путешествия, которое было признано совершеннейшим образцом прозы Шамиссо, содержало подробный рассказ о пребывании в Петербурге.

Пробужденный у Якоби живейший интерес к России был настолько сильным и выразительным, что друг его брата Карла — математик Штейнер прозвал Якоби «русским», насмешливо называл его «Великим Константином» и еще задолго до того, как Якоби получил предложение переехать в Россию, пророчил, что судьба приведет его на Восток. Впоследствии, уже работая в России, Якоби неоднократно выражал удивление, что Я. Штейнер проявил такое предвидение [1, с. 121]. Высказанная невзначай шутка обернулась действительностью в силу совершенно определенных обстоятельств, психологически подготовивших Якоби к принятию столь важного решения.

13 мая 1835 г. философский факультет Дерптского университета ходатайствовал об избрании Якоби на должность экстраординарного профессора гражданской архитектуры. 8 июня Совет университета единодушно голосовал за его избрание [124, с. 207]. Министр народного просвещения С. С. Уваров утвердил Якоби в указан-

ной должности, и 4 июля он был вызван из Кенигсберга в Дерпт¹. Предчувствуя долгую разлуку с семьей, Якоби перед отъездом в Россию едет в Потсдам попрощаться с матерью.

Глава II

Педагогическая и научная деятельность Б. С. Якоби в Дерптском университете

Город, в который Якоби ехал, чтобы начать научную и педагогическую деятельность, был основан в 1030 г. Ярославом Мудрым, получившим в христианстве имя Юрий. В соответствии с этим город был назван Юрьев. В 1224 г. Юрьев был захвачен крестоносцами, давшими городу немецкое название Дорпат, которое и после возвращения его в 1559 г. России сохранялось почти до конца XIX в. как Дерпт. В 1898 г. городу было возвращено имя Юрьев. Коренные же жители этих мест — эсты продолжали называть город по имени своего старого поселения — Тарпату (пыне Тарту).

Шведский король Густав II Адольф, во время своего правления городом, 30 июня 1632 г. преобразовал открытую им «Королевскую гимназию» в университет, получивший затем название «Густавианской академии». С этого времени нынешний Тартуский университет исчисляет свое существование и в 1982 г. отметил 350-летие. В течение этих трех с половиной веков работа университета из-за политических событий неоднократно надолго прерывалась. Учебное заведение, в которое теперь ехал Якоби, после почти столетнего прекращения деятельности (с 1710 г.) возродилось только в начале XIX в. Торжественное повторное открытие Дерптского университета состоялось 21 апреля 1802 г.

Большую роль в возрождении университета сыграл первый ректор и профессор физики Е. И. Паррот. До своего назначения в Дерпт в 1802 г. на должность ректора университета он активно занимался научными исследованиями и опубликовал полтора десятка статей по вопро-

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 295. Л. 1.

сам физики, метеорологии и механики. За эти исследования ему в 1801 г. Кенигсбергский университет присвоил ученую степень доктора философских наук. Став ректором университета, Е. И. Паррот сумел сблизиться с Александром I, что обеспечило ему возможность отстоять для университета большую внутреннюю автономию и добиться предоставления значительных материальных средств. Е. И. Паррот обратил значительную часть средств на оборудование кабинета физики. Самой совершенной была аппаратура для изучения механики твердых тел, жидкостей и газов, световых явлений, а самой недостаточной — аппаратура для изучения электрических и магнитных явлений [133, с. 44]. Нехватка приборов по электричеству и магнетизму, конечно, на первых порах создала для Якоби некоторые трудности в совершенствовании своего электротехнического изобретения.

Несомненной заслугой Е. И. Паррота было привлечение в университет талантливых ученых — в 1814 г. астронома В. Я. Струве, а в 1820 г. известного казанского математика И. М. Бартельса и минералога М. Ф. Энгельгардта.

В 1823 г. к Е. И. Парроту, В. Я. Струве и М. Ф. Энгельгардту обратился от имени Главного адмиралтейства известный мореплаватель И. Ф. Крузенштерн с просьбой выделить физика, астронома и минералога из числа лучших студентов для участия в научной экспедиции на военном шлюпе «Предприятие» под командованием О. Е. Коцебу. Выбор пал на Э. Х. Ленца, Э. В. Прейсса и Э. К. Гофмана. Ботанические и зоологические исследования были поручены профессору медицины Дерптского университета И. Ф. Эшольцу. Известны блестящие результаты, с которыми возвратились из экспедиции питомцы университета, еще выше подняв его авторитет.

По мере роста научного авторитета Дерптский университет стал привлекать внимание многих крупных деятелей науки и культуры. Неоднократно приезжал в Дерпт выдающийся минералог В. М. Севергин. Побывал здесь писатель и натуралист А. Ф. Севастьянов. Поэт и переводчик В. А. Жуковский несколько лет прожил в Дерпте в тесном общении с профессорами и студентами университета и сделал здесь свои знаменитые переводы шиллеровских стихов.

Среди попыток привлечь к работе университета крупных ученых нельзя не упомянуть об одной неудавшейся попытке. 7 мая 1809 г. Совет университета подавляющим

большинством голосов высказался за кандидатуру К. Ф. Гаусса на освободившееся место профессора кафедры астрономии и математики. Но этот переезд не состоялся, потому что положение профессора математики и астрономии в Дерптском университете не обеспечивало ему достаточного досуга для научной работы [87, с. 244]¹. Впоследствии интерес к России побудил К. Ф. Гаусса изучать русский язык, и он неоднократно обращался к своим русским корреспондентам, в частности к П. Л. Шиллингу, с просьбой о присылке русской литературы. Он достиг в изучении русского языка таких успехов, что не только прочитал труды Лобачевского, но научился бегло говорить по-русски и прочитал многие произведения Пушкина, среди которых ему особенно понравился «Борис Годунов».

К концу 20-х годов XIX в. под влиянием начавшегося промышленного переворота и после присоединения к России новых обширных территорий (Финляндия, Грузия, Азербайджан, Бессарабия, Восточная Армения и др.) возникла острая потребность в научных кадрах, базой для подготовки которых стал Дерптский университет.

В 1835 г., когда Якоби приехал в Дерпт, ректором университета был профессор медицины И. Ф. Мойер. Первыми слушателями профессорского института стали люди, прославившие впоследствии русскую науку, — хирург Н. И. Пирогов, врач Ф. И. Иноземцев, астроном А. Н. Савич, языковед В. И. Даль — сверстники Якоби.

Чтение лекций Якоби надо было начать только с января 1836 г., таким образом, у него оказалось достаточно времени, чтобы осмотреться и познакомиться со своими коллегами. Это знакомство обернулось началом больших перемен в личной жизни Якоби.

Еще 5 лет тому назад, когда Карл сообщил о своей помолвке, Мориц написал ему из Потсдама письмо, в котором наряду с искренней радостью за младшего брата прозвучала грусть по поводу собственного одиночества.

Как мы видели, в Кенигсберге Якоби настолько отдался стремлению осуществить идею своего изобретения и доказать свое право на место в корпорации ученых, что для других интересов у него времени не оставалось.

¹ Это была вторая попытка приглашения К. Ф. Гаусса в Россию после предпринятой еще в 1801 г. князем Д. А. Голицыным [160, с. 186].

Побывав перед отъездом в Дерпт у своей матери, он снова окунулся в атмосферу позабытой семейной жизни. Возможно, это подготовило его к тому, что, посещая в Дерпте новых коллег, он, познакомившись с Анной Григорьевной Кохановской, очень быстро признал в ней ту, которая *соответствовала его представлению* о подруге жизни.

Родные Якоби, получив от него вместе с сообщением о благополучном прибытии в Дерпт известие о помолвке, были поражены неожиданностью этого события. Еще большее изумление родных Морица вызвал выбор невесты — девушки славянского происхождения, принадлежавшей не к лютеранской, а к греко-славянской церкви и не говорившей к тому же на немецком языке. По этому поводу Карл язвил следующим образом: «Знание твоей будущей женой французского языка для тебя во всех отношениях исключительно ценно; а будет ли она учиться немецкому, или ты, когда мы тебя снова увидим, будешь говорить на ломаном немецком языке?» [1, с. 26].

Впоследствии, когда в 1845 г. Аннета, как звали в семейном кругу жену Морица, побывав в Берлине, впервые познакомилась с семьей Карла, тот восторженно написал брату: «Благодарю тебя за то, что ты сюда послал Аннету из Вашего пагримониального государства, характер которой может склонить к панславизму» [1, с. 126]. Однако преклонение перед достоинствами славянской жены брата не помешало Карлу потом обидеть Аннету националистическим замечанием, что у ее сына Николая «одухотворенная, а не славянская физиономия», чем он сильно испортил свои отношения с невесткой.

Брак с русской подданной — не только важное событие в личной жизни Якоби, но и первый шаг к русскому гражданству. К гражданству, как он скажет через 37 лет,



**Мориц Герман Якоби
в Дерпте в 1836 г.**

в «стране, которую привык считать вторым отечеством, будучи связан с нею не только долгом подданства и тесными узами семьи, но и личными чувствами»¹. Для немецких родственников и знакомых он остался Морицем, а для России стал Борисом Семеновичем Якоби.

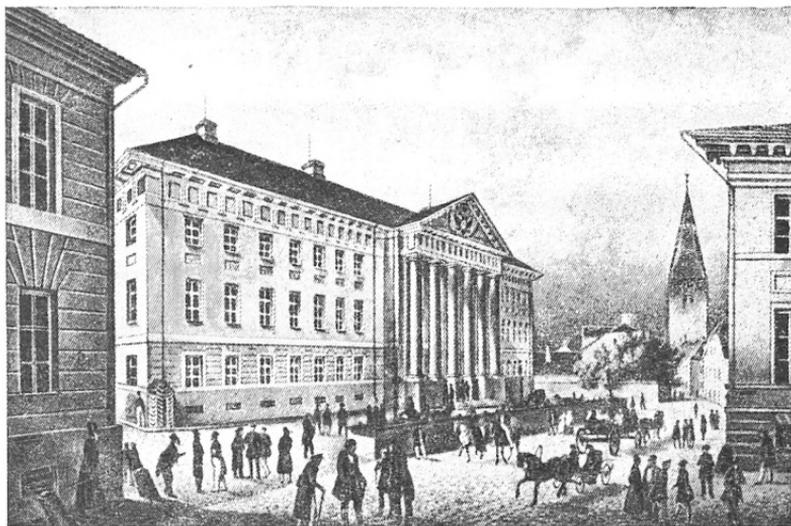
Первая вступительная лекция по гражданскому строительству профессора Б. С. Якоби состоялась 12 января 1836 г. Наконец он получил возможность провозгласить свое научное кредо. Истинная теория — это практика. Техника лежит в основе как культуры, так и нравственности, так как кладет начало человеческому самосознанию, сопровождает и венчает его развитие. Вступивший в науку обязан внимательно вникать в запросы жизни. Современность поставила задачу привести к процветанию материальные интересы и предоставить им такое же признание, какое всегда отдавалось искусству и науке. Нельзя противопоставлять полезное искусству и науке, надо возвысить это полезное до одного с ними уровня. Стремление к отвлеченным знаниям, оторванным от живой действительности, ведет лишь к призрачным знаниям².

Б. С. Якоби охарактеризовал предмет своего преподавания — гражданскую архитектуру — как область, наиболее ярко демонстрирующую справедливость изложенных им положений. Практический успех в этой области, считал он, достигается исключительно на основе физики, математики и химии, лишенных самосозерцательности. Этой позиции в науке Б. С. Якоби придерживался до конца жизни. 22 августа 1836 г. в Большом актовом зале Дерптского университета Якоби выступил с лекцией, основой которой послужила давно занимавшая его проблема транспорта. Ученая аудитория, для которой была предназначена эта речь, состояла в значительном большинстве из лиц, много поездивших по просторам России и познавших воочию первостепенное значение для нее дорожного строительства. Поэтому свое выступление Якоби посвятил вопросу «О значении внутренних путей сообщения», которые только и могут «приобщить безграничные области России к общественному развитию» [11].

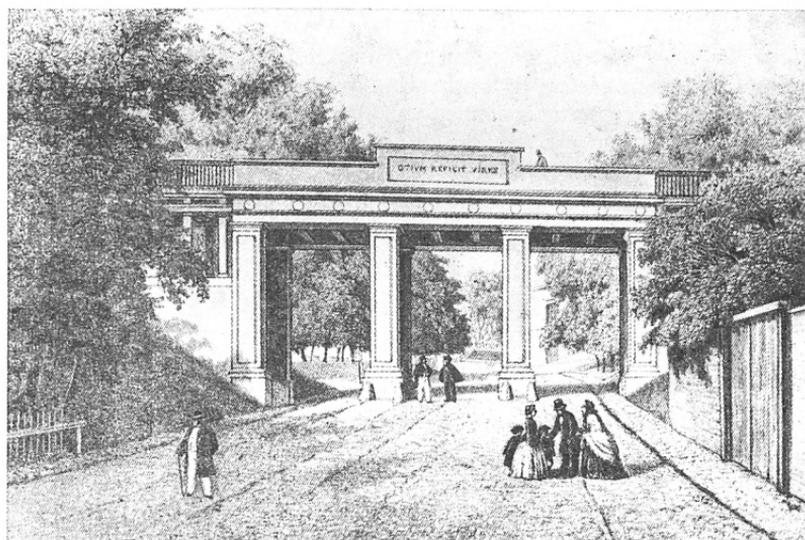
В своей речи ученый исходил из того, что технические и экономические проблемы тесно связаны с общественными отношениями, вступают в соприкосновение и стремятся проникнуть друг в друга. При этом труд на всех эта-

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 299.

² Там же. № 217. Л. 1—2.



**Рис. 3. Главное здание Дерптского университета
(из фондов Тартуского университета)**



**Рис. 4. Ангельский мост, построенный в 1836–1838 гг. по проекту
Б. С. Якоби на холме Тоомемяги
(из фондов Тартуского университета)**

пах истории человеческого общества играл в его развитии решающую роль. Он отметил, что если в эпоху рабства и феодализма транспорт в основном предназначался для перевозки грузов, то теперь, с развитием современного производства, возникла задача перевозки людей. Так, транспорт, являющийся неотъемлемой частью общего производственного процесса, в каждое конкретное время носит черты, свойственные современной ему технике.

Помимо лекций по практической математике и физико-математической теории машин, Якоби заведовал коллекцией архитектурных моделей на занимаемой им кафедре. 10 февраля 1836 г. Якоби было поручено составить проект нового Домбергского моста взамен старого на холме Тоомемяги, соединявшего здание университета с его обсерваторией. 3 мая 1836 г. проект был готов, а в 1838 г. мост построен. Этот мост сохранился до нашего времени под названием Ангельского. По проектам Якоби были сооружены также флигель университетского здания и университетская церковь.

В физической лаборатории Якоби выполнил опыты с полыми трубками из мягкого железа, намагниченными электрическим током. Эти опыты преследовали задачу установить, насколько допустима замена в электродвигателе такими полыми трубками сердечников из сплошного металла, и выяснить, как она отразится на его мощности. Значительно уменьшив таким способом вес электродвигателя, Якоби надеялся еще больше усилить его преимущества перед паровым. Отчет об этих исследованиях ученый приложил к своим «Памятным запискам» в качестве продолжения и послал Петербургской Академии наук. 20 января 1837 г. этот отчет был доложен Э. Х. Ленцем и затем опубликован в Бюллетене академии [12].

Большое внимание Якоби уделял опытам с гальваническими элементами. Этому способствовала отличная химическая лаборатория университета, созданная профессором К. Х. Гебелем, в которой активным помощником Якоби стал ассистент К. К. Клаус, впоследствии известный профессор Казанского университета. Смысл этих занятий заключался в следующем. При первых экспериментах требования к используемому источнику тока у Якоби были весьма скромные, так как гальваническая цепь включалась лишь на короткое время, а для маленькой модели двигателя достаточно было мощности нескольких десятков ватт. Однако задуманный электродвигатель, который, по мысли Якоби, мог бы *приводить в действие*

мельницы, лодки и локомотивы, предъявляющие требования.

Медно-цинковые элементы с водным раствором серной кислоты, используемые Якоби в Кенигсберге, не могли удовлетворять этим требованиям по следующим причинам. Цинковая пластинка в таких элементах содержала примеси других материалов, что приводило к возникновению местных токов. Вследствие этого цинковый катод быстро растворялся, взаимодействуя с кислотой даже при разомкнутой внешней цепи. Элемент становился неработоспособным уже через 1—2 ч, даже если в это время не использовался для получения тока. Этот недостаток Якоби легко устранил, применив практиковавшееся амальгамирование цинкового электрода. Однако и с таким электродом жизнеспособность действующего элемента ему удалось продлить только до 20—24 ч. Оказалось, что нестабильная работа гальванического элемента объясняется не только возникновением местных токов.

Главную причину нестабильной работы гальванического элемента открыл в 1826 г. А. С. Беккерель. Она заключалась в явлении гальванической поляризации, которое объяснялось скоплением пузырьков водорода у поверхности медного электрода. К 1829 г. Беккерелю удалось придумать такую конструкцию, что в самом элементе происходили реакции, поглощавшие выделявшийся водород. С этой целью он разделил сосуд пористой перегородкой на две части, в одну из которых поместил цинковый электрод в растворе поваренной соли, а во



Рис. 5. Мемориальная доска в главном здании Тартуского университета (из фондов Тартуского университета)

вторую — медный электрод в растворе медного купороса.

С 1829 г. гальванические элементы без деполяризатора выходят из употребления и изобретаются различные варианты элементов с двумя жидкостями.

В 1835 г. А. С. Беккерель, продолжая опыты с гальваническими элементами, опустил в одну часть сосуда, разделенного пористой перегородкой, платиновый электрод в концентрированную азотную кислоту, в другую часть сосуда — платиновый электрод в концентрированный раствор едкого калия. Утверждение Беккереля, что в этом опыте при замкнутой цепи возникает ток и на платине, погруженной в щелочь, выделяется газообразный кислород, подверглось критике. Якоби повторил опыты Беккереля и подтвердил справедливость его выводов, хотя признался, что разъяснить природу явления, как и Беккерель, он не может [14].

В 1836 г. появляется элемент Даниэля, состоящий из медного цилиндра, опущенного в раствор медного купороса, отделенный пористой перегородкой от цилиндра из амальгамированного цинка, опущенного в слабый раствор серной кислоты. Элемент Даниэля по сравнению со своими предшественниками отличался значительно большим постоянством действия и по этой причине продолжительное время служил эталоном электродвижущей силы, вошедшим в науку как единица Даниэля. Вспоминая впоследствии в одной из своих лекций трудности, с которыми приходилось ученым встречаться, когда им требовался сколько-нибудь стабильный электрический ток, Б. С. Якоби отмечал восторг, с которым был встречен физиками элемент Даниэля.

Экспериментируя с элементами Даниэля, Якоби пробовал использовать электроды разпой формы, жидкости разной концентрации, перегородки из различных материалов. Преследуя задачу получить еще более стабильный элемент, ученый разрабатывает собственную оригинальную конструкцию медно-цинкового элемента, применив насыщенный раствор медного купороса в качестве деполяризатора и окружив цинковый электрод средой из слабого раствора хлористого аммония или нашатырного спирта. Б. С. Якоби описал сконструированный им гальванический элемент (рис. 6) в письме к Э. Х. Ленцу, которое было доложено на заседании Петербургской Академии наук 3 февраля 1837 г. и опубликовано в ее Бюллетене [15].

Элемент, разработанный Б. С. Якоби (см. рис. 6), заключался в медном цилиндрическом сосуде 1, в котором на стеклянных подпорках 2 был установлен деревянный цилиндр 3, дно которого было обтянуто бычьим пузырем. В деревянный цилиндр 3 на стеклянных подпорках 4 была помещена цинковая пластинка 5 с припаянным к ней сосудиком 6 с ртутью для контакта с гальванической цепью

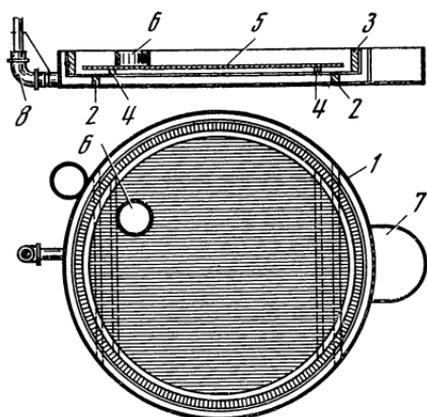


Рис. 6. Гальванический элемент конструкции Б. С. Якоби

цинкового электрода. Медный сосуд 1 содержал раствор медного купороса, деревянный сосуд 3 наполнялся слабым раствором нашатырного спирта. Сосуд 7 содержал запас медного купороса, который, постепенно растворяясь, поддерживал насыщенность раствора через решетку, отделяющую его от сосуда 1. Трубка 8 позволяла подключить медный электрод ко второму проводу гальванической цепи.

Своим изобретением Якоби сделал важный шаг в деле совершенствования гальванического элемента. Академик А. Н. Фрумкин так оценивает это изобретение: «Даниэль,— пишет он,— не дошел до правильного понимания механизма действия медно-цинкового элемента. Как говорит В. Оствальд в «Истории электрохимии», Даниэлю не удалось сделать последний решительный шаг, несмотря на то, что он был очень близок к нему. Он заметил, что его элемент может в течение долгого времени работать с одним и тем же количеством серной кислоты. Но последний вывод, что никакой серной кислоты вообще не нужно, не был им сделан». Он делает следующее заключение: «Якоби, разрабатывавший эту проблему независимо от Даниэля, впервые правильно объяснил роль электролитов в медно-цинковом элементе, предложил замену серной кислоты раствором хлористого аммония и устройство элемента, обеспечивающего снижение его

внутреннего сопротивления»¹. «Б. С. Якоби,— пишет далее А. Н. Фрумкин,— является, таким образом, соавтором цепи, которая в настоящее время справедливо именуется элементом Даниэля—Якоби» [154, с. 72].

Летом 1836 г. Якоби открыл явление отложения меди на медном электроде гальванического элемента. Это открытие в конечном счете привело к разработке им новой технологии получения отпечатков — гальванопластики. В феврале 1837 г., продолжая исследования, Якоби установил, что медь на медном электроде откладывается в виде плотных листков, «...заполняя собой все углубления пластинки, служащей отрицательным полюсом» [15]². Ученый стал многократно повторять опыт, используя в качестве электрода имевшиеся под рукой различные медные пуговицы. На язвительное замечание профессора К. Гебеля о никчемности этих занятий Якоби остроумно ответил, перефразировав немецкую поговорку: «Der Knopf thut's nicht, wenn der Kopf dazu fehlt»³.

28 марта 1837 г. Якоби отметил в своем дневнике, что в одном из опытов использовал в качестве отрицательного электрода гальванического элемента медную дощечку, служившую для печатания его визитных карточек. Через несколько суток на выделившихся кусочках гальванической меди он смог ясно различить отпечаток своего имени. Повторяя опыт, ученый употребил в качестве отрицательного электрода медную монету и получил обратный отпечаток. Присутствовавший при опытах К. К. Клаус впоследствии вспоминал: «Помню, что при этом случае я обратил внимание г. Якоби на опасность, которой он подвергается, делая снимки с российских монет. В то время мы оба и не подозревали, к каким важным результатам приведут эти первые начинания» [88, с. 8].

Уже тогда Якоби предполагал, что наблюдения могут иметь прикладную ценность. Об этом свидетельствуют воспоминания другого очевидца его опытов — профессора Э. К. Гофмана. «И я тоже,— писал Гофман,— видел в начале 1837 г. тот способ, посредством которого господину Якоби, в то время дерптскому профессору, удалось воспроизвести гальваническим путем новый снимок с

¹ Разрядка А. Н. Фрумкина.

² Б. С. Якоби подробно описал обстоятельства открытия в письме к А. С. Беккерелю (ЛЮ ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 1. Л. 580).

³ «Пуговица сама не сделает этого, если отсутствует для этого голова».

двухкопеечной монеты, и вместе с тем помню высказанное г. Якоби мнение, которое впоследствии так несомненно подтвердилось, что этот способ производства представляет задатки широкого технического развития» [88, с. 8; 1, с. 266]. Однако, как впоследствии признавался Якоби, ему тогда еще представлялось весьма трудным преодолеть два препятствия к подчинению явления практическим требованиям. Во-первых, *не удавалось в целости отделить нарощенный осадок от гравированной медной пластинки*, а можно было получить только отдельные обломки, причем портилась и гравированная медная пластинка. Во-вторых, озадачивало то обстоятельство, что в одних случаях получался крепкий нарощенный осадок на медной пластинке электрода, который иногда и отделить от него было трудно, в других случаях медь оседала рыхлой кристаллической массой, а иногда просто медный порошок оседал на дно сосуда.

Едва ли в то время Якоби конкретно представлял себе пути преодоления этих препятствий и практического применения сделанного им открытия. Во всяком случае, в письме Э. Х. Ленцу он лишь сообщил о сделанном им эксперименте гальванического осаждения меди без каких-либо выводов [15]. Даже позже, составляя докладную записку к Уварову от 27 мая 1837 г., он среди *преимуществ нового двигателя* сообщил о своем открытии лишь в пункте, посвященном *возможности уменьшения эксплуатационных расходов*. Эту возможность он увидел в том, что вещества, используемые в гальваническом элементе, могут быть употреблены с пользой вторично. В качестве одного из приведенных им доказательств он сослался на свое открытие в следующих словах: «Мне удалось при некоторых обстоятельствах получить плотный слой меди, великолепно поддающийся ковке; поразительно также и то, что на поверхности этой искусственно полученной медной пластинки повторились с удивительной точностью вмятины и черточки, имевшиеся на поверхности медного электрода, словно это был его собственный отпечаток. Затем я сделал попытку использовать гравированную медную пластинку, и спустя несколько дней получил отпечаток с такими тонкими чертами, которых невозможно было бы добиться каким-либо другим способом» [16, с. 252].

Обстоятельства того времени не позволяли Якоби пристальнее взглянуть на практическое значение своего открытия. Загруженный лекционной работой, архитектурным проектированием и другими служебными поруче-

ниями, он надолго отвлекался от своих научных исследований. Якоби попал в ситуацию, которую предвидел для себя К. Гаусс, отказавшись в свое время от заманчивой возможности уехать в Россию. Едва ли наш ученый задумывался в Кенигсберге об этой стороне дела, соглашаясь принять место профессора Дерптского университета. Мы видели, что лучшего решения он тогда принять и не мог. Теперь ему пришлось бы надолго примириться со своим положением, если бы в Петербурге не произошли совершенно неожиданные для него события, которые отвлекли его от раздумий о сделанном им открытии.

В 1834 г. в петербургских журналах появились сообщения об электромагнитном двигателе Якоби. «Журнал мануфактур и торговли» опубликовал заметку «Новая машина непрерывного кругообращения», в которой говорилось: «Господин Якоби в Кенигсберге выдумал производить непрерывное круговое движение посредством электромагнетизма железа. Он показывал свой снаряд многим ученым мужам и технологам, которые прилежно наблюдали его действие». Далее следовало очень подробное описание «снаряда». Статья закапчивалась следующими словами: «Господин Якоби занимается теперь доказательствыми, что сия двигательная сила может быть применена ко всяким машинам, дабы дать им потребное движение» [122, с. 61]. Это сообщение прочитал и П. Л. Шиллинг, изобретатель первого практически пригодного электромагнитного телеграфного аппарата, искавший среди научной молодежи преемника и продолжателя своих электротехнических работ. Сообщения об электромагнитном двигателе Якоби заинтересовали П. Л. Шиллинга настолько, что побудили искать встречи с молодым изобретателем. Он даже собирался посетить в 1835 г. Якоби в Кенигсберге. А в начале 1837 г. Шиллинг познакомился с «Памятной запиской» [7] Якоби и с его статьей «Исследования по электромагнетизму», составлявшей продолжение «Памятной записки» и содержавшей описание опытов с полыми трубками. Эти публикации еще больше усилили интерес Шиллинга к их автору.

Весной 1837 г. министр финансов граф Е. Ф. Канкрин устроил в своей петербургской резиденции обед, на который пригласил некоторых ученых, в том числе П. Л. Шиллинга и В. Я. Струве, приехавшего из Дерпта по делам строительства Пулковской обсерватории. Во время беседы двух ученых, сидевших неподалеку от Канкринина, Шил-



Павел Львович Шиллинг (1830 г.).
Портрет выполнен гравером Е. Гейтманом
(из фондов Государственного Эрмитажа)

линг, разумеется, поинтересовался состоянием дел у Якоби. Струве стал рассказывать, что электродвигатель, существующий пока только в виде маломощной модели, Якоби хочет воплотить в действующую машину соответствующей мощности и испытать ее в качестве транспортного двигателя. Он убежден, что для судов и рельсового транспорта такой двигатель благодаря отсутствию парового котла будет обладать бесценными преимуществами: значительно меньшими весом и габаритами, а также исключит возможность взрывов, которые тогда еще часто случались на пароходах и паровозах. К интересному раз-

говору стали прислушиваться, и вскоре он стал общим. Внимательно следил за этим разговором и сам Канкрин. Живой интерес, который он проявил к этой беседе, объяснялся некоторыми немаловажными политическими обстоятельствами. Англия уже успела перевести свой военный флот на паровую тягу. Русский же военно-морской флот продолжал ходить под парусами. Отечественные морские торговые пути могли оказаться беззащитными. Перед министром финансов стояла задача срочно изыскать средства, притом немалые, для постройки военного пароходного флота. А тут сообщалось о возможности избежать таких затрат, оборудовав существующие суда легкими малогабаритными безопасными двигателями Якоби. Когда Струве на чей-то вопрос ответил, что для устройства электродвигателя достаточных размеров недостает самого главного, а именно денег, один из присутствовавших сановников заметил, что если дело только за этим, то это пустяки. Канкрин не только согласился с этой репликой, но выразил готовность со своей стороны помочь делу.

Якоби в письме к брату Карлу так описал последовавшие за этим события: «Здесь, если речь идет о деньгах, согласие министра финансов является чрезвычайно важным пунктом, так как общеизвестно, что он, как цербер, охраняет государственные суммы. Он, однако, сказал, что непосредственно ничего не может сделать, так как я подчинен министру народного просвещения, и ходатайство о пособии для меня должно исходить от последнего; он охотно даст господину Уварову заверения, что сделает все, что в его силах, чтобы подвинуть это дело. Наш министр, очень этим обрадованный, дает сразу же поручение нашему попечителю, который как раз был в Петербурге, чтобы тот предписал мне представить докладную записку о современном состоянии дела и о том, что еще необходимо, чтобы подвинуть его дальше, и чтобы я ему сам это представил, как можно скорее прибыв в Петербург» [1, с. 42]. 13 мая 1837 г. Якоби было вручено приглашение в Петербург.

Ярый сторонник сохранения крепостного права, министр финансов Е. Ф. Канкрин запретил организацию частных банков и кредитование промышленности, стремясь такими мерами задержать ее развитие и рост рабочего класса, в котором справедливо усматривал угрозу самодержавию. Получив в свое ведение в 1823 г. русские финансы, Канкрин застал государственную казну пустой,

а страну в долгах. Путем жесткого сокращения расходов, развития питейно-откупочной системы, протекционистской политики по отношению к заводчикам, использовавшим крепостной труд, и суровых мер против казнокрадства он добился бездефицитного государственного бюджета. К приезду Якоби Канкрин располагал уже практически неограниченными возможностями материально поддержать дело, в котором сам оказался, как ему представлялось, кровно заинтересованным. Хотя его надежды получить вместо парового флота электромагнитный не оправдались, другие труды Якоби, как мы увидим из дальнейшего, немало поддержали Канкрин в его финансовых и хозяйственных мероприятиях.

Министр народного просвещения, он же президент Петербургской Академии наук, С. С. Уваров осуществлял свою деятельность под лозунгом: «Православие, самодержавие и народность!», вкладывая в него самые крайние крепостнические идеи. При первой же встрече с Якоби он в назидание привел понравившееся ему выражение немецкого реакционера Ф. Шлегеля о «божественной односторонности», заявив, что признает только таких профессоров и ученых, которые, как он буквально выразился, «занимаются исключительно своей наукой» [1, с. 46].

Б. С. Якоби воспринимал готовность царского правительства оказать ему поддержку, исходя из собственного опыта. За 600 талеров, которые по ходатайству А. Гумбольдта ему выделил прусский король, от него ничего не требовалось, кроме признания, что Фридрих Вильгельм III — покровитель наук и просвещенный монарх. Готовясь к поездке в Петербург, Якоби именно так представлял себе причины оказываемой ему поддержки. Это заблуждение отразилось в содержании подготовленной им докладной записки. В ней он обстоятельно изложил сведения об успехах изучения явлений электромагнетизма, перечислив работы Эрстеда, Гаусса, Фарадея и Ленца, и сослался на поразительные результаты, достигнутые Дж. Генри в деле изготовления мощных электромагнитов.

Затем Якоби описал, как, опираясь на указанные им труды перечисленных ученых, он «...получил возможность выработать на этот вопрос новый взгляд, который не только представлялся поразительным, но и, будучи основан на неопровержимых законах движения, был подтвержден в июне 1834 г. публичными опытами» [16, с. 251]. Основными преимуществами электродвигателя

Якоби считал получение вращательного движения, простоту и легкость конструкции, отсутствие трущихся частей, уменьшение эксплуатационных расходов и безопасность движения.

Коротко описав и приведя технические характеристики построенной им модели электродвигателя, Якоби отметил, что «ближайшей задачей является постройка такой машины в несколько большем масштабе, чтобы она могла совершить действительную работу, какую — в конце концов безразлично, потому что она с одинаковой легкостью может быть использована для приведения в действие мельницы, лодки или локомотива» [16, с. 254—255]. Ученый подчеркивал, что для достижения практических результатов требуется значительный объем дорогостоящих научных исследований, которые могут занять 5 лет. Он указал на следующие три главных аспекта этих исследований: создание условий для получения электромагнитов максимальной мощности (размеры сердечника, устройство обмотки, расстояние между полюсами); определение структуры гальванической батареи и ее электрических характеристик; определение исходных данных, по которым может быть произведен расчет мощности двигателя.

Свою докладную записку Якоби заканчивал следующими соображениями о требующихся, с его точки зрения, расходах: «Так как предполагаемые мною работы допускают только постепенное развертывание, то, дабы можно было быть до некоторой степени уверенным в их успешности, мне необходимо ежегодное вспомоществование в размере по меньшей мере 8000 руб. в течение ближайших 5 лет. Далее, чрезвычайно важно, чтобы все механизмы изготовлялись быстро, под моим непосредственным наблюдением и опытыми механиками. Отсюда вытекает необходимость устройства собственной мастерской, оборудованной надлежащими станками, инструментами и т. п., что по сметным исчислениям потребует приблизительно 10000 рублей» [16, с. 255]. Как видим, Якоби предполагал, что его задача сводится в первую очередь к разработке научно-технических основ построения электродвигателя, а затем конструированию достаточно мощной машины, способной стать прототипом для машин конкретного применения.

Едва 27 мая Якоби закончил составление докладной записки, как в Дерпте внезапно появился П. Л. Шиллинг. Ему не терпелось познакомиться со своим протеже и по-

торопить его воспользоваться удачно сложившимися обстоятельствами. «Это знакомство,— писал брату Якоби,— было мне очень приятно, так как я действительно нуждался в некотором толчке, который вывел бы меня из свойственной мне застенчивости и нерешительности» [1, с. 42—43].

По приезде Якоби в Петербург П. Л. Шиллинг пригласил его к себе на квартиру. «Я жил у Шиллинга,— сообщал он брату,— который сразу же ввел меня в свои обширные знакомства, представил меня высоким лицам, и это обеспечило мне самый благосклонный и дружественный прием. Благодаря ему я завязал весьма интересные знакомства, важные для дальнейшего успеха моего предприятия» [1, с. 43]. Разумеется, Шиллинг сразу же познакомил Якоби с собственными электротехническими проблемами. Накануне своей поездки в Дерпт Шиллинг получил 19 мая 1837 г. от морского министра А. С. Меншикова предписание царя, обязывавшее его представить проект и смету расходов на устройство электромагнитного телеграфа для связи между Петергофом и Кронштадтом. Это решение было принято после успешных испытаний опытной подводной линии телеграфа, проложенной Шиллингом вокруг здания Адмиралтейства в Петербурге.

Б. С. Якоби вспоминал о посещении этой линии следующим образом: «Когда Шиллинг... посетил вместе со мной свой телеграф (это было после его отсутствия в течение нескольких месяцев), телеграф должен был быть пущен в ход, но не действовал. За несколько дней до этого молния ударила во флагшток Адмиралтейства, и существовали несомненные признаки, дававшие повод предположить, что, может быть, провода повреждены каким-нибудь слабым побочным воздействием.

Определить место повреждения при запутанной системе проводов, как известно, довольно трудно. Но саперы тотчас проследили провода, испытывая их от дистанции до дистанции посредством реагента, который имеют всегда при себе, а именно посредством собственного языка, вводимого ими между металлическими контактами в гальваническую цепь, и этим способом обнаружили скоро трещину в проводе близ того места, где провод входил в воду. Однако после исправления все же действие не восстановилось и, по предложению саперов, к которым Шиллинг питал неограниченное доверие, был размотан мультипликационный аппарат, и, действительно, в сере-

дине оказалось разорванное, по-видимому, расплавленное место. Непрерывность неразмотанной части также подверглась испытанию «на язык», и затем все было приведено в порядок»¹.

Из числа этих, так понравившихся Якоби, саперов, Денис Михайлов и Епифан Карпов впоследствии и стали его первыми помощниками в созданных им мастерских, и проработали с ним до конца жизни. В эти же мастерские потом перешел и замечательный механик И. А. Швейкин, изготовивший первые практически пригодные электротелеграфы и электрические запалы для Шиллинга.

2 июня 1837 г. состоялось заседание комитета, назначенного царем, под председательством морского министра А. С. Меншикова для рассмотрения проекта и сметы линии электротелеграфа между Петергофом и Кронштадтом. На это заседание Шиллинг пригласил своего гостя, для которого оно оказалось весьма поучительным. Дело в том, что выяснилось отрицательное, даже враждебное, отношение А. С. Меншикова и некоторых других членов комитета к идее открытой воздушной прокладки телеграфной линии, отстаивая которую впоследствии и сам Якоби нажил немало неприятностей. Вот как он описал потом этот спор: «По обыкновению, был назначен комитет, которому Шиллинг предъявил свои идеи относительно выполнения проекта. При познаниях того времени относительно изоляции телеграфных проводов Павел Львович Шиллинг считал достаточным взять для морского проводника через Финский залив медную проволоку, обмотанную только шелком, покрытым лаком, и собранную затем в тщательно просмоленную кабель. Но предчувствуя трудности такого способа прокладки провода, он предложил возможно большую часть линии вести по суше, поместив провод на шестах, установленных вдоль Петергофской дороги. Но это благоразумное предложение было встречено членами комитета недоброжелательными насмешливыми возгласами. Позднее, один из членов комиссии сказал ему в моем присутствии: «Любезный друг мой, Ваше предложение — безумие, Ваши воздушные проволоки поистине смешны» [17, с. 2].

Вскоре Якоби был принят министром просвещения. Зачитанная им докладная записка была одобрена. Уваров

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 85. Оп. 3.

высказался, однако, за проведение опытов не в Дерпте, как предполагал ученый, а в Петербурге. В ответ на замечание Якоби, что такое решение вызовет значительное увеличение расходов, Уваров посоветовал обсудить этот вопрос с министром финансов и дал Якоби письмо к Канкрину. Тот не заставил Якоби долго ждать приема и, несмотря на свою занятость, уделил делу более часа. Одобрив пожелание Уварова о непременно проведенных опытах в Петербурге с сохранением за Якоби профессуры в Дерптском университете, Канкрин разрешил предусмотреть проживание ученого вместе с семьей на время опытов в Петербурге, ассигновав на это 12 000 руб., еще 1 500 руб. *на экипаж*, т. е. оплату переездов из Дерпта в Петербург и обратно и других поездок. Всю смету расходов Канкрин разрешил довести до суммы в 50 000 руб.

Пораженный всем этим, Якоби писал брату Карлу: «Для потсдамца, который привык работать как лошадь, выпрашивать или бороться за средства для существования, действительно, все это представляет собой потрясающее обстоятельство, и я смог только ответить, что, очевидно, после этого повысятся требования ко мне. «Нет,— сказал министр.— *Ultra posse nemo obligatur*»¹ [1, с. 45].

Сановники хорошо понимали, какое они делают приобретение, привлекая себе в помощь талантливого *потсдамца, который привык работать как лошадь*.

Несмотря на собственную озабоченность в связи с предстоящей прокладкой телеграфной линии и пренебрегая появившимся недопомоганием, Шиллинг продолжал оказывать энергичное содействие своему гостю. По его настоянию Якоби взял с собой из Дерпта в Петербург модель электродвигателя. Теперь это оказалось очень кстати, так как события развивались с несвойственной для правительственного механизма быстротой. Уже 28 июня Уваров представил Николаю I доклад с обстоятельным изложением вопроса «о приложении новой силы» и о том, что «ближайшим результатом сего приложения была бы замена паровой машины другою, более верной, менее опасной и почти никаких издержек не требующей». Доклад заканчивался предложением «учредить здесь особый комитет академиков и разных ученых других ведомств, дабы предварительно рассмотреть наблюде-

¹ «Сверх возможного никаких обязательств».

ния и планы Профессора Якоби и составить полный проект ожидаемых опытов...»¹. В отдельной записке Уваров представил следующий проект состава комитета: академики Фусс, Ленц, Остроградский, Купфер, члены-корреспонденты Академии наук Шиллинг и Соболевский. Николай I, зная о намерениях Канкрин использовать электродвигатель на судах, наложил резолюцию на представленный ему перечень: «Исполнить, причислив И. Ф. Крузенштерна и одного инженера по выбору А. С. Меншикова». В качестве корабельного инженера в комитет был назначен капитан С. А. Бурачек.

Выдающийся мореплаватель и ученый И. Ф. Крузенштерн. Весьма важным было включение в состав комитета непрямого секретаря академии математика П. Н. Фусса, в поле зрения которого деятельность Якоби находилась еще до дерптского периода благодаря эпистолярным связям с Карлом Якоби. Еще более тесной была подобная связь брата нашего ученого с математиком и механиком М. В. Остроградским, три ученика которого готовили себя к докторантуре под руководством К. Якоби в Кенигсберге. Б. С. Якоби быстро сошелся и с крупнейшим ученым, основателем первой в мире постоянно действующей геофизической сети России А. Я. Купфером. Впоследствии им совместно Академия наук систематически поручала рассмотрение вопросов метрологии. Включение в состав комитета невольного инициатора приглашения Якоби в Петербург П. Л. Шиллинга мотивировалась Уваровым еще и тем, что он принес бы пользу особенно в практических распоряжениях комитета. Но более всего сблизил Якоби общность научных интересов с самым молодым членом комитета — физиком Э. Х. Лепцем, с которым он переписывался еще до своего приезда в Петербург.

Перед комитетом была поставлена более обширная и долговременная задача, чем первоначально предполагавшаяся Уваровым, и в соответствии с ней он был переименован в «Комиссию, учрежденную для производства опытов относительно приспособления электромагнитной силы к движению машин по способу профессора Якоби». И Б. С. Якоби понял, насколько он заблуждался, воспринимая предложенную ему царским правительством помощь как абстрактное стремление поощрить научно-тех-

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 74. Л. 1.

нический прогресс. Он почувствовал, что подготовленная им в Дерпте и уже врученная Уварову докладная записка достаточно наивно выглядит на фоне той конкретной задачи, которую собирались перед ним поставить. По совету Шиллинга, Якоби занялся подготовкой модели электродвигателя для наглядной демонстрации на первом заседании комиссии. Однако при осмотре модели оказалось, что лак, которым были изолированы провода обмоток, не выдержал путешествия и осыпался, и они во многих местах обнажены. Шиллинг поручил испушенным в таких вопросах помощникам исправить повреждение, и они заново изолировали провода и перемотали все обмотки. Мощность имевшихся в распоряжении Шиллинга источников питания была достаточна только для того, чтобы заставить отклоняться магнитные стрелки телеграфных мультипликаторов и создавать искру в запалах электромин. Батарея требовавшейся мощности была получена благодаря дружбе П. Л. Шиллинга с известным общественным деятелем, почетным членом Академии наук А. Г. Кулешовым-Безбородко, увлекавшимся домашними электромагнитными опытами. У него имелась батарея элементов, составленная из 24 пар пластин с поверхностью 56 кв. дюймов каждая. Он любезно одолжил ее для демонстрации двигателя.

Итак, на первом заседании комиссии в отсутствие И. Ф. Крузенштерна председательствовал старший по возрасту среди собравшихся П. Л. Шиллинг. Присутствовали П. Н. Фусс, М. В. Остроградский, Э. Х. Ленц и П. Г. Соболевский. Заседание началось с демонстрации электродвигателя в действии. Протокол заседания вел Э. Х. Ленц. Он записал о результатах демонстрации электродвигателя, что члены комиссии убедились в прекрасном его действии.

Воодушевленный успехом, Якоби обратился к членам комиссии с просьбой рассмотреть дополнение к докладной записке, которая уже была вручена Уварову. Указав, что ему «повелено обратить главное внимание на применение этого двигателя для движения судов», он отметил, что это диктует «необходимость непосредственно и возможно скорее приступить к практическому применению исследований, и из множества теоретических вопросов остановиться лишь на имеющих непосредственное отношение к поставленной задаче, подвергнуть эти вопросы более точному исследованию, а прочие более отдаленные вопросы оставить пока в стороне». Далее ученый делал

вывод, что «для применения к движению судов чрезвычайно важно, чтобы сама машина не обладала слишком большим весом, а поэтому надлежит прежде всего исследовать, не могут ли полые железные стержни из толстого листового железа заменить массивные стержни». Поэтому Якоби предложил сначала соорудить два аппарата, из которых каждый состоял бы из двух пар железных стержней с подвижными якорями, расположенными по способу, который он описал в «Памятной записке»: «У одного аппарата стержни сделать полыми, у другого массивными, а размеры, конструкция и обмотки должны быть совершенно одинаковыми». «Как только будут окончены эти исследования,— предлагал Якоби,— непосредственно должны быть начаты приготовления к сооружению большого аппарата значительных размеров, состоящего из восьми пар железных стержней...».

Якоби подчеркнул необходимость произвести большое количество опытов с гальванической батареей, что может иметь решающее значение для работы двигателя больших размеров. Кроме того, ученый указал, что «следует также произвести ряд других опытов относительно величины сопротивления проводника, силы тока и его отношения к химическим и магнитным явлениям, относительно качества железа, формы обмоток, противотоков, магнито-электрического действия и т. д.» [16, с. 259].

Комиссия одобрила дополнительную записку Якоби и постановила приложить ее к протоколу заседания, отметив в нем, что в данное время необходимо изыскать все средства, чтобы осуществить применение этого нового двигателя к действительно полезным практическим действиям.

Через два дня после заседания комиссии П. Л. Шиллинг окончательно слег в постель и мог лишь обсуждать с Якоби представлявшие общий интерес вопросы. Перед отъездом в Дерпт Якоби заверил Шиллинга, что он продумает план устройства телеграфной линии и по возвращении в Петербург поможет осуществить ее устройство между Петергофом и Кронштадтом. Действительно, 17 июля 1837 г. Якоби уехал в Дерпт, а уже 21 июля послал Шиллингу письмо со своими соображениями. Однако когда это послание прибыло в Петербург, П. Л. Шиллинга уже не было в живых.

Узнав о смерти Шиллинга, Якоби написал брату Карлу, что *с большим трудом переживает эту потерю*. В письме П. Н. Фуссу, написанном тогда же из Дерпта,

он писал: «Известие о смерти Шиллинга меня совершенно потрясло; за время нашего короткого знакомства я искренне полюбил его и, несомненно, я буду очень болезненно ощущать его отсутствие по возвращении моем в Петербург. В нем были... бесконечное добродушие, прекрасная голова, практический такт, и он унес в могилу большие знания, чем это можно предположить с первого взгляда...» [1, с. 43].

25 августа 1837 г. Якоби выехал из Дерпта, а 28 августа прибыл в Петербург. Номинально он продолжал состоять профессором Дерптского университета, хотя от чтения лекций был освобожден. Постепенно его связи с Дерптом слабли, по мере того как в Петербурге перед ним вставали все новые и новые научные и технические задачи. А 24 июня 1840 г. Якоби был освобожден от должности экстраординарного профессора гражданской архитектуры при Дерптском университете, чтобы он мог целиком посвятить себя работе в Петербургской Академии наук.

Глава III

Начало деятельности Б. С. Якоби в Петербургской Академии наук

Петербург не показался Якоби чужим городом. Он писал брату Карлу, что впечатление от него «...во всех отношениях великолепное, и я не чувствую себя в Петербурге чужим, я нахожусь даже в какой-то степени как бы дома, так как, во-первых, по своему облику Петербург и Берлин имеют много общего, а, во-вторых, я получаю внутреннее удовлетворение от здешнего великолепного окружения» [1, с. 43].

Действительно, Петербург в царствование Николая I приобрел много черт, присущих западноевропейским городам. В Петербурге Якоби попал в окружение крупнейших ученых. Помимо знакомых ему по Кенигсбергу К. М. Вэра и В. Я. Струве, он теперь постоянно общался с Е. И. Парротом и Э. Х. Ленцем. Петербургская Академия наук вселяла в Якоби глубокое уважение. Ученый, описывая свое окружение, писал брату, что он воочию

убедился, насколько иностранные газеты «кишат самой подлой ложью» относительно уровня русской науки: «Не думайте, что Вы можете почивать на своих немецких лаврах и что их у Вас не отнимут. Здесь имеются исключительно работающие ученые и самая разносторонняя научная деятельность» [1, с. 46].

Нет ничего удивительного, что Петербургская Академия наук произвела на Якоби столь глубокое впечатление. Дело в том, что она существенно отличалась как от известной ему Берлинской академии наук, так и от других иностранных академий. В своей речи на Общем собрании Академии наук СССР 5 января 1949 г. академик С. И. Вавилов следующим образом охарактеризовал эту особенность нашего высшего научного учреждения: «В отличие от своих иностранных прообразов, академия стала важным государственным, а не добровольным общественным органом. Не в пример иностранным академиям русская академия в первое же десятилетие своего существования обладала превосходными для своего времени вспомогательными учреждениями, большим физическим кабинетом с несколькими сотнями приборов, химической лабораторией, астрономической обсерваторией, анатомическим театром, хорошей типографией и граверной «палатой», механическими и оптическими мастерскими, библиотекой» [71, с. 44].

Особенно же Б. С. Якоби оценил по достоинству «большой физический кабинет». С приходом в 1826 г. в Петербургскую Академию наук Е. И. Паррота кабинет благодаря его энергии и близости ко двору получил новое помещение в главном здании академии и довольно большие средства на его оборудование. В 1828 г. адъюнктом по кафедре физики был избран Э. Х. Ленц, и он своими усилиями немало содействовал Е. И. Парроту в реорганизации кабинета и постановке физических опытов. По оценке С. И. Вавилова: «В сущности, с этого времени кабинет становится физической лабораторией в современном смысле слова» [73, с. 496].

Ко времени приезда Якоби в Петербург Ленц был уже ординарным академиком и фактически заведовал физической лабораторией, так как Е. И. Паррот в связи с ослаблением зрения и ухудшением здоровья все чаще препоручал ему «самые деликатные и утомительные наблюдения» [74, с. 38]. В 1840 г., после ухода Е. И. Паррота в отставку, Э. Х. Ленц официально возглавил лабораторию.

Предшествовавшая встрече Якоби с Ленцем двухлетняя переписка теперь способствовала быстрому сближению ученых. Хотя Якоби и вынужден был по настоянию сановников согласиться на максимальные ограничения теоретических исследований ради быстрейшей постройки электроходного судна, физик и экспериментатор в нем взяли верх над соображениями сиюминутного успеха. Об этом ярко свидетельствуют следующие строки его письма к брату, датированного 10 августа 1837 г.: «В Ленце я надеюсь найти сильную опору, так как он радуется, что сможет совместно со мной осуществить некоторые опыты, и полностью в курсе моих дел» [4, с. 46]. Поэтому Якоби поторопился разделаться с организационными вопросами, чтобы освободить время для теоретической и экспериментальной работы. 22 декабря 1837 г. он провел на очередном ежемесячном заседании комиссии сравнительное испытание старой модели электродвигателя и двух новых, больших размеров. На основании полученных результатов комиссия одобрила заказ двигателя больших размеров. А потому Б. С. Якоби и Э. Х. Ленц целиком посвятили себя исследованиям электромагнитов. Задачу, которую поставили перед собой ученые, они выразили следующим образом: «Дан железный сердечник определенных размеров и определенная поверхность цинка, а равно и определенная поверхность меди. Как нужно построить из них батарею, как найти толщину проволоки и количество оборотов, чтобы возбужденный магнетизм достиг максимума?» [18, с. 250].

При существовавших средствах для измерения электромагнитных величин выполнение поставленной задачи было чрезвычайно сложным. В распоряжении ученых для измерения силы тока имелись только весы Беккереля, да и те им пришлось усовершенствовать, чтобы получать результаты с нужной точностью. Для измерения магнитных величин Ленц предложил разработанную им специальную схему с баллистическим гальванометром, основываясь на предположении, что «индуцированный ток, возникающий вследствие исчезновения магнетизма в железном сердечнике, пропорционален самому магнетизму» [111, с. 248]. Метод баллистического измерения, изобретенный Ленцем, заключался в следующем (рис. 7). Отрывая якорь A от укрепленного на подставке подковообразного магнита M , через оптическую трубу T следят за отклонением стрелки мультимпликатора B через зеркало C , которое произойдет в момент отрыва якоря. Угол отклонения стрелки отме-

чался по шкале, размеченной на неподвижном диске по всей окружности. Первый важный результат исследований ученых состоял в следующем: «1)...магнетизм, возбуждаемый гальваническими катушками в железе, пропорционален силе тока;

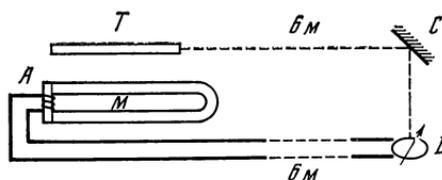


Рис. 7. Схема баллистического метода измерения силы тока, использованная Э. Х. Ленцем и Б. С. Якоби при исследованиях электромагнитов

2) этот магнетизм при одинаковых токах не зависит от толщины и формы проволок или лент, из которых состоит катушка;

3) при одинаковых токах ширина витков не играет роли, с тем ограничением, что для витков, лежащих ближе к концам, сила несколько убывает при большей ширине витков;

4) общее действие всех охватывающих железный сердечник витков равно сумме действий отдельных витков» [18, с. 270—271].

Таким образом, Ленц и Якоби впервые доказали пропорциональность действия электромагнита величине ампер-витков.

К другому важному результату ученых привели поиски наиболее выгодного сочетания параметров гальванической цепи, при котором электромагнит получал бы максимальный ток. Не в пример многим ученым, не признававшим в те годы ценность закона Ома, Якоби всю разработку методов расчета построил на нем. Ученый неоднократно излагал в печати и в выступлениях ход своих рассуждений [26, с. 46; 18], но их пересказ из-за отсутствия устоявшейся тогда терминологии потребовал бы многих комментариев, и мы ограничимся изложением выкладок Якоби в интерпретации советских электрохимиков [154, с. 71—74].

Если обозначить через S общую поверхность электродов батареи, в которой все элементы включены последовательно, через n — число элементов, через λ — внутреннее сопротивление элемента на единицу поверхности, через L — внешнее сопротивление в цепи и через E — электродвижущую силу элемента, то внутреннее сопротивление элемента будет равно $\frac{\lambda}{S/n}$ и, следовательно,

$$i = \frac{nE}{\frac{\lambda n}{S/n} + L} = \frac{EnS}{n^2\lambda + LS}.$$

Таким образом, максимальный ток получается при соблюдении условия $\frac{n^2\lambda}{S} = L$.

По поводу этого вывода Якоби, докладывая съезду британских естествоиспытателей о своих совместных с Ленцем работах «О законах электромагнитов», заявил следующее: «С помощью этих законов и формулы Ома, ценность которой некоторые британские физики признали лишь совсем недавно, нам удалось вывести формулу, которая учитывает все факторы, влияющие на получение максимального магнитного действия, и которая может быть выражена в следующей простой форме: максимум магнетизма получается при условии, что сопротивление проволоки, образующей спираль, равно сопротивлению батареи» [170, с. 368].

Таким образом, Якоби впервые показал, что ток максимален, когда внутреннее сопротивление равно внешнему. Тем самым ученый получил возможность сравнивать гальванические элементы, ставя их в одинаковые условия, диктуемые формулой $i_{\max} = \frac{E}{2} \sqrt{\frac{S}{\lambda L}}$ при одинаковых значениях внешнего сопротивления.

Результаты этих исследований были доложены учеными 6 июля 1838 г. комиссии и 26 октября 1838 г. Академии наук.

Свободное от исследований время Якоби целиком отдавал решению задачи, поставленной перед ним комиссией, — разработке конструкции двигателя большей мощности, способного приводить в движение лодку. Преследуя эту задачу, Якоби первоначально создал сдвоенную конструкцию двигателя, установив в нем 24 неподвижных П-образных и 12 подвижных стержневых электромагнитов. Однако такое решение его не удовлетворило, так как не привело к сколько-нибудь значительному увеличению мощности.

Между тем в 1837 г. американский кузнец Т. Дэвенпорт также сконструировал электродвигатель с непосредственным вращением якоря. Двигатель Дэвенпорта уступал двигателю Якоби тем, что в неподвижной части в нем действовали постоянные магниты, имевшие больший вес и менее надежные в работе, чем электромагниты, установленные в неподвижной части двигателя Якоби. Тем не

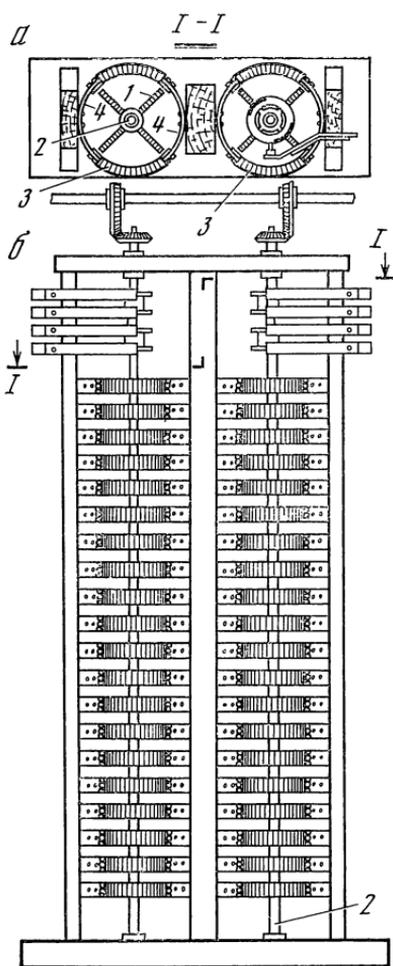


Рис. 8. Электродвигатель Б. С. Якоби, изготовленный на Ижорском заводе, установленный на восьмивесельной шлюпке и подвергшийся ходовым испытаниям 13 сентября 1838 г.

стоял из двух электромагнитов 3, изогнутых по дуге окружности, между собой соединенных скобами 4 из немагнитного материала и привинченных к вертикальным деревянным стойкам [123].

13 сентября 1838 г. впервые в истории в плавание от-

менее Якоби оценил одно из преимуществ конструкции двигателя Дэвенпорта, который был более компактным благодаря расположению в одной плоскости подвижных и неподвижных магнитов. Такое взаимное расположение ротора и статора позволяло рассматривать каждую их пару как элемент, который можно повторить многократно в конструкции единого большого электродвигателя. В соответствии с этим Якоби поручил Ижорскому заводу изготовить необходимые части и детали.

В августе 1838 г. заказ был выполнен и начался монтаж большого сорокароторного двигателя на восьмивесельной шлюпке (рис. 8). Электромагниты двигателя располагались в одной плоскости на вертикально установленном валу высотой 120 см. Основание имело размеры 70×77 см, и, таким образом, двигатель занял в лодке относительно малую площадь. 40 роторов двигателя было размещено в два ряда на двух вертикальных валах 2 (см. рис. 8, б). Каждый из роторов состоял из четырех электромагнитов 1, расположенных крестообразно на специальной втулке 2 (см. рис. 8, а). Статор со-

правилось судно, движимое электрической энергией. Несмотря на то, что скорость движения лодки не превышала 2—3 верст в час (около 0,7 м/с), а дальность заплывов — 7 верст, испытания произвели большое впечатление на очевидцев.

26 ноября 1838 г. состоялось заседание комиссии, целью которого было подведение итогов многодневных испытаний, начатых 13 сентября. Хотя в утвержденном на этом заседании отчете испытания признавались в целом успешными, был отмечен целый ряд недостатков. Так, комиссия указала, что коммутатор новой конструкции и изоляция обмоток двигателя «не соответствуют сильному гальваническому току нескольких сот пар пластинок — недостатки, которые, однако, могут быть устранены: первый — возвращением к прежде употребленной г. Якоби конструкции, а второй — обвитием проволоки вместо шелка хлопчатой бумагой и покрытием ее эластическим лаком».

Весьма подробно изложив на десяти страницах убогистого текста огромную работу, выполненную Якоби и Ленцем, комиссия следующим образом сформулировала результаты достигнутого: «Обозревая все донные совершенные труды комиссии, можно подвести их под следующие три главы статьи: 1) комиссия разрешила главный, заданный ей вопрос касательно возможности употребления электромагнетизма как двигательной силы тем, что при неблагоприятных в прочем обстоятельствах удалось привести в движение этой силой довольно значительной величины восьмивесельный бот.

2) Ученые труды комиссии привели к таким важным и решительным выводам, которые не только могут быть положены в основание будущих практических работ, но и подвинули существенно прежние наши познания о магнетизме и электричестве, расширив, устроив и утвердив умозрение (касательно) сих сил природы.

3) Употребляемые комиссией и вновь придуманные по этому случаю гальванические батареи особого устройства, соединяя в себе дотоле не достигнутые в этих приборах свойства, а именно большую силу и постоянство действия, и дешевизну содержания, представили науке и промышленности новое орудие, годное для многообразных технических целей и ученых исследований» [171, с. 129—130].

Более всего комиссию (равно как и самого Якоби) беспокоило то обстоятельство, что против ожидания ба-

тарей из 320 гальванических элементов позволила двигателю развить мощность всего лишь четверть лошадиной силы.

Несмотря на сдержанность ученых, входивших в комиссию, и отсутствие гарантий со стороны Якоби, царские министры Уваров и Канкрин продолжали материально обеспечивать опыты. В известной степени этому способствовала шумиха, поднятая вокруг электродвигателя С. А. Бурачеком. Пользуясь своим положением корабельного инженера и всячески рекламируя свою особую причастность к делу, он вещал о том, что флотилии электроходов в ближайшее время поплывут по Неве.

Сохранил ли Якоби *исключительно радужные надежды* после первых практических испытаний своего детища в подлинных условиях эксплуатации? Так или иначе, он настойчиво продолжал работу в избранном направлении, уверенный, что независимо от того, будут ли удовлетворены меркантильные ожидания царских сановников, *все же несомненной выгодой будут интересные научные результаты.*

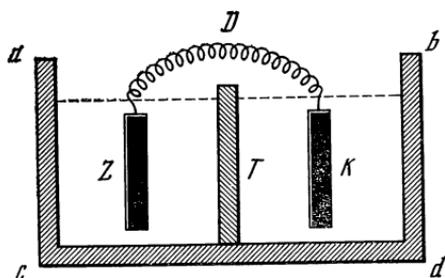
С поразительной энергией ученый продолжает работать во всех наметившихся направлениях как прикладного значения, так и теоретических. Заключение комиссии побуждало в первую очередь приложить максимальные усилия к тому, чтобы *упростить манипуляцию батареей.* Как мы видели, несмотря на очевидные успехи в улучшении гальванических элементов, Якоби не удалось избавиться от необходимости использовать пугающую своими размерами батарею. Стремясь оправдать эту необходимость, он указывал на экономические выгоды от ее эксплуатации. Он всячески подчеркивал, что *расход серной кислоты и медного купороса не будет ничего стоить, так как везде охотно выменивают цинковый купорос в том почти чисто химическом виде, как он здесь добывается, на равное количество серной кислоты, а медь получается из медного купороса в самом чистом виде и без всякой потери.* Вот почему сближение с известным термохимиком академиком Г. И. Гессом, с которым его познакомил П. Г. Соболевский, привело еще к одной попытке удешевить эксплуатацию батареи. Ученые экспериментировали и над использованием побочных продуктов электролитического процесса — смеси водорода и кислорода (гремучего газа, который они называли электролитным газом) — для освещения по способу английского военного инженера Т. Друммонда [19].

Главный же результат возобновления опытов с гальваническими элементами оказался плодотворным в другом аспекте. Все пристальнее всматриваясь в открытые им ранее явления, происходившие при отложении меди на медном электроде медно-цинкового элемента, Якоби в конце концов перестали казаться столь недостижимыми пути практического использования открытия. Значительно быстрее, чем он мог предполагать, ученый нашел условия, при которых процесс наращивания медного слоя на электроде стал протекать в желательном направлении. Многократно экспериментируя при разной силе тока, изменяя концентрацию электролита и время протекания процесса, Якоби установил те их значения, при которых достигалась оптимальная плотность копии и максимальная четкость изображения на ней. Проблему отделения от образца (оригинала) образовавшейся на нем пластинки (копии), он также разрешил, догадавшись смазывать жиром образец перед началом процесса.

Убедившись, таким образом, в практической возможности осуществления технологии гальванического способа получения металлических копий, ученый не замедлил поставить об этом в известность письмом секретаря Петербургской Академии наук П. Н. Фусса, сообщившего об этом открытии на очередном заседании Физико-математического отделения. В заключение описания разработанного им метода Якоби говорил: «Что не удалось многократным стараниям медно-гравирного искусства — производить рельефно вырезанные металлические доски, то сумело совершить тихое творчество природы». И далее: «Я не сомневаюсь, что если бы заяться этим делом, было бы возможно производить по этому способу рельефные медные доски для тиснения, подобно тому как печатают гравюры на дереве; тут была бы еще и та выгода, что самые штемпельные доски возможно воспроизводить в неограниченном количестве, для чего потребовалась бы только одна гравированная модель» [20, с. 9—12]. Указанное письмо являлось первым официальным заявлением Якоби об изобретении им гальванического способа получения металлических копий, и поэтому дату его представления 4 октября 1838 г. впоследствии было принято рассматривать как день рождения изобретения, хотя открытие, послужившее основой для изобретения, было сделано, как мы видели, двумя годами ранее.

Увлеченный открывшейся перспективой, Якоби все свободное от работ над электродвигателем время стал от-

давать разработке технологии гальванического способа получения объемных изображений на плоскости (рис. 9). Описанное в письме к Фуссу устройство собственно ничем не отличалось от обычного медно-цинкового гальванического элемента и было приведено ученым для простейшего пояснения принципа изобретения. Он понимал, что конструкция задуманного устройства должна удовлетворять



a, b, c, d — деревянный водонепроницаемый ящик; *D* — гальванический элемент; *Z* — цинковая пластинка в слабом растворе соляной кислоты; *K* — медная пластинка в растворе медного купороса, обращенная гравированной стороной к пластинке *Z*; *T* — перегородка из слабообожженной глины

Рис. 9 Принцип гальванического способа получения копий с объемных изображений

целому ряду специфических требований: автоматически поддерживать в насыщенном состоянии раствор медного купороса, освобождать сосуд от электролитов, без затруднений устанавливать или извлекать копируемый образец или его копию. В 1839 г. Якоби разработал целый ряд гальванических ванн, которые в том или ином отношении удовлетворяли перечисленным требованиям.

Однако в этих устройствах обнаружился существенный недостаток — оседание меди на выпуклых и вогнутых частях копируемого образца происходило неравномерно из-за их неодинакового удаления от плоской пористой перегородки. Устранить это явление можно было бы, изготовив фигурную пористую перегородку, в которой углублениям образца соответствовали бы выпуклости перегородки, а выпуклостям образца — вогнутости перегородки. Очевидно, что подобная технология была бы настолько сложна, что свела бы на нет практическую ценность изобретения. Тем не менее Якоби нашел блестящее решение, которое не только устранило указанное затруднение, но придало изобретению универсальный характер. Он отделил источник питания от гальванической ванны. Это позволило установить в ней два медных электрода, наполнив ванну раствором медного купороса. Один из них представлял собой копируемый медный образец и подключал-

ся к положительному полюсу гальванической батареи. Другой в виде медной пластинки подключался к отрицательному полюсу той же батареи. Процесс сразу стал более удобным. Он не зависел от источника питания, что позволяло регулировать силу тока в широких пределах. Медная пластинка автоматически поддерживала насыщенность раствора медного купороса, так как сама растворялась в нем с той же интенсивностью, с какой медь осаждалась на копируемом образце—электроде. Само осаждение происходило равномерно независимо от вогнутостей или выпуклостей на поверхности образца. Сняты были ограничения в отношении размеров и формы копируемых образцов.

В довершение к этому Якоби разработал технологию снятия гальванических копий с предметов, изготовленных из любого непроводящего ток материала (дерева, мрамора, гипса, воска и т. п.) путем покрытия их слоем медного порошка или графита. Интересен путь, который привел ученого к этому методу. Он явился результатом сделанного им ранее наблюдения при исследовании гальванического элемента с двумя жидкостями. Сортируя перегородки этих элементов, ученый помечал пригодные графитовым карандашом. Якоби обнаружил, что после некоторого времени действия в замкнутой цепи элемента, в котором такие перегородки находились, сделанная на них графитовая пометка покрывалась медью.

Таким образом, открытие гальванического осаждения меди завершилось изобретением законченного в практическом отношении весьма совершенного способа получения объемных изображений. Якоби назвал свое изобретение гальванопластикой.

Приведем в качестве примера схему гальванопластической ванны Якоби (рис. 10). Деревянный ящик *ABCD* внутри покрыт асфальтовым лаком. На деревянной полке *k* с множеством отверстий уложены куски медного купороса. Под полкой *k* в переднем отсеке ванны находится раствор медного купороса, насыщенность которого поддерживается сверху. Передний отсек ванны с раствором медного купороса отделен перегородкой *cl* из пористой глины от заднего отсека ванны, в который налит слабый раствор серной кислоты или глауберовой соли. Электроды *x* и *z* подключены к внешнему источнику тока.

В качестве примера мы выбрали лишь один из многочисленных вариантов гальванических ванн, разработанных

ных Якоби для удовлетворения тех или иных специальных требований. Семь из них описаны в книге [93].

Работа над электродвигателем и совместные с Э. Х. Ленцем электротехнические исследования позволили Б. С. Якоби заявить о себе как о серьезном ученом

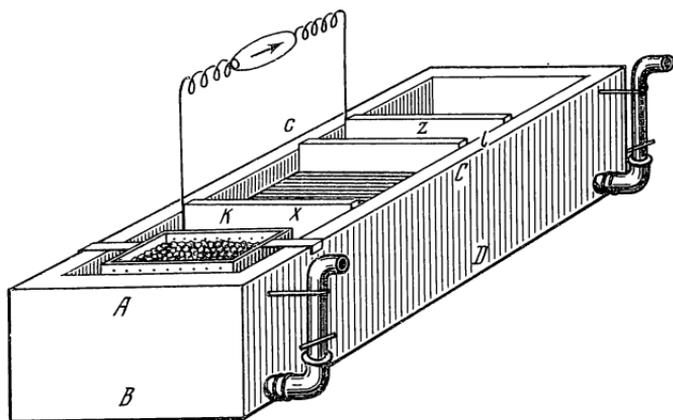


Рис. 10. Одна из сконструированных Б. С. Якоби гальванопластических ванн

и инженером. Изобретение гальванопластики не только укрепило его научный авторитет, но сделало его имя известным и популярным и за пределами ученого мира. 14 декабря 1838 г. академики П. Н. Фусс, М. В. Остроградский и Э. Х. Ленц выдвинули кандидатуру Б. С. Якоби в члены-корреспонденты Петербургской Академии наук, а спустя неделю состоялась процедура его избрания.

Этот знак признания научных заслуг воодушевлял Якоби к продолжению начатых с Ленцем теоретических исследований. Очередной задачей, которую ученые поставили перед собой, было выяснение условий, от которых зависела сила электромагнита. Ученые в результате этих опытов установили закономерность, которую сформулировали следующим образом: «Притягивающая сила электромагнита пропорциональна квадрату силы гальванического тока, действию которого подвергается электромагнит». Отчет об этих опытах был 1 марта 1839 г. оглашен Якоби на конференции академии, а затем опубликован в ее Бюллетене [21].

При осуществлении этой работы ученые испытывали затруднения метрологического характера. Действие из-

готовленных ими гальванометров основывалось на использовании двух разных явлений: электролитического и электромагнитного. Якоби пришлось произвести целый ряд опытов по сравнению показаний обоих типов гальванометров, для того чтобы установить точную пропорциональность между электролитическим и электромагнитным действиями гальванического тока. О результатах этой работы он также доложил академии 19 апреля 1839 г. [22].

Приобщение к высшему научному учреждению России существенно изменило положение Б. С. Якоби. Теперь в своем общении с отечественными и иностранными учеными он уже выступал не просто как частное лицо, ищущее поддержки своим начинаниям. 21 июня 1839 г. он направил М. Фарадею обширное письмо с подробным изложением своих научных достижений. К письму Якоби приложил пластинку, полученную им способом гальванопластики, с надписью на английском языке: «Фарадею от Якоби с приветом». Великий физик оценил эти научные достижения столь высоко, что позаботился о переводе этого письма на английский язык для опубликования [23].

Обращение к Фарадею было со стороны Якоби вполне естественным, так как он и ранее уже дважды успел косвенно заявить о себе великому физику. 27 апреля 1838 г. он представил Петербургской Академии наук статью «О гальванической искре», в которой содержались некоторые подтвержденные собственными опытами поправки к выводам Фарадея по этому вопросу [24]. Упоминая об этом в своих «Экспериментальных исследованиях по электричеству», Фарадей написал, что «это прекрасная статья, и хотя я не проверил этих опытов, но описание их приводит меня к убеждению, что я, вероятно, ошибся» [150]. 22 июня 1838 г. Якоби вторично выступил в академии, на этот раз с заметкой «О явлениях индукции при размыкании и замыкании гальванической цепи», защищая на основании собственных исследований суждения Фарадея от критики кенигсбергского физика Л. Ф. Мозера [25].

Непосредственно адресуясь теперь к Фарадею, Якоби, по существу, заявлял о превращении гальванической батареи, которая до его открытий и изобретений служила лишь для лабораторных целей, в новый практически удобный источник энергии. Таким образом, задача совершенствования гальванического элемента являлась центральной, от успешного решения которой в той или

иной степени зависела судьба изобретений Якоби. Едва ли будет преувеличением отметить, что львиную долю времени и усилий в последующий период ученый затратил на решение задач электрохимии. Во всяком случае, из семи публикаций Якоби в 1840 г. три относились непосредственно к устройству гальванического элемента, а две касались вопросов гальванопластики. Они отражали результаты новых исследований, которые Якоби предпринял с весны 1839 г., как только стало известно изобретение английским физиком В. Р. Гроувом цинкового гальванического элемента с деполяризатором.

Произведя сравнительные испытания медно-цинкового и платиново-цинкового элементов при равенстве их внутренних сопротивлений с сопротивлением внешней нагрузки, Якоби нашел, что в качестве материала анода 6 кв. футов платины могут заменить в гальванической цепи 100 кв. футов меди. На очередном заседании комиссии Якоби доложил об этих результатах, и в протокол было записано, что «через замену медных пластин платиновыми при равном объеме батареи сила ее может увеличиться до 16 раз» [171, с. 133]. По этому поводу Якоби сообщал Фарадею, что «опыты прошлого года в соединении с последними усовершенствованиями батареи дают такой результат, что для получения одной лошадиной силы (как ее считают для паровой машины) необходима батарея с 20 кв. футами платины...» [149].

Для испытаний электрохода с новой батареей требовалось не менее пуда платины, но Канкрин разрешил ее отпустить, успокоенный заверением комиссии, что количество ее после испытаний останется неизменным и она полностью может быть возвращена. 8 августа 1839 г. на той же лодке, что и годом ранее, был установлен улучшенный двигатель и вместо прежних 320 медно-цинковых элементов размещено всего 64 платиново-цинковых, занявших в 6 раз меньше места. При этом двигатель развивал уже почти в 4 раза большую мощность (до 1 л. с.), а скорость лодки с 11 пассажирами на борту выросла почти вдвое (до 4 верст в час). Известный прогресс был налицо и побуждал повторять испытания. 13 сентября состоялась публичная демонстрация лодки с пассажирами на борту, которую петербургская печать описала следующим образом: «Человек до шестидесяти ученых, литераторов и любителей наук (в том числе несколько высших сановников) собрались на Петровском Острове, на даче полковника горных инженеров

П. Г. Соболевского, чтобы быть свидетелями новых опытов над применением электромагнитической силы к судоходству. Катер с двенадцатью человеками, движимый электромагнитической силой (в 3/4 силы лошади), ходил несколько часов против течения при сильном противном ветре. Этот опыт в области науки то же, что открытие письмен. Нет еще эпопей, но мысль уже выражена. Что бы ни было впоследствии, важный шаг уже сделан и России принадлежит слава применения теории к практике» [123, с. 868].

Есть основания думать, что указанная статья была написана не без консультации самого Якоби, так как содержала сведения, которыми мог располагать только он. Завершающие строки приведенной нами цитаты также характерны для взглядов ученого, понимавшего, что энергетические возможности гальванического элемента исчерпаны. По-видимому, такого же мнения придерживались и члены комиссии. Однако Уваров, принявший личное участие в испытаниях 13 сентября, был поражен достигнутым успехом и отнюдь не был расположен санкционировать прекращение работ. Выход из создавшегося положения нашел академик П. Н. Фусс, предложив «...увеличить число машин на том же самом судне, сколько место позволит, т. е. поставить 3 или 4 машины, чтобы узнать, в каком отношении увеличивается сила в сравнении с числом машин и можно ли достигнуть до желаемой скорости»¹. С молчаливого согласия Якоби комиссия приняла предложение Фусса и затребовала соответствующие средства для его исполнения, не забыв в смете предусмотреть расходы «для производства необходимых исследований об образе действия гальванической батареи и магнетизированного железа», а также на уплату «разных уже находящихся в деле приборов» [171, с. 135]. Таким образом, независимо от результатов строенным двигателем обеспечивалось продолжение научных исследований несомненной ценности.

Между тем самоотверженный и успешный труд Якоби по становлению гальванопластики и исследованию законов электромагнетизма, совершенствованию гальванического элемента находил признание со стороны все более широкого круга ученых как в России, так и за ее пределами. Всего год прошел со времени его принятия

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 44. Оп. 1. № 8. Л. 215.

в число членов-корреспондентов академии, а уже среди академиков созрело убеждение в целесообразности представить его к утверждению в первой степени действительного академического звания. 22 ноября 1839 г. академики П. Н. Фусс, Е. И. Паррот, М. В. Остроградский и Г. И. Гесс выдвинули его кандидатуру, а неделю спустя состоялось избрание Якоби на должность адъюнта по практической механике и теории машин.

Когда Б. С. Якоби в 1837 г. впервые появился в Петербурге, П. Н. Фусс представил его академикам всего лишь как брата знаменитого геометра. С этим уязвившим самолюбие Якоби эпитетом его имя и было впервые упомянуто в академическом журнале [189, с. 19]. Теперь, всего лишь два года спустя, Б. С. Якоби намного превзошел популярностью своего брата, известность которого в основном ограничивалась узко научными кругами. Библиографы подсчитали, что только с 1838 по 1840 г. в периодической печати было опубликовано 70 сообщений об изобретениях и открытиях Б. С. Якоби [124, с. 107—118]. Половина этих сообщений появлялась в таких популярных изданиях, как «Северная пчела», «Библиотека для чтения», «Журнал Министерства народного просвещения», «Отечественные записки» и др. Даже В. Г. Белинский посчитал необходимым указать в своем «Исчислении примечательных явлений по части ученой литературы» за 1840 г. «Гальваноластику Якоби» [60, с. 734]. В октябре 1839 г. конференция Петербургской Академии наук рекомендовала Якоби выдвинуть гальванопластический способ на соискание Демидовской премии.

Демидовская премия была учреждена правнуком основателя Уральских заводов П. Н. Демидовым в 1831 г. и присуждалась ежегодно Петербургской Академией наук за лучшие работы, способствующие преуспеванию русской науки, литературы и промышленности. В 1840 г. предстояло ее девятое присуждение. В соответствии с предписанием учредителя премия могла быть присуждена на основании предварительно опубликованного в печати описания труда соискателя. Под своим полным названием «Гальваноластика как способ по данным образцам производить медные изделия из медных растворов с помощью гальванизма» эта работа Якоби была издана на русском и немецком языках в Петербурге [26], а затем на английском языке в Манчестере и Лондоне.

По существующим и поныне правилам изобретение

сохраняло патентоспособность, если на него подавалась патентная заявка до появления его описания в печати. Поэтому Б. С. Якоби поспешил в Мануфактурный совет и 14 февраля 1840 г. оформил заявку на десятилетнюю привилегию. Однако воспользоваться этой заявкой ему было не суждено. Пока литераторам и любителям наук и вместе с ними графу Уварову продолжали мерещиться красочно описанные Бурачеком флотилии электроходов, плывущие по Неве, более практичный и дальновидный министр финансов решил использовать достижения Якоби в специфических интересах своего ведомства. Как сообщал из Парижа Канкрину А. Демидов, французские ученые, в том числе Ф. Араго, признали большое значение гальванопластики для граверного дела, в частности для печатания денежных знаков. В тот период перед Канкриным стояла задача осуществить денежную реформу, заменив обесценившиеся ассигнации кредитными билетами. Становилось очевидным, что привлечение гальванопластического метода к изготовлению кредитных билетов позволит обеспечить точность и одинаковость их воспроизведения во всех сериях, затруднит подделку денежных знаков и многократно удешевит и ускорит изготовление клише для их печати.

15 марта 1840 г. Николай I предписал Канкрину приобрести в государственную собственность у Б. С. Якоби изобретение гальванопластики за 25 тыс. руб. серебром «для всеобщего обнародования на пользу всей империи, а если угодно, то и для пользы всего света» [93, с. 37]. Приобретая изобретение, правительство потребовало, чтобы Якоби опубликовал подробное описание технологии гальванопластики, что, впрочем, совпадало с требованиями представления к Демидовской премии и было изобретателем по этой причине подготовлено, как мы уже упоминали, заранее. В соответствии с существовавшими правилами одному из академиков поручалось представить заранее так называемый разбор (рецензию, отзыв) указанного сочинения претендента на Демидовскую премию. Выбор пал на Э. Х. Ленца, что им и было выполнено за месяц до публичного собрания академии [112].

Девятое присуждение Демидовской премии протекало отнюдь не так гладко, как это можно заключить, читая скупые сведения официальных отчетов и газетной информации. Дело в том, что устав запрещал выдвигать работы академиков на соискание Демидовских премий.

Как уже указывалось, конференция Петербургской Академии наук предложила Якоби соискание Демидовской премии в октябре 1839 г., а в ноябре того же года она же выдвинула Якоби на должность адъюнкта академии. Это послужило поводом для сомнений, не исключает ли второе решение возможность выполнения первого предложения. Вместе с тем присуждение девятой Демидовской премии должно было состояться уже в декабре 1839 г., а утверждение Якоби в должности адъюнкта могло состояться не ранее января следующего года.

Чтобы предотвратить неприятные споры по этому вопросу, Якоби представил неперемennomу секретарю заявление, в котором, отстаивая свое право на Демидовскую премию, писал, «что, учитывая щедрую компенсацию, которую я уже получил, денежная сторона премии не может ни вознаградить, ни стимулировать меня. Поэтому в соответствии с идеей основателя премии способствовать с ее помощью развитию наук, мне кажется вполне уместным просить академию позволить передать премиальное вознаграждение на стимулирование теоретических и практических исследований по электромагнетизму» [1, с. 72—74]. Предложение было с удовлетворением принято, и девятая Демидовская премия была присуждена Якоби, а премиальное вознаграждение размером 5000 руб. было впоследствии использовано по указаниям Якоби.

Летом 1840 г. Якоби пришлось временно отвлечься от забот, связанных с гальванопластикой. Известность, которую получили работы Якоби над электродвигателем, привела к тому, что он получил приглашение выступить на съезде Британской ассоциации содействия развитию науки в Глазго, и ему предстояло основное внимание уделить подготовке доклада. В основу этого доклада он положил сообщения «О законах электромагнитов» [18, с. 241—337] и «О притяжении электромагнитов» [21, с. 339—358], подготовленные им ранее совместно с Э. Х. Ленцем и прочитанные в Петербургской Академии наук соответственно 26 октября 1838 г. и 1 марта 1839 г. Вопросов об изобретении им электродвигателя ученый не стал касаться, ограничившись следующим заявлением: «Развивая свои чисто теоретические изыскания, я неминуемо должен был натолкнуться на вопрос о практическом применении электромагнетизма. К сожалению, я не могу распространяться здесь ни об опытах,

которые развернуты мною в большом масштабе, ни о машинах и приборах, конструированием которых я сейчас занят» [27, с. 371]. Ученый лишь подчеркнул готовность ответить на любой вопрос, касающийся деталей его машин, но указал, что в первую очередь «решил все свои силы посвятить выявлению законов, управляющих работой этих замечательных машин». В подкрепление этой мысли Якоби изложил содержание «Предварительного сообщения о законах электромагнитных машин», которое сделал в Петербургской Академии наук накануне своей поездки [28]. Большое впечатление произвела собственноручно выполненная Якоби гальванопластическим методом золотая медаль, которую он преподнес съезду.

В Глазго научные достижения Якоби также получили признание, и организовавшая съезд Британская ассоциация содействия развитию науки 9 ноября 1840 г. избрала его своим почетным членом¹. Этому примеру последовало Шотландское общество искусств, а затем королевская Туринская академия наук.

При посещении Англии, а затем, проездом, Германии Якоби, разумеется, жадно искал среди множества делавшихся за границей попыток построить электродвигатель какие-либо новые идеи. Об этом он писал жене из Глазго: «Многократно поклонись от меня Ленцу, когда его увидишь, и скажи ему, что я еще не увидел и не услышал ничего нового и думаю, что в теоретическом и практическом отношениях мы все еще стоим на шаг впереди»². После возвращения в Россию он об этих впечатлениях поставил в известность комиссию, что послужило поводом для И. Ф. Крузенштерна в очередном докладе в январе 1841 г. написать: «Господин Якоби во время своего путешествия по Англии и Германии имел, согласно изустному его донесению, неоднократно случаи убедиться в том, какую важность и высокое значение в обеих странах и в Америке придают практической стороне электромагнетизма и сколь большие усилия, поддерживаемые значительными денежными пожертвованиями и обширными техническими средствами, употребляют там для достижения цели. Но вместе с тем он убедился и в том, что сколь ни велики в чужих краях

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 295.

² Там же. № 352. Л. 3.

успехи по этой части, они, однако, уступают достигнутым у нас еще в 1839 г. результатам»¹.

Именно это ощущение относительного превосходства побудило Якоби упрямо продолжить работы над электродвигателем. Заказанные по предложению комиссии три машины вселяли надежду, что их совместное действие увеличит общую мощность в 3—4 раза. Строенный двигатель был смонтирован к концу 1841 г. на изготовленном по специальному заказу новом боте. К величайшему удивлению комиссии, действие трех двигателей, питаемых в 4 раза более мощной батареей, осталось на том же уровне, какой был достигнут в 1839 г. с одним двигателем. Мало утешения, да и доверия принесли попытки объяснить неудачу «худым качеством железа, которому недоставало мягкости, потребной для скорого вбирания в себя и выпускания магнетизма, недостаток, для удостоверения в котором еще не предложено и не найдено довольно практического результата»; или тем, что «вращающаяся часть машин не была достаточно центрирована»; или тем, что в обмотках провод «толще нежели в прежней, отчего уменьшилось число оборотов» и т. п.

Понимая, что даже устранение этих подозреваемых погрешностей в изготовлении двигателя едва ли улучшило бы перспективы получить практически приемлемый результат, комиссия 22 декабря 1841 г. доложила Уварову, что «считает свои действия на первый случай конченными, не лишая себя, впрочем, надежды возобновить их, ежели будут сделаны открытия, могущие послужить к усовершенствованию приложения электромагнетизма к движению судов». Однако Уваров упрямо потребовал продолжать работу. Комиссии пришлось поручить Ленцу продолжать «заниматься исследованием по части электромагнетизма с г. адъюнктом академиком Якоби и по истечении каждых двух месяцев доносить комиссии о своих действиях» [171, с. 137—140].

Между тем Якоби фактически прекратил опыты над электродвигателем. Докладом в Академии наук 7 января 1842 г. «О моих работах по электромагнетизму в 1841 г.» [29] он подвел черту под четырехлетней работой над попыткой *применения электромагнетизма в качестве движущей силы*, признав питание электродвигателя от гальванических элементов нерентабельным.

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1.

Средства, которые Уваров продолжал отпускать, Якоби использовал для продолжения своих совместных с Ленцем теоретических и лабораторных работ «О законах электромагнитов», вторая и третья части которых были доложены академии 20 января 1843 г. [18, с. 288—327].

Вместе с тем после приобретения права на использование гальваноластики Канкрин потребовал от Якоби самого деятельного участия в практическом внедрении метода. Кроме того, в то время успели, наконец, в полную меру понять ценность и своевременность изобретений П. Л. Шиллинга, а в Б. С. Якоби видели единственного ученого, способного продолжить дело, начатое его старшим другом. Да и Уваров ослабил свой интерес к электродвигателю.

17 декабря 1842 г. Николай I санкционировал прекращение действия «комиссии, учрежденной для производства опытов относительно приспособления электромагнитной силы к движению машин по способу профессора Якоби».

Глава IV

Развитие гальваноластики

Несомненно, что проявлению замечательного сочетания талантов Б. С. Якоби в значительной мере содействовали обстоятельства, в которых он оказался. Он попал в Россию к началу промышленного переворота, который начался здесь в хлопчатобумажном производстве, а затем затронул сахарную и писчебумажную промышленность. Сложившееся положение побудило министра финансов Е. Ф. Канкрин изыскивать пути для компенсации все увеличивавшегося бюджетного дефицита по мере уменьшения доходов и пошлин с продававшегося ранее за границу значительного количества сырья. Для предпринятой им в связи с этими обстоятельствами денежной реформы Канкрину предстояло организовать массовый выпуск новых кредитных билетов. Решив для их печати использовать гальваноластику, он оказался перед необходимостью позаботиться о подготовке соответствующих специалистов. С этой целью в 1842 г. он распорядился открыть гальваноластический класс при Рисовальной школе. В качестве учебного руководства была принята книга

Якоби о гальванопластике [26]. Первый набор классов состоял из профессионально подготовленных людей — серебряных, золотых и бронзовых дел мастеров, скульпторов и других специалистов. Занятиям предшествовали лекции, в том числе читавшиеся самим изобретателем гальванопластики. Интерес к лекциям Якоби был велик, и на эти лекции приходили не только ученики гальванического, но и других классов Рисовальной школы. Параллельно началу обучения происходило устройство лаборатории, в котором деятельное участие принимал Якоби, так как местным руководителям долго не удавалось наладить регулярную работу аппаратуры.

По рекомендации Б. С. Якоби во главе гальванического класса был поставлен Ф. К. Вернер, с которым он сошелся еще в 1839 г. на почве общего увлечения дагерротипией — первым из получивших распространение способов фотографии¹. В 1839 г., когда Дагерр только что закончил разработку процесса исчезающего изображения, Якоби получил сообщение, в котором говорилось: «...По мнению английских ученых, изобретение Ваше о применении гальванизма на меди может, подобно известному ныне изобретению г. Дагерра, привести к существеннейшим переменам и улучшениям в граверном деле»². Один из французских журналов даже подчеркивал превосходство изобретения гальванопластики перед изобретением дагерротипии: «То, что г. Дагерр сделал из рисунка, г. Якоби сумел сделать из скульптуры... Чтобы быть справедливыми, мы должны признать со всем миром, что Россия, гордясь изобретением г. Якоби, стала распространять его с гораздо большей быстротой и бескорыстием, чем это сделала Франция, подарив Европе дагерротип... Г. Якоби проявил в этом смысле больше щедрости. Он распространил свой секрет во всем его объеме» [134, с. 139].

Ф. К. Вернер был купцом 3-й гильдии и содержал лавку, находившуюся рядом с домом Б. С. Якоби на 17-й линии Васильевского острова. Он торговал гравюрами и дагерротипами. Вернер не только припимал у себя Якоби и его друзей — Э. Х. Ленца, К. А. Шильдера, но бывал частым гостем у него самого. На этих встречах, которые стали особенно частыми в 1840 г., проводились опыты да-

¹ Подробно см.: Документы по истории изобретения фотографии. Переписка Ж. Н. Ниепса, Ж. М. Дагерра и других лиц.— Тр. Арх. АН СССР. Вып. 7. М., 1949. 509 с.

² ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 1. Л. 140.

герротипии, демонстрировались снимки, изготовленные Вернером, а затем и результаты совместных занятий гальванопластикой. Под руководством Якоби Вернер смог, по отзывам своего учителя, в 1842 г. сделать ряд отличных гальванопластических изделий [146, с. 215].

Здесь уместно напомнить некоторые обстоятельства изобретения дагерротипии, поскольку Якоби реагировал на них весьма демонстративно. Ж. Н. Ниепс с 1816 г. стал искать способ получения при помощи камеры-обскуры фотографического изображения. К 1825 г. он нашел способ закрепления изображения на посеребренной пластинке, покрытой слоем светочувствительного асфальтового лака. Свое изобретение он назвал гелиографией. В 1829 г. Ж. М. Дагерр, ознакомившись с изобретением Ниепса, но не имея никаких знаний, чтобы самостоятельно заняться заинтересовавшим его делом, убедил изобретателя заключить с ним договор о сотрудничестве в деле усовершенствования изобретения. После смерти Ниепса Дагерру удалось доработать технику получения стойких изображений, присвоить ей новое название дагерротипии и дезавуировать заслуги первоизобретателя. «Даже теперь, через с лишком сто лет,— писал по этому поводу Т. П. Кравец,— пам трудно соблюсти „историческое беспристрастие“: в мелкой комедии, разыгранной вокруг величайшего изобретения, Нисефор Ниепс, по нашему убеждению, является едва ли не единственным положительным героем» [103, с. 44].

Не мог не разделять подобных чувств и Б. С. Якоби, знавший указанные обстоятельства. В свою личную лекцию он включил бюст одного только Ниепса, а его выступления в Петербургской Академии наук по поводу соответствующих работ Вернера названы в протоколах демонстрациями «гелиографических картин», а не дагерротипных. Такое пристрастие Якоби было естественным, так как к тому времени ему самому довелось испытать горечь от многочисленных попыток дискредитировать его как изобретателя гальванопластики. Даже простой перечень лиц, претендовавших на честь изобретения гальванопластики, занял бы слишком много места. Но нельзя умолчать о тех претендентах, которые сумели на долгие годы отравить радость открытия ее истинному творцу. Так, например, 22 мая 1840 г. Б. С. Якоби пришлось докладывать в Петербургской Академии наук отзыв «О гальванопластическом способе Одине» — француза, требовавшего выдачи ему патента на «усовершенствова-



**Бюст Ж. Н. Ниепса
из коллекции Б. С. Якоби**

ние и упрощение способа Якоби» [30]. Академику Г. И. Гессу пришлось по этому поводу даже выступить в печати [82]. Французы Донне и Бокильон, ознакомившись с докладом Ф. Араго в Парижской академии наук об открытии Якоби гальванопластики, воспрепятствовали проникновению в печать сведений об этом, поспешили объявить себя ее изобретателями¹. Однако эти ранние притязания ввиду их легковесности и бездоказательности не нашли поддержки общественности и были отвергнуты. Иначе дело обернулось, когда некий Т. Спенсер, механик по профессии, выступил во время пребывания Якоби в 1840 г.

в Глазго с заявлением о своем абсолютном приоритете на изобретение гальванопластики². Со стороны собственных соотечественников этот претендент сперва получил, казалось бы, сокрушительный отпор. Английский гравер Д. Локетт, применивший гальванопластику для изготовления ситцепечатающих валиков, поспешил заверить Якоби в том, что «...я и другие джептльмены Манчестера горячо желают утвердить за Вами бесспорное право на честь открытия»³. Одновременно англичанин Г. Диркс опубликовал серию статей, разоблачавших Спенсера.

Первое время Якоби не давал себя втянуть в споры, предоставив защиту своего авторитета общественному мнению. Однако он не смог промолчать, когда президент Парижской академии наук А. Беккерель нашел, что претензии Спенсера имеют основание. Мнение столь авторитетного лица привело к тому, что в учебнике физики известного французского профессора К. Пулье наряду с именем Якоби упоминалось имя Спенсера как равноправного изобретателя гальванопластики. Сам А. Беккерель,

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 332.

² Там же. № 440.

³ Там же. Д. 1. Л. 494.

высказав неосторожное мнение, поощрившее притязания Спенсера, все же не был уверен в своей правоте, так как в конце 1845 г. обратился с письмом к Якоби. Ученый посчитал необходимым довести содержание этого письма и ответ на него до сведения Физико-математического отделения Петербургской Академии наук. «Письмо, которое Вы сделали мне честь направить в мой адрес 20 ноября прошлого года, — писал Якоби в ответе Беккерелю, — предоставляет мне случай исправить распространенное в отношении моего изобретения гальванопластики заблуждение..., которого можно было бы избежать, если бы обратиться к датам печатных документов»¹. В действительности притязания Спенсера (как и всех других претендентов) были окончательно отвергнуты, как мы увидим, только 20 лет спустя.

Едва ли Якоби чувствовал меньше горечи, когда и его ученик оказался не меньшим честолюбцем, чем Спенсер. В 1838 г. для выполнения подсобных работ по гальванопластике Якоби пригласил василеостровского ремесленника И. Гамбургера — весьма одаренного человека. Якоби, заметив, что его новый подручный не только отлично справляется с подсобной работой, но и исподволь изучает приемы гальванопластики, стал сам направлять и учить его. Между тем Гамбургеру представился случай заинтересовать собой известного скульптора, рисовальщика и гравера вице-президента Академии художеств Ф. П. Толстого. Гамбургер представил себя Толстому изобретателем гальванопластики, присвоив ей собственное название гамбургеротипии. Он стал приносить Толстому гальванопластические копии его собственных барельефов, которые позаимствовал в мастерской Якоби. Гамбургер не только стал выполнять заказы Толстого, но и обучать его самого применению гальванопластики к медальерному искусству, которое было любимой сферой деятельности художника. Продолжая сотрудничать с Якоби, Гамбургер однажды принес ему два свинцовых слепка с последних барельефов, выполненных Толстым. Сделал он это, разумеется, без ведома хозяина барельефов.

27 сентября 1839 г. предстояло открытие Пулковской обсерватории. Николай I, в присутствии которого должна была состояться эта церемония, пожелал, чтобы ему заод-

¹ Отделение физико-математических наук, приняв к сведению и одобрив сообщение Якоби, постановило передать письмо Беккереля и ответ на него Якоби в архив на вечное хранение (ЛЮ ААН СССР. Ф. 1. № 1. Л. 580).

но показали на шумевшие образцы и способы получения гальванопластических изделий [142, с. 909]. Демонстрация должна была состояться в библиотеке обсерватории, и Якоби заранее подготовил все необходимое. В качестве художественных изделий, которые предполагалось преподнести Николаю I, Якоби изготовил отличные гальванопластические копии со слепков барельефов Толстого, которые ему принес Гамбургер. Узнавший об этом Толстой пришел в ярость, и Якоби выпущден был заменить готовившееся царю подношение. Это, однако, Толстого не успокоило, и он начал кампанию против Якоби. Его поддержал О. И. Сепковский, поместив в издававшемся им журнале пасквиль против Якоби, в котором утверждалось, что действительным изобретателем гальванопластики является Гамбургер [143, с. 69—70]. Поскольку все это затрагивало эпизод с подношением копии барельефа самому царю, появление этого пасквиля не могло остаться без последствий. В Цензурный комитет были вызваны издатель журнала и «изобретатель гамбургеротипии». Сенковский отделался неприятными объяснениями, а от Гамбургера потребовали публично отречься от своих претензий и удовлетвориться признанием попытки внести некоторые усовершенствования в гальванопластику, которые действительно были им сделаны. Однако Толстой не отказался от своих обвинений и еще долго продолжал своими выпадами отравлять Якоби жизнь [146, с. 224—226].

К концу 30-х годов в Петербурге образовалось уже немало гальванопластических заведений. Пионером в этом деле, разумеется, была Экспедиция заготовления государственных бумаг Министерства финансов (ЭЗГБ) ¹, организовавшая по указанию Канкрин уже в 1839 г. первую производственную гальванопластическую мастерскую для размножения стереотипов. Она первой освоила технику гальванопластического копирования и размножения клише для печати, обеспечив Министерству финансов уже в 1840 г. изготовление депозитивных билетов. Канкрин окружил технологию печати новых денежных знаков тайной, и не осталось никаких конкретных сведений об участии Б. С. Якоби в этом предприятии. Роль ЭЗГБ в развитии гальванопластики не ограничилась применением ее в полиграфии. В гальванопластической мастерской на

¹ Экспедиция заготовления государственных бумаг (ЭЗГБ) организована в 1818 г. и находилась в ведении Министерства финансов. Ныне — фабрика «Гознак».

протяжении многих лет подвергалась разработке технология гальванического меднения, золочения, серебрения, а затем платинирования, никелирования, железнения, т. е. создавалось еще одно направление гальванической технологии, которое Якоби назвал гальваностегией (stegе — по-гречески означает «покрытие»), составившей в совокупности с гальванопластикой гальванотехнику.

В 1839 г. Якоби получил первые образцы гальванически позолоченных и посеребренных изделий. Он тогда же показал, что новый способ золочения выгоднее старого теплового, так как требует для достижения того же результата значительно меньшей затраты драгоценного металла.

К тому же золочение «через огонь», связанное с применением ртути, было очень вредным производством. Правда, Якоби признавал, что хотя «гальваническое золочение вполне заменило золочение через огонь», тем не менее «еще не достигнуто гальваническим золочением изящество и тонкость матовой позолоты прошедшего столетия», но, «смешивая надлежащим образом щелока серебра или золота и меди и употребляя аноды из сплава металлов, мы в состоянии достигнуть огромного разнообразия зеленых или красных золотых оттенков, что дает возможность произвести такие оттенки, которые художники получают при помощи плавления и цизилировки различных сплавов из драгоценных металлов» [58, с. 202].

Гальваностегия заинтересовала весьма широкий круг ювелиров, скульпторов, художников. По совету Якоби в гальванопластическом классе Рисовальной школы программой занятий было предусмотрено значительное время для ознакомления с гальваническим золочением и серебрением. К преподаванию золочения привлекается знакомый Якоби зубной врач Бриан, серебрения — офицер корпуса инженеров путей сообщения М. Г. Евреинов. В качестве руководящего пособия Ф. К. Вернер составляет и печатает в типографии ЭЗГБ «Руководство по гальваническому золочению и серебрению» [192]. Б. С. Якоби обобщил работы мастеров гальванопластики в своем докладе Конференции Петербургской Академии наук 23 сентября 1842 г. [31]. Из собственных работ Якоби в области гальванопластики следует также отметить его исследования гальванического покрытия предметов латунью, о которых ученый доложил Петербургской Академии наук 19 января 1844 г. с демонстрацией выполненных им образцов [34].



**Барельеф Б. С. Якоби,
выполненный г. Скамони
гальванопластическим
способом**

Гальваностегия, как, впрочем, и вся гальвапотехника, становится сферой деятельности множества экспериментаторов и изобретателей. Конечно, среди них было много случайных людей, привлеченных модной технической повинкой. Однако среди этой массы в Петербурге к середине 40-х годов насчитывался, по крайней мере, десяток серьезных гальванических предприятий, содействовавших в той или иной степени прогрессу новой технологии.

Наряду с ЭЗГБ одним из крупных предприятий, также сыгравших значительную

роль в развитии гальванотехники, стала фабрика герцога Лейхтенбергского. Будучи сыном Е. Богарнэ, пасынком Наполеона I, он женился на дочери Николая I и осел в Петербурге. Проявляя склонность к искусствам и ремеслам, М. Лейхтенбергский заинтересовался опытами Якоби. Он стал подолгу проводить время в лаборатории Якоби. Самая ранняя запись в дневнике Якоби о посещении герцогом его лаборатории относится к 3 января 1840 г., когда ученый показывал ему процесс изготовления медалей со стеариновых форм [127, с. 129]. С помощью Якоби М. Лейхтенбергский тогда же создал у себя в Зимнем дворце собственную гальванотехническую лабораторию. Он настолько увлекся этим делом, что на летние месяцы перевозил лабораторию с собой в Царское Село. Возможности у герцога были большие, и он, пользуясь указаниями Якоби, обеспечил лабораторию оборудованием, допускавшим крупные и сложные работы. Уже в 1840 г. он успешно осуществил осаждение меди внутри замкнутых форм и ряд других новых процессов, которые описал в записке «Некоторые новые эксперименты по гальванопластике». Желая поощрить новатора, Якоби доложил содержание этой записки Конференции Петербургской Академии наук и рекомендовал ее к опубликованию [109, с. 65]. В 1842 г. лаборатория М. Лейхтенбергского настолько освоила гальванотехнические процессы, что 23 сентября Якоби по-

считал необходимым отметить это специальным докладом Физико-математическому отделению Петербургской Академии наук «О развитии гальванопластики» [32].

М. Лейхтенбергский первым в России по совету Якоби занялся новым способом изготовления клише для печатных изображений, получившим название гальванографии. Этот способ, разработанный за рубежом и сохранившийся там в секрете, заинтересовал Якоби, и они общими силами сумели довольно быстро раскрыть тайну гальванографии, и Якоби уже 21 января 1842 г. доложил Петербургской Академии наук о ее сущности, предъявив несколько гальванографических образцов, выполненных в лаборатории М. Лейхтенбергского [33]. Сущность метода гальванографии состояла в следующем. Если нанести на металлическую поверхность краской или лаком рисунок, после чего нарастить на поверхность гальваническую медь, то те места пластинки, на которых нет краски или слой ее тонок, покроются сильнее, а на рисунке, поскольку осаждение происходит только через поры краски, слой меди получится менее высоким. После меднения такая металлическая пластинка подобна резаной для гравюры поверхности, в нее набивают краску и печатают [58, с. 199]. Б. С. Якоби с интересом следил за разработкой метода и в 1845 г. снова обратил внимание общественности на новейшие работы в этой области [33].

На лабораторию М. Лейхтенбергского стали смотреть как на надежного серьезного исполнителя гальванопластических работ и доверять ей исполнение сложных заказов. К концу 1844 г. на ее основе было создано «С.-Петербургское гальванопластическое и художественной бронзы заведение». Предприятие расположилось в специально оборудованном помещении близ Нарвских ворот. «Цель этого заведения,— писал М. Лейхтенбергский,— та, чтобы изобретение гальванопластики, сделанное в России ... употребить сначала в ее Отечестве в большом виде и довести до полного совершенства» [110, с. 57]. Заведение оправдало провозглашенный ее устройтелем девиз. Им было создано большое число монументальных декоративных скульптур и барельефов, украшающих поныне Зимний дворец, Исакиевский собор, Главный штаб и другие достопримечательные здания Ленинграда. Заведение не обошло вниманием и Москву. Оно успешно осуществило при непосредственном участии Якоби гальваническое золочение медных листов для кровли строившегося в Москве храма Христа Спасителя. Работы заведе-

ция украсили также Большой театр. Сотрудничество с Якоби стало настолько привычным для М. Лейхтенбергского, что у него зародилась мысль привлечь ученого к непосредственному руководству фабрикой. Имеются косвенные данные, что Якоби отнесся к этому благожелательно, но неизвестно, по каким причинам такое приглашение в конечном счете не осуществилось [127, с. 130]. После смерти М. Лейхтенбергского основанное им заведение обрело нового хозяина — Главное общество Российских железных дорог. Деятельности заведения было задано соответствующее новое направление, контакты с Якоби прекратились, а оборудование гальванопластического цеха было продано с торгов французским предпринимателям Генке и Морану, которые с его помощью оборудовали в Париже гальванопластический завод. И в этом случае не обошлось без консультаций со стороны Якоби. Генке не удовлетворился почтовой перепиской с ученым и несколько раз ради встречи с ним приезжал в Петербург.

Характерна история обзаведения гальванопластическим оборудованием с помощью Якоби еще одного русского правительственного учреждения. Сын известного русского математика, астронома и геодезиста академика Ф. И. Шуберта Ф. Ф. Шуберт был страстным нумизматом. Обладая самой полной коллекцией русских монет, он занялся подготовкой их каталога. В это время не существовало удовлетворительного способа воспроизведения изображений монет в печатных изданиях. Поэтому, прослышав в 1839 г. об успешных гальванопластических опытах в этой области, он обратился за советом непосредственно к изобретателю гальванопластики. Якоби не только помог Шуберту изготовить клише гальванопластическим способом для печати изображений монет в каталоге, но и в декабре 1838 г. изготовил гальванопластические копии для самой достопримечательной металлической денежной единицы из коллекции Шуберта. Одна из этих гальваноскопических копий медного рубля, выпущенного Екатеринбургским монетным двором в 1725 г., хранится в отделе нумизматики Государственного Эрмитажа. Она известна под названием «шубертовской платы» [93, с. 57].

Будучи преемником отца, Ф. Ф. Шуберт возглавлял военно-топографическое дело Главного штаба. По его просьбе Якоби взял на себя руководство изготовлением приборов для организации опытов печатания карт галь-

ванопластическим методом¹. В последующем Б. С. Якоби предстанет как продолжатель деятельности П. Л. Шиллинга в области электротелеграфии и электроминного дела. Здесь же отметим, что и в совершенствовании технологии изготовления топографических карт он оказался невольным продолжателем дел своего старшего друга. Именно через Ф. Ф. Шуберта, сражавшегося вместе с ним в рядах русской армии против наполеоновских войск, П. Л. Шиллинг в 1813 г. послал к его отцу в Петербург мангеймского литографа Треттера с рекомендацией организовать массовое литографирование топографических карт [173, с. 19].

Помимо непосредственного участия в организации уже указанных предприятий, Якоби охотно оказывал помощь и поддержку отдельным энтузиастам гальванотехники. Так, например, он предложил поощрить В. Газенбергера денежным вознаграждением из сумм Демидовской премии, пожертвованной им на работы по электромагнетизму. Этот скульптор — один из петербургских пионеров гальванопластики — был привлечен к проведению практических занятий в гальванопластическом классе Рисовальной школы и сам выполнил ряд сложных работ. В 1841 г. Газенбергер изготовил гальванопластическим способом бюст прусского короля Фридриха Вильгельма III в натуральную величину и, таким образом, впервые выполнил круглую фигуру большого размера. Якоби отметил это достижение сообщением в Петербургской Академии наук².

Еще более существенную поддержку Якоби оказал П. Р. Багратиону, племяннику прославленного героя Отечественной войны 1812 г. П. Р. Багратион создал «земляную батарею», т. е. сухой гальванический элемент, обладавший значительной стабильностью действий и получивший в последующем широкое распространение. Другое изобретение П. Р. Багратиона было им названо золотильным раствором и предназначалось для извлечения золота из руд путем обработки растворами цианистых щелочей. Способ получил впоследствии наименование цианирования. Якоби усмотрел в начинаниях П. Р. Багратиона практическую ценность и 29 сентября 1834 г. доложил о них Физико-математическому отделению Петербургской Академии наук. Он предложил поддержать изобретателя

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 1. Л. 200.

² Протокол Конференции Петербургской Академии наук, 1841. § 225.

приобретением необходимых для продолжения его работ измерительных приборов за счет остатков своей Демидовской премии [35]. 10 октября 1834 г. П. Р. Багратион продемонстрировал свои изобретения в присутствии Б. С. Якоби, Ф. К. Вернера и М. Г. Евреинова в помещении гальванического класса Рисовальной школы, получил одобрение и поддержку¹. Таким образом, Б. С. Якоби значительно расширил свою активную помощь в практическом развитии гальванотехники.

Много внимания Якоби приходилось уделять проблемам, интересовавшим Министерство финансов. Например, ему было поручено найти способ выделения гальваническим путем золота из сереброносного золота и золотоносного серебра в целях использования такого метода для изготовления полноценных золотых монет. Правда, ученый был вынужден доложить 19 июня 1840 г. Конференции академии, что, несмотря на многочисленные опыты, разрешить эту задачу ему не удалось. В том же 1840 г. ученому было «повелено исследовать причину обращения в комиссариатских складах оловянных пуговиц и дощечек от киверов в порошок, который от времени значительно уменьшался в весе» [93, с. 25].

Такое привлечение академиков к решению насущных задач производства стало традицией с самого начала организации Петербургской Академии наук. В положение об академии по указанию Петра I были предусмотрительно внесены следующие строки: «Ежели е. и. в. потребует, что академикус из своей пауки некоторое дело сыскивал, то повинеш он тое со всем прилежанием чинить и о том в надлежащее время отповедь дать, ибо суть многие дела, которые вельми малы быть кажутся, однако ж долговременное разыскание требуют» [71, с. 44]. «Сыскание малых дел» вполне отвечало принципам, провозглашенным Якоби еще в 1836 г. во вступительной лекции в Дерптском университете.

Министерство финансов было первым правительственным учреждением, которое поспешило приобрести в лице Б. С. Якоби постоянного ученого консультанта и исследователя насущных для этого ведомства научных вопросов. Запросы поступали также из других источников. Только на протяжении 1841—1842 гг. академия поручила Якоби дать более десятка заключений по разнообразнейшим предложениям, поступавшим в ее адрес: о новом

¹ ЦГИАЛ. Ф. 18. Оп. 2. № 1908. Л. 78—82.

виде книгопечатания, о преобразовании аэростатов, об устройстве новой прядильной машины, о типометрии, об артезианских колодцах, о методах строительства железных дорог, о булатах, о приводах, о машинах для глухонемых и заикающихся и т. п.

Глава V

Наследие Шиллинга

В полной мере оправдались надежды П. Л. Шиллинга, смотревшего на Б. С. Якоби как на непосредственного преемника и продолжателя своих работ в области электротелеграфии и электроминного дела. «У нас в России,— писал Якоби по этому поводу,— гораздо ранее, чем где бы то ни было, было обращено внимание на громадные вспомогательные средства, которые может доставить применение гальванизма и электромагнетизма в деле обороны крепостей и в телеграфном деле. Знакомый со всеми достигнутыми в этом отношении наукою успехами и снабженный результатами собственного исследования и опыта, нижеподписавшийся мог серьезным образом воспользоваться наследием Шиллинга» [36, с. 584].

Наследие Шиллинга формировалось под влиянием промышленного переворота, который сопровождался значительным расширением торговой деятельности и образованием многочисленных внешних рынков и источников сырья, требовавших значительного улучшения способов передачи сообщений. В науке обозначился значительный прогресс в изучении электрических явлений. Нидерландский физик П. Мушенбрек изобрел в 1745 г. «лейденскую банку» — первый конденсатор электрических зарядов. Конец XVIII в. изобилует предложениями построить телеграф, использующий для передачи сигналов заряды статического электричества от лейденской банки. Открытие итальянским анатомом Л. Гальвани электрического тока, впервые обнаруженного при известных опытах с препарированной лягушкой, вызвало попытки устроить гальванический телеграф. Известие об изобретении в 1800 г. вольтова столба и открытии в этом же году А. Карлейлем и У. Никольсоном явления электролиза воды побудило изобретателей к разработке идеи электролигического телеграфа.

Наиболее серьезную попытку создать электролитический телеграф предпринял в 1810 г. мюнхенский анатом С. Т. Земмеринг, осуществивший многочисленные опыты по испытанию изолированных проводов и электропроводности воды. Находившийся в тот период в Мюнхене в составе русского посольства П. Л. Шиллинг заинтересовался этими опытами и принял в них непосредственное участие, что положило начало тесному сотрудничеству обоих ученых. Попытки создать электрический телеграф сопровождались успешным разрешением целого ряда частных вопросов: совершенствовались методы кодирования, конструировались оригинальные элементы аппарата (клавишный манипулятор, вызывное устройство, коммутационные приспособления) и улучшались способы изоляции проводов.

Таким образом, П. Л. Шиллинг уже в юные годы получил возможность подробно ознакомиться с состоянием проблемы, касавшейся электротелеграфии, и убедиться в несостоятельности электролитического телеграфа. Занятия с электролитическим телеграфом Земмеринга пробудили у Шиллинга изобретательскую мысль в другом направлении. Непосредственным поводом к этому послужила статья нюрнбергского профессора физики и химии И. Х. Швейггера, который прочитал в одном из журналов о телеграфе Земмеринга и предположил, что это изобретение не имеет вызывного устройства. В этой статье он предлагал применить для вызова капсюль с водородом, который детонировал бы при посылке в него электрического тока. Эта статья натолкнула Шиллинга на мысль об устройстве подводных электрических мин.

Еще в 1803 г., работая в Генеральном штабе русской армии, П. Л. Шиллинг среди литературных новинок, регулярно поступавших в библиотеку начальника Генерального штаба П. К. Сухтелена, прочитал только что полученную книгу под названием «Известие о гальвановольтовых 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» [168]. Таким образом, П. Л. Шиллинг узнал об открытии профессором В. В. Петровым явления электрической дуги. Для задачи, которую поставил перед собой Шиллинг, создать подводную электрическую мину не требовалось «огромной наипаче батареи», так как для зажигания порохового заряда до-

статочна была небольшая электрическая искра. Тем не менее знакомство с опытами В. В. Петрова подсказывало конструкцию прибора, пригодного для создания этой искры,— прибора, который впоследствии получил название электрического запала. Из этой же книги П. Л. Шиллинг почерпнул первые сведения о способах электрической изоляции «металлических проволок, покрытых сургучом или воском», придуманных В. В. Петровым.

5 июня 1811 г. Шиллинг предложил Земмерингу испытывать прохождение электрического тока по проводу, изолированному по методу В. В. Петрова, уложенному в воде. Для этой цели сначала служили ушаты с водой, затем опыты были перенесены на канал и реку Изар. Успех этих опытов был настолько очевиден, что Земмеринг записал в своем дневнике: «Шиллинг радуется, как ребенок, своему электрическому проводнику»¹.

О том, как эти электротехнические эксперименты привели к тому, что русская армия стала первой в мире обладательницей электроминного вооружения, будет сказано позднее. Здесь же важно отметить, что разработка устройства электрических мин побудила Шиллинга уже с 1810 г. серьезно заняться вопросами изоляции электрических проводов и прокладкой подводных кабелей, что позволило ему впоследствии решить одну из важнейших проблем электротелеграфии — проблемы телеграфных линий.

В эти же годы начали формироваться у Шиллинга знания, позволившие ему впоследствии разрешить и другой важный вопрос — разработку телеграфного кода. Служба в Министерстве иностранных дел не только познакомила его со способами передачи секретных сообщений, но содействовала началу серьезных занятий криптографией, которые привели его к созданию новых шифров. Один из современников писал: «Шиллинг сочинил для министерства такой тайный алфавит, т. е. так называемый шифр, что даже австрийский искусный кабинет и через полвека не успеет прочесть» [152, с. 22].

По тем же служебным интересам Шиллинг внимательно изучал организацию сетей семафорной связи, получивших значительное развитие в начале XIX в. Его особенно интересовали телеграфные шифры. Однако они держались каждым государством в строгом секрете. Несмотря на трудности, Шиллингу удалось собрать и изу-

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 85. Оп. 3. № 17.

чить 32 типа семафорных телеграфов¹. Более того, Шиллинг сам разработал систему тайнописи для семафорных телеграфов. «Я изобрел для сего же предмета особую цифирь,— писал ученый,— которую искуснейший не будет в состоянии открыть, хотя бы ему было сообщено буквальное содержание депеши и самый телеграфный словарь»². Шиллинг также изучал сигнализацию при помощи флажков. Имеется свидетельство «...об удивительном способе, придуманном им для изображения тремя лишь флагами до 3000 различных знаков, способе, изумившем своею простотой и непроницаемостью многочисленных знатоков» [173].

Вся эта совокупность представлений и навыков, относящихся к сфере способов связи и передачи сообщений, обогатилась у Шиллинга глубокими знаниями в области языкознания, когда, возвратившись в Министерство иностранных дел из действующей армии после окончания Отечественной войны 1812—1814 гг., он попал в Азиатский департамент этого учреждения. Занятия востоковедением принесли Шиллингу такую известность, что уже в 1822 г. французские востоковеды избрали его в члены-корреспонденты Азиатского общества в Париже, в 1824 г. Британское общество литературы присудило ему диплом, а в 1827 г. Петербургская Академия наук избрала его своим членом-корреспондентом по разряду литературы и древностей Востока. Приобщение к высшему научному форуму России сыграло немаловажную роль в успешном решении Шиллингом задачи электрического телеграфирования. Оно обеспечивало весьма существенную поддержку его начинаниям. В результате сближения с Э. Х. Ленцем, тогда еще адъюнктом академии, Шиллинг оказался непосредственно в сфере новейших достижений в области электричества и магнетизма.

Еще ранее Шиллинг познакомился с брошюрой датского физика Х. Х. Эрстеда «Опыты, относящиеся к действию электрического конфликта на магнитную стрелку» [138]. Тогда же ему стало известно, что сразу вслед за этим открытием А. Ампер высказал мысль о возможности применения электромагнетизма для телеграфирования. Шиллинга поразило то обстоятельство, что о явлении, открытом Эрстедом, он прочитал в одной брошюре еще в 1815 г. В ней рассказывалось об опытах над дей-

¹ ЦГИАЛ. Ф. 1289. Оп. 1. Д. 589, 1839—1844.

² ЛО ААН СССР. Ф. 802. Оп. 1. № 339. Л. 96.

ствием тока на магнитную стрелку, которые производил еще в 1802 г. Д. Романьози. «Разве не должно ли думать,— писал с сожалением Шиллинг,— что познание без всякой теории скоро потерялось за случайным своим открытием. По крайней мере, для нас то как бы совсем не существовало, пока с успехом новой физики, с этим прочным учением, основанным на законах механики и проверяемом строгостью вычисления, наконец обогатились мы сведениями, которые, без сомнения, послужат надолго обильным источником для полезных применений»¹. Эти строки Шиллинг написал уже после того, как получил подробные сведения о работах флорентийского профессора Л. Нобили, который, скомбинировав астатическую пару магнитных стрелок с мультипликатором, устроил, таким образом, чувствительный измерительный прибор. В этом приборе Шиллинг распознал прообраз подходящего приемника телеграфных сигналов. В отличие от других современных ему изобретателей телеграфа, Шиллинг первым понял, что, как скажет впоследствии один из крупнейших телеграфных специалистов, инженер Г. Г. Гаррисон, «изобретение азбуки логически предшествует изобретению аппарата, ибо тем самым, что установлена азбука, главные черты аппарата, в сущности, уже даны» [174, с. 250]. Именно в этом причину успехов Шиллинга видел и Б. С. Якоби.

«Шиллинг имел то особое преимущество,— писал после смерти ученого Б. С. Якоби,— что служебное положение позволяло ему вполне оценить потребности своей страны в средствах связи. Удовлетворение этих потребностей и составило задачу, которую он стремился разрешить на протяжении всей своей жизни, с одной стороны, привлекая на помощь успехи естествознания, с другой стороны, направляя свой исключительно острый ум на создание и составление простейшей телеграфной азбуки. В последнем деле ему послужило замечательным подспорьем специальное знание восточных языков, с которыми он имел возможность ознакомиться по первоисточникам. Два совершенно различных направления знаний — естественные науки и изучение восточной письменности — слились вместе, чтобы помочь возникновению телеграфии»².

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 802. Оп. 1. № 339. Л. 93.

² ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 82.

Э. Х. Ленц также отмечал значение работ Шиллинга над кодом. Ему пришлось быть очевидцем одной из демонстраций изобретателя, во время которой он успешно передал телеграмму, написанную китайскими иероглифами, при помощи специально разработанного им для этой цели кода. Этот код состоял всего лишь из 16 комбинаций: 8 предназначались для обозначения элементов иероглифа, 6 — для относительного расположения каждого из элементов иероглифа (выше, ниже, внутри, снаружи, левее, правее) и 2 — для раздела между иероглифами. Следует отметить, что этот код оказался единственно возможным для китайской письменности и его впоследствии пытались внедрить американские миссионеры [174, с. 251].

Изобретенный Шиллингом двоичный неравномерный код был единственным, обеспечивавшим при существовавшем уровне механики возможность обойтись для телеграфирования одной электрической цепью, а следовательно, обеспечить практические преимущества электрическому телеграфу перед существовавшими семафорными телеграфами. В составленном описании Шиллинг подчеркнул значение телеграфного кода следующим образом: «Применение разговора к телеграфическим знакам составляет отдельную и важную часть телеграфической науки. Все доселе мне известными сделавшиеся способы кажутся мне неудовлетворительны и не соответствуют требованиям, которых от них ожидать должно. Я нашел средство двумя знаками выразить все возможные речи, применить к сим знакам всякий телеграфический словарь или сигнальную книгу» [173, 175].

Созданный Шиллингом на основе двоичного неравномерного кода телеграф был практически готов к концу 20-х годов¹. Первое письменное упоминание об этом относится к 1828 г., которым датировано письмо сослуживца, писавшего, что «весьма мало известно, что Шиллинг изобрел новый образ телеграфа. Посредством электрического тока, проводимого по проволокам, растянутым между двумя пунктами, он проводит знаки, коих комбинации составляют алфавит, слова, речения и так далее. Это кажется маловажным, но со временем и усовершенствованием он заменит наши теперешние телеграфы, которые при туманной неясной погоде или когда сон нападает на телеграфщиков, что так же часто, как туманы, делаются

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 802. Оп. 1. № 339. Л. 96.

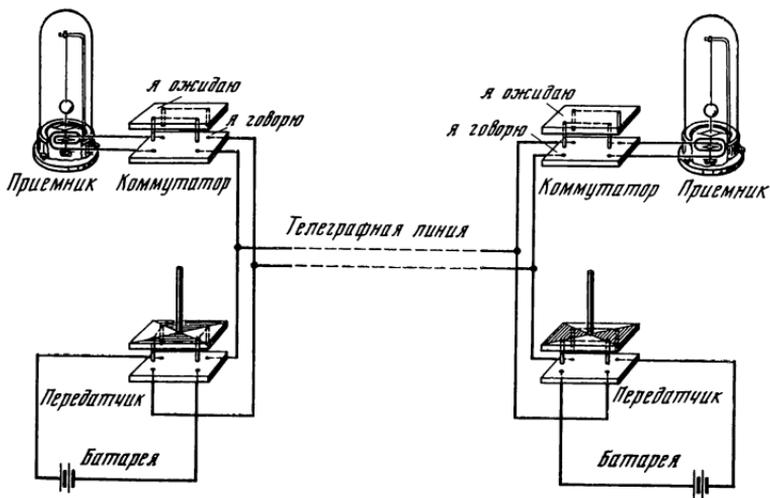


Рис. 11. Принципиальная схема одномультипликаторного телеграфа П. Л. Шиллинга

немыми» [152, с. 22]. Неравномерный код лег в основу всего дальнейшего развития телеграфии и играл главенствующую роль вплоть до изобретения буквопечатающей телеграфии.

Однострелочный аппарат не был одобрительно принят правительственным комитетом, рассматривавшим изобретение Шиллинга, впрочем, как мы уже отмечали, не были приняты и предлагавшиеся им воздушные телеграфные линии вместо кабельных. Отказ от однострелочных аппаратов мотивировался сложностью распознавания буквы по ряду не сразу, а последовательно появляющихся сигналов каждой комбинации. Экономическая же целесообразность достигаемого таким путем сокращения числа линейных проводов и упрощения самого аппарата могла быть оценена лишь впоследствии, когда приступили к прокладке достаточно длинных телеграфных линий.

Как свидетельствует гейдельбергский профессор Г. Мунке: «Шиллинг в отношении кода сначала остановился на использовании одной стрелки. Он хорошо знал, что посредством несложных усовершенствований можно установить большее число стрелок. С помощью такого же числа токонесущих проводов и одного общего обратного провода стрелки могут быть подчинены тому, чтобы воспроизводить многочисленные одновременные комбинации» [173, с. 166]. Так началась разработка Шиллингом

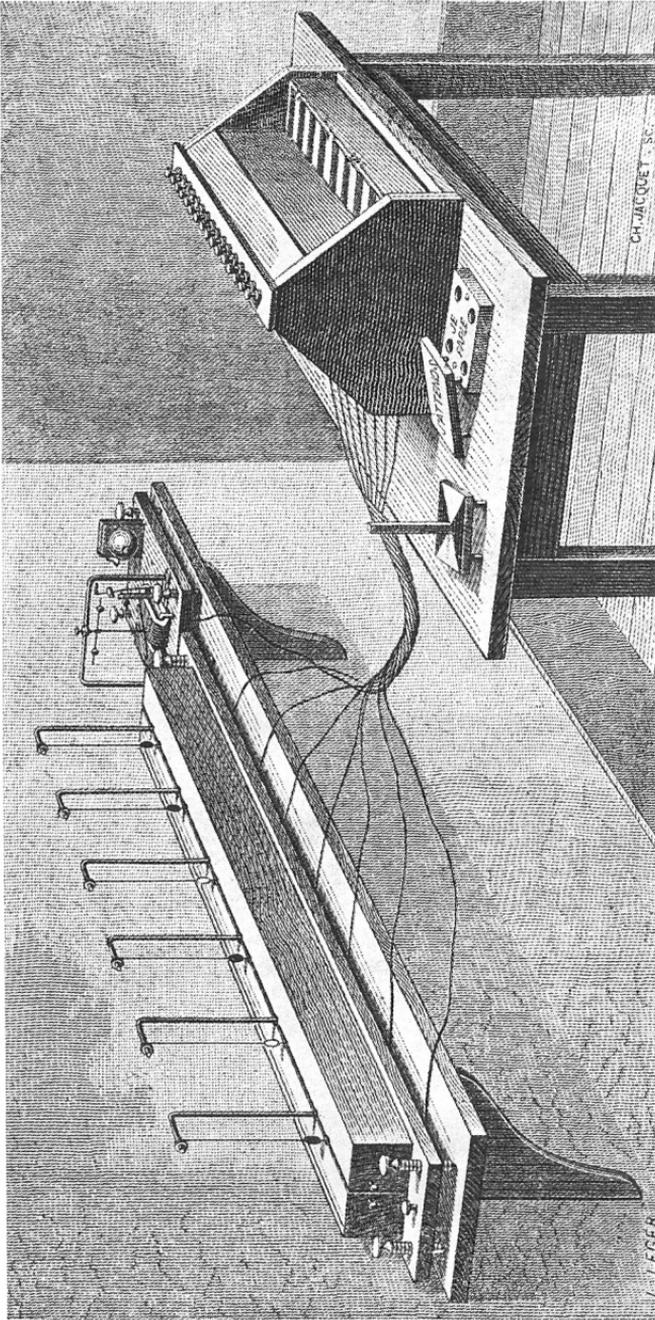


Рис. 12. Шестимножительный телеграфный аппарат П. Л. Шиллинга в том виде, как он демонстрировался на Парижской электротехнической выставке 1881 г.

еще двух вариантов телеграфных аппаратов: для русского алфавита — шестимультимпликаторного и для латинского алфавита — пятимультимпликаторного.

В начале 30-х годов Шиллингу пришлось временно прервать работу над телеграфом. Необходимость укрепить свое влияние в Восточной Сибири и воспрепятствовать экспансии некоторых европейских держав побудила русское правительство снарядить экспедицию в Забайкалье с официальной задачей «обследования положения местного населения и состояния торговли у северных и западных границ Китая» [174], а фактически с целью усилить русское влияние на бурятских лам. Выполнение этой деликатной задачи было поручено П. Л. Шиллингу, известному своим тактом и умом. «Добродушие и природный ум, неистощимая веселость... заставляли всех знакомых любить и уважать его» [174, с. 226], — вспоминали о нем впоследствии. «Что за увлекательный человек, — читаем о Шиллинге в мемуарах его сослуживца, — пропасть путешествовал, знаком и в переписке с учеными знаменитостями целого света» [174, с. 225].

Как свидетельствуют обнаруженные в архивах собственноручно составленные Шиллингом описи багажа, взятого им с собой из Петербурга в Забайкалье, ученый обеспечил себя всем необходимым для продолжения работ над электромагнитным телеграфом [173, с. 84].

Находясь в экспедиции на протяжении двух лет (1830—1832 гг.), ученый завершил работу над устройством шестистрелочного аппарата, и это позволило ему через полгода, после возвращения из экспедиции в октябре 1832 г., выступить с демонстрацией, вошедшей в историю как начало развития электромагнитной телеграфии. Изобретатель не сразу создал известную конструкцию шестистрелочного телеграфа. Сначала Шиллинг комплектовал станцию шестистрелочного телеграфа приборами однострелочного телеграфа, т. е. составлял ее из шести отдельных передатчиков и шести отдельных приемников описанной выше конструкции. Кроме того, Шиллинг ввел седьмой мультипликатор, специально предназначенный для приема вызова, снабдив его часовым механизмом и звонком.

Еще при жизни Шиллинга мультипликаторные телеграфы получили распространение за рубежом. А. Гумбольдт в 1829 г. во время пребывания в Петербурге познакомился с одномультимпликаторным телеграфом Шиллинга, о чем рассказал К. Гауссу и В. Веберу. Эти уче-

ные применили вместо мультипликаторов лабораторные магнитометры, с помощью которых организовали телеграфную связь между физическим кабинетом и обсерваторией Геттингенского университета. В 1837 г. В. Кук привез в Англию копию телеграфа Шиллинга, сделанную им с экземпляра, оставленного изобретателем после Боннского съезда в дар профессору Г. Мунке, председателюствовавшему при демонстрации. Она послужила прототипом целой серии мультипликаторных телеграфов, вошедших в эксплуатацию на английских железных дорогах в последующие десятилетия.

Очевидные преимущества однострелочного варианта телеграфа, как уже отмечалось нами, обесценивались сложностью приема последовательно поступающих сигналов, требовавших постоянного присутствия памяти и напряженного внимания. Шиллинг первым указал как на путь к преодолению этого недостатка на необходимость автоматической записи поступающих сигналов неравномерного последовательного кода. По свидетельству Якоби, Шиллинг «последнее время, когда его умственная деятельность, казалось, достигла наибольшей силы и он часто был полон остроумных идей, помышлял о таком снаряде (самоотмечающем), но не мог только устранить крайнюю сложность механизма»¹.

К. Гаусс, несомненно, разделял убеждение П. Л. Шиллинга, так как в конце 1835 г. побудил своего ученика, известного ученого, искусного конструктора ряда оптических и астрономических инструментов К. А. Штейнгейля реализовать идею Шиллинга о пишущем электромагнитном телеграфе. Уже 10 февраля 1836 г. Штейнгель писал Гауссу, что он успешно проверяет придуманный им принцип записи телеграфных сигналов на устроенном им вспомогательном приборе. Спустя несколько месяцев Штейнгель уже был настолько уверен в осуществлении своей идеи, что при поддержке Гаусса 29 апреля 1836 г. обратился к властям за средствами для устройства своего телеграфа между Мюнхеном и Богенгаузеном (5 км). Средства — 800 гульденов — были отпущены, и 18 июня того же года Штейнгель писал Гауссу, что прокладка линии и изготовление аппаратов начаты. Однако с намеченной сначала прокладкой телеграфной линии под землей Штейнгель не сумел справиться и в 1837 г. приступил к прокладке воздушных проводов частично по высо-

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 77. Л. 14.

ким зданиям и церквям, частично по деревянным мачтам, установленным через каждые 350 м. Наконец 27 января 1838 г. изобретатель продемонстрировал работу первого в мире пишущего телеграфа перед властями, а полгода спустя опубликовал его подробное описание. Неравномерный код принял в аппарате Штейнгейля новый вид как сочетание точек, расположенных по-разному в двух рядах. Хотя аппарат Штейнгейля позволял телеграфировать со скоростью до 8 слов в минуту, однако добиться с помощью мультипликатора вполне надежной записи было затруднительно.

В отличие от упомянутых изобретателей, продолжавших видеть в мультипликаторе единственный прибор для приема телеграфных сигналов, Якоби всей своей предыдущей деятельностью был подготовлен к тому, чтобы вооружить телеграфную технику электромагнитами. Впервые в Европе он, подобно Дж. Генри в США, понял, что в системе телеуправления пишущим или иным прибором наиболее подходящим исполнительным механизмом должен стать именно электромагнит. Тем не менее Якоби не сразу приступил к реализации этой идеи по причинам, которые он пояснил следующим образом: «После смерти Шиллинга, запуганный материальными трудностями, которые, как мне казалось, должно было представлять сооружение электротелеграфических линий, равно как и нравственными неудачами и препятствиями, которые приходилось испытать этому гениальному человеку, я осторожно воздерживался от принятия на себя какого-либо почина в этом деле, хотя и был уже достаточно подготовлен к тому моими прежними опытами и работой. Я следил тогда за незначительным, правда, прогрессом в телеграфии для того только, чтобы предъявить права на первенство моего покойного друга» [17, с. 1].

Необходимость защитить приоритет Шиллинга появилась уже в 1838 г., когда Штейнгейль опубликовал описание своего пишущего мультипликаторного телеграфа, ни словом не упомянув о Шиллинге. Возмущенный этим Якоби поместил в немецкой и петербургской печати заметку следующего содержания: «В особых прибавлениях в газете «Альгемейне Цайтунг» № 47 и 48 от 17 и 18 февраля сего (1838) ¹ года помещена весьма интересная статья об электромагнитном телеграфе г. профессора Штейнгейля в Мюнхене. Нечто вроде исторического

¹ Примечание автора.

введения к помянутому предмету дает отчет о предшествовавших трудах по этой части. Но в имеющемся здесь перечне выдающихся имен многочисленные друзья, к сожалению, столь рано скончавшегося П. Л. Шиллинга в С.-Петербурге с прискорбием отмечают пропуск его имени. Между тем увенчавшиеся отличными успехами труды этого богатого знаниями друга естественных наук, как характеризует его Гаусс (в «Ежегоднике» Шумахера 1836 г.), хорошо известны в Германии, в особенности в Вене и в Берлине. К тому же на съезде естествоиспытателей в Бонне в 1835 г. он показывал модель своего в высшей степени остроумно устроенного электромагнитного телеграфа. Существуют данные, свидетельствующие о том, что бывшие в то время там английские ученые отнеслись с особым вниманием к его изобретениям и преисправно ими воспользовались» [37].

Вторично Якоби пришлось утверждать приоритет Шиллинга в связи со следующим обстоятельством. Копия аппарата Шиллинга была доставлена В. Куком в 1836 г. в Англию. Так как Кук плохо разбирался в электротехнике, он обратился к физику Ч. Уитстону, и тот помог ему освоить аппарат. Они совместно образовали фирму по производству и эксплуатации электромагнитного телеграфа. Лондонский наблюдатель тотчас донес военному министру А. И. Чернышеву, что «...здесь есть новое изобретение, обещающее сделаться весьма важным. Оно состоит в приложении электричества к действию телеграфов...» [95]. Последовали запросы в Англию, в ответ на которые В. Кук сам прислал описание и чертежи телеграфа вместе с предложением такого содержания: «Сколько бы согласилось русское правительство дать за то, чтобы иметь возможность передавать из Петербурга в Москву в течение каждых десяти минут 50 слов, каждое по пяти букв?» [173, с. 136]. Естественно, что Якоби во время пребывания в Лондоне в 1840 г. при встрече с Ч. Уитстоном затронул этот вопрос. Выяснилось, что английский ученый не имеет представления о происхождении усовершенствованного им аппарата. По просьбе Уитстона Якоби выслал ему сразу по возвращении в Петербург все материалы, подтверждавшие приоритет Шиллинга¹.

Впоследствии Б. С. Якоби и Э. Х. Ленц сделали самый важный шаг для восстановления приоритета П. Л. Шиллинга. Они побудили одного из друзей Шил-

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 802. Оп. 1. № 339. Л. 75.

линг академика И. Х. Гамеля, специализировавшегося в изучении истории русской технологии, взяться за исследование научного наследия П. Л. Шиллинга. Затратив пять лет на розыск и изучение документов и сохранившейся аппаратуры, И. Х. Гамель 23 декабря 1858 г. представил Петербургской Академии наук первый доклад, а 18 мая 1860 г. второй доклад о результатах этой работы. Доклады были опубликованы в России, Германии, Франции и Англии [79], что привело к всеобщему признанию приоритета Шиллинга в Европе.

Что же касается *нравственных неудач и препятствий*, испытанных Шиллингом, то Якоби имел в виду полную противоречий политику русского правительства в вопросах русской экономики, особенно же в деле развития транспорта и связи.

Обстоятельства требовали существенного прогресса в русских средствах сношений и транспорта. Начало XIX в. ознаменовалось значительным расширением границ Российской империи в результате присоединения к ней стран Закавказья, Средней Азии и Прибалтики. Экономика страны претерпевала изменения в результате начавшейся промышленной революции. Появление новых видов вооружения оказало существенное влияние на военную тактику и осложнило управление войсками.

Не могли не считаться с этими обстоятельствами и управлявшие делами государства сановники. С другой стороны, они отлично понимали, что развитие ведет к подрыву устоев царского самодержавия и крепостного права. Например, крайние крепостники главноуправляющий путями сообщений К. Ф. Толь и министр финансов Е. Ф. Канкрин выступили принципиальными противниками строительства железных дорог и крайне недоверчиво относились к прокладке линий электромагнитного телеграфа Шиллинга, совершенно исключая возможность ее нескрытого (воздушного) варианта. Поэтому поддержка прогрессивных мер в этих вопросах со стороны менее ослепленных классовой ограниченностью деятелей русского правительства приводила лишь к частичному успеху. Например, попытка начальника штаба горных инженеров (впоследствии главноуправляющего путями сообщений) К. В. Чевкина, предложившего организовать сеть железных дорог между Петербургом, Москвой, Нижним Новгородом и Казанью, первоначально ограничилась устройством дороги только между Петербургом и Царским Селом, что, в свою очередь, повлекло к прокладке вдоль нее первой

линии электромагнитного телеграфа значительной протяженности.

Что же касалось средств связи, то многочисленные проекты отечественных ученых и техников оставались без поддержки. Уже в конце 1734 г. И. П. Кулибин создал модель семафорного телеграфа, разработал для нее код и успешно продемонстрировал передачу телеграммы в царских хоромаш [98]. Несмотря на то, что изобретение Кулибина не уступало телеграфу К. Шаппа, его в качестве забавной игрушки сдали в кунсткамеру. Питомец Дерптского университета (впоследствии член-корреспондент Петербургской Академии наук) М. Г. Паукер принимался за устройство линии семафорного телеграфа между Петербургом и Царским Селом [124, с. 5]. Инженер-путеец Волков предложил проект семафорной связи между Петербургом и Варшавой. Академик Е. И. Паррот демонстрировал перед царем свою систему семафорного телеграфа, а в 1834 г. обобщил труды в этой области в мемуаре «Телеграф, полностью основанный на физических принципах» [113, с. 305].

Николай I занимал в вопросах развития транспорта и связи более умеренную позицию, чем упомянутые сановники, так как до коронации возглавлял корпус военных инженеров и понимал значение этих областей техники для армии. Он поощрял многочисленные поиски приемлемой конструкции полевого семафорного телеграфа со стороны наиболее инициативных деятелей русской армии. В 1826—1830 гг. по инициативе военного губернатора и главного командира Черноморского флота и портов адмирала А. С. Грейга на побережье Черного моря стали действовать станции семафорного телеграфа, для которых прототипом послужила упомянутая ранее модель Кулибина. Этот семафорный телеграф обеспечил в 1826 г. связь Николаева с Очаковым и Глубокой пристанью. Во время осады Варны в 1828 г. были построены линии для связи между отдельными частями войск, находившихся под командованием графа Воронцова, и флотом, возглавляемым Грейгом [106].

К началу 30-х годов во всех европейских странах, особенно во Франции, семафорные башни стали столь же привычной приметой пейзажа, как, скажем, ветряные мельницы. Они появились даже в колониях, например в Алжире. Столь откровенное отставание России в этом вопросе побудило правительство организовать «Комитет для устройства телеграфической линии», который, однако, за

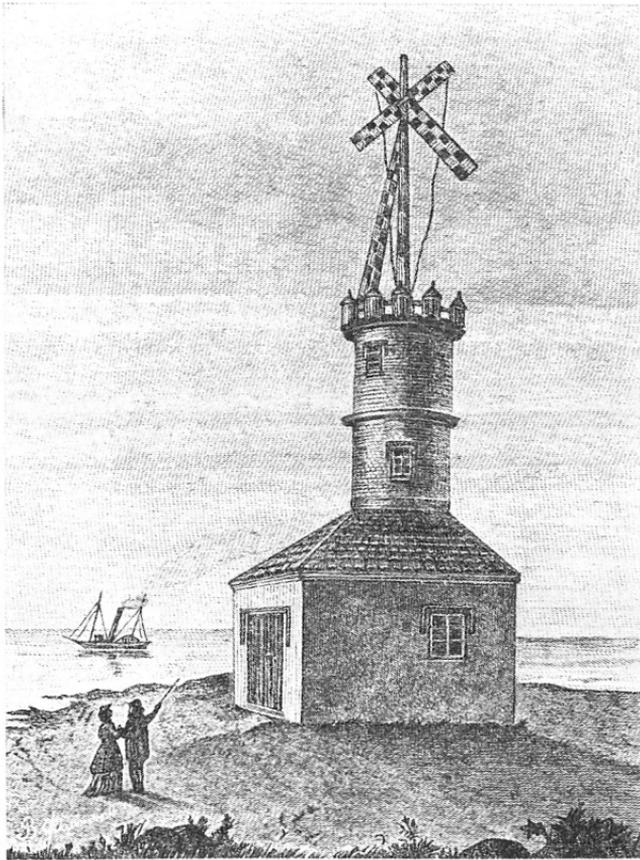


Рис. 13. Башня семафорного телеграфа на берегу Черного моря (рисунок выполнен в 1886 г. по сохранившимся частям постройки)

пять лет своего существования никаких практических шагов для решения задачи не сделал.

Отставание России в вопросах развития семафорной связи становилось скандальным. За рубежом даже стали писать, что «пельзя объяснить такое запоздание иначе, как неумелостью и невежеством» [98, с. 88]. 10 октября 1833 г. комитет был распущен и было принято предложение услуг со стороны одного из ближайших сотрудников К. Шаппа инженера П. Шато¹. После успешного устрой-

¹ ЦГИАЛ. Ф. 1289. Оп. 1. № 435. Дело по Комитету, высочайше утвержденному для устройства телеграфической линии.

ства телеграфа между Петербургом и Кронштадтом Шато было поручено по этой же его системе проложить самую длинную в мире линию семафорного телеграфа от Петербурга до Варшавы (1200 км). Ее сооружение было завершено в 1838 г., и она была открыта для постоянного действия 20 декабря 1839 г.¹

Наряду с этим в мае 1837 г. была сделана попытка превзойти западно-европейский уровень техники связи прокладкой линии электромагнитного телеграфа Шиллинга между Петергофом и Кронштадтом, которая не была осуществлена из-за смерти ученого. Вернуться к этим намерениям побудило русское правительство упомянутое нами сообщение из Лондона и предложение Кука. Хотя тогда было еще невдомек, что речь идет о модифицированном изобретении П. Л. Шиллинга, тем не менее это сообщение напомнило о Б. С. Якоби как естественном преемнике и продолжателе электротехнической деятельности Шиллинга. Уже в декабре 1838 г. последовало «Высочайшее повеление поместить в (Петропавловскую)² крепость мастерскую для секретного приготовления гальванических проводников»³.

Глава VI

Первые телеграфы с электромагнитами

Задачу, которую Якоби поставил перед собой, приступая к разработке телеграфа с электромагнитами в приемнике, он сформулировал следующим образом: «Мне казалось желательным, даже необходимым, чтобы у означенного телеграфа знаки на конечной станции отмечались сами собой (автоматически), в быстрой последовательности, в удобочитаемом, несложном, правильном и чистом виде, чтобы вместе с тем сигналы для возможной их проверки обозначались и осязательным для слуха образом, сильным ударом звонка, чтобы, следовательно, даваемая депеша разом и писалась и диктовалась; чтобы манипуляция при даче сигналов, а также необходимое изменение и восстановление различных соединений производилось верно и просто; чтобы система цифровых комбинаций

¹ ЦГИАЛ. Ф. 1289. Оп. 1. № 435. Д. 591.

² Примечание автора.

³ ГМИА. № ША-549. Л. 162.

была приспособлена к удобному и быстрому употреблению; чтобы, наконец, батареи без вреда для их отношений к телеграфу и для его контроля над их действием устанавливались в совершенно отдельном помещении, по возможности в подвальном этаже» [38, с. 10]. Таким образом, необходим был код, который определил бы устройство телеграфного аппарата, отвечающего перечисленным требованиям.

Долгое время за код Якоби для пишущего телеграфа принимали таблицу, изображавшую условные положения крыльев немецкого семафорного телеграфа А. Пистора. Эта таблица, обнаруженная среди бумаг Якоби, хранившихся в Центральном музее связи им. А. С. Попова, принята ошибочно за код его пишущего телеграфа, введена в качестве таковой в экспозицию, а затем опубликована в ряде работ по истории техники связи. В 1985 г. заведующий научно-исследовательским отделом музея Б. И. Буданов исследовал код Якоби. Было установлено, что таблица Пистора была передана Якоби вместе с другими документами о семафорных телеграфах после смерти Шиллинга, который, как мы уже упоминали, собирал эти материалы с юных лет в течение всей жизни. Заметим, что между сигнальной таблицей семафорного телеграфа, которую часто также называют кодом, и кодом электрического телеграфа существует принципиальная разница. В первом случае буква, цифра, слог или целое понятие обозначаются символом, характеризуемым определенным положением крыльев семафора, как это и было, в частности, изображено в таблице Пистора. Во втором случае они характеризуются комбинацией электрических посылок.

Как установило упомянутое исследование [69, с. 111], код Якоби для пишущего телеграфа характеризовался посылкой одного, двух, трех или четырех электрических сигналов. Разными комбинациями из таких групп электрических посылок обозначались буквы, числа, слоги или целые слова, определенные специально составленным словарем [39]. Между группами электрических посылок, обозначающих ту или иную из четырех указанных цифр, предусматривалось выдерживать интервал продолжительностью в одну посылку, а между каждой из цифровых комбинаций, обозначающих букву, число, слог или целое понятие, соответствующее словарю, выдерживался интервал продолжительностью шесть посылок (рис. 14). Для служебных переговоров между персоналом телеграфных

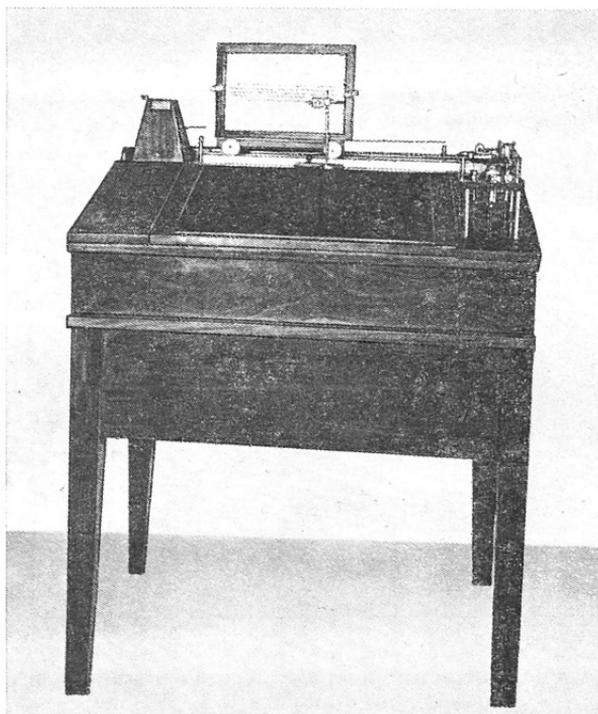


Рис. 15. Общий вид пишущего телеграфного аппарата Б. С. Якоби (из фондов Центрального музея связи им. А. С. Попова. Реставрирован в 1985 г. Б. И. Будановым)

венной администрации об абсолютной секретности телеграфирования. Для определения состава зашифрованных слов и понятий, необходимых для переговоров сановных особ, Николай I назначил князя Цицианова, который по принципу упомянутого выше краткого словаря Якоби годом позже составил «Особый словарь» [117, с. 71]¹.

В строгом соответствии с поставленной задачей и разработанным кодом Якоби сконструировал аппарат, общий вид которого представлен на рис. 15. Компоненты аппарата смонтированы на столешнице конторки (рис. 16). Ученый описал действие аппарата следующим образом: «Телеграф... приводится в действие посредством электромагнитной подковы 1, которая намагничивается и притягивает железный якорь 2 каждый раз, как ударят на другой станции по клавише 15, устанавливая тем соединение

¹ ЦГИАЛ СССР. Ф. 1289. Оп. 1. Д. 643, 729.

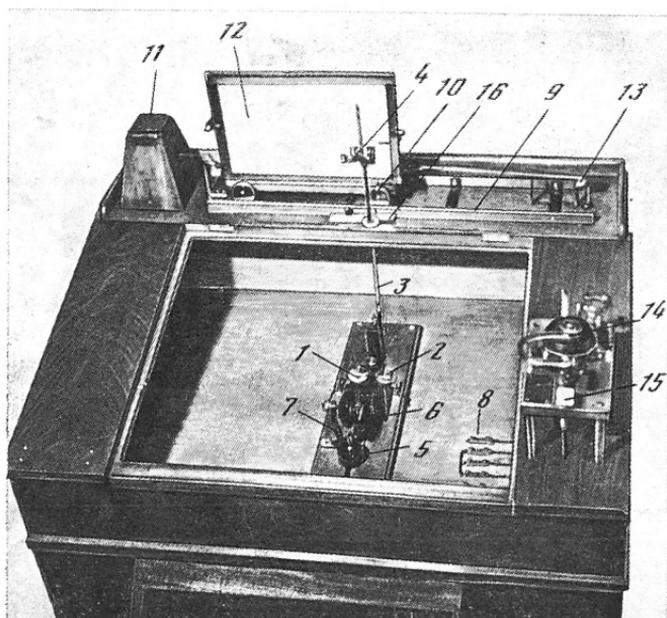


Рис. 16. Расположение приборов на столешнице пишущего телеграфного аппарата Б. С. Якоби

1 — подковообразный электромагнит; 2 — якорь электромагнита; 3 — стержень с нарезкой на верхней части; 4 — держатель с карандашом; 5—7 — устройство для приема телеграммы на слух; 8 — клеммы для проверки цепей аппарата; 9 — рельсы для передвижения каретки доски; 10 — каретка доски; 11 — часовой механизм, служащий приводом для движения каретки с доской; 12 — доска из белого матового стекла; 13 — ролик гиревого противовеса к приводу; 14 — коммутатор, переключающий схему в положения для приема, передачи, проверки батареи или проверки аппарата с отключением от линейных приводов; 15 — клавиша-рычажный ключ; 16 — арретир

с батарей. Мгновенным притяжением якоря приводится с помощью особого механизма 5—6 в действие молоточек 7, дающий звонки. В то же время силой того же притяжения отмечается карандашом 4 черточка на доске из белого матового стекла 12, приводимой часовым механизмом 11 в тихое и равномерное движение по рельсикам 9» [38, с. 11]. Работу аппарата поясняет рис. 17.

Разработка пишущего телеграфа Якоби явилась первым в истории техники практическим применением накопленных знаний об электромагнитах. Она привела также к изобретению первого электрического звонка. Задача создания пишущего телеграфного аппарата стала посиль-

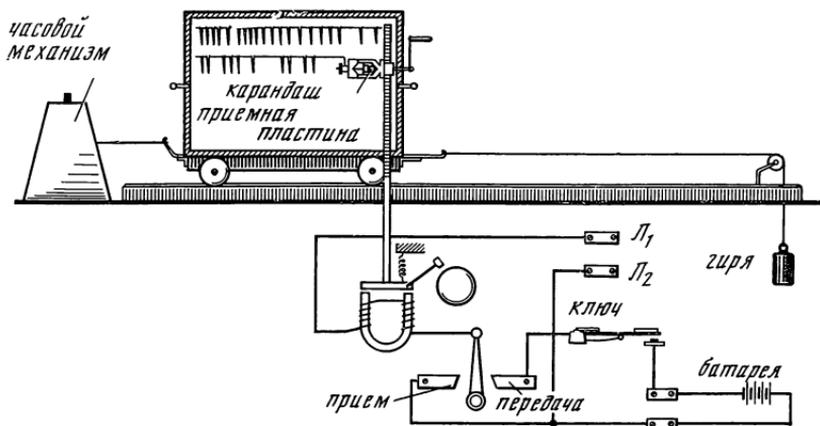


Рис. 17. Принципиальная схема пишущего телеграфного аппарата Б. С. Якоби

ной для Якоби после выполненных совместно с Э. Х. Ленцем многолетних исследований, изложенных затем в фундаментальных работах «О законах электромагнитов» и «О притяжении электромагнитов» [18, 21].

«Мне удалось, — писал он, — совместным трудом с моим товарищем Ленцем и путем многочисленных опытов установить строгие соотношения, существующие между размерами железа и проволоки и силою и устройством батареи. Эти законы указывают, как следует поступать, чтобы в каждом данном случае получить максимум магнетизма, а также свидетельствуют о том замечательном факте, что можно и без усиления батареи довести подъемную силу притяжения до почти неограниченных размеров одним лишь увеличением масс железа и проволоки, идущих на приготовление электромагнитов» [38, с. 10].

Как известно, впоследствии по почину С. Морзе во всем мире получили распространение различные модификации пишущего телеграфного аппарата, получившие его имя. Узнав о начинаниях Морзе в 1843 г., Якоби писал о них следующее: «Насколько мне известно, профессор Морзе в Нью-Йорке первый обратил внимание на возможность применения электромагнитов к телеграфным целям и устроил модель такого телеграфа, о котором, впрочем, мало что известно. Хотя такое применение как бы напрашивается само собой, за всем тем, однако, как признано в Англии, оно может действовать успешно на

больших расстояниях лишь при соблюдении упомянутых впервые выясненных нами законов» [38, 10].

В устах нашего ученого звучит весьма авторитетно утверждение, что Морзе первым обратил внимание на возможность применения электромагнитов для целей телеграфирования. Однако для подтверждения собственного приоритета Якоби в изобретении практически пригодного пишущего телеграфа очень важно его замечание, что успешное решение этой задачи было возможно лишь при соблюдении выясненных им и Ленцем законов электромагнитов. Как же обстояло дело с этим вторым вопросом у Морзе.

Историю возникновения у Морзе идеи создать телеграфный аппарат с электромагнитом в приемнике и историю осуществления этой идеи поведал в своем исследовании член Петербургской Академии наук И. Х. Гамель. «Я должен напомнить,— писал он,— о непристойной претензии американского художника Морзе, который утверждал, будто он изобрел первый электромагнитный телеграф.

Он два раза был в Европе для совершенствования в живописи. Когда он возвращался после последнего из этих посещений из Гавра в Нью-Йорк осенью 1832 г., он случайно попал на корабль-пакетбот «Салли», на котором находился доктор Чарльз Томас Джексон, живущий ныне в Бостоне. Но тогда он жил в Париже, посещая в Сорбонне лекции Пулье. Как известно, этому ученому удалось незадолго перед этим изготовить электромагнит очень большой подъемной силы. Иногда доктор Джексон развлекал парходное общество экспериментами Пулье. У него были с собой на корабле купленные у Пиксии электромагнит и две небольших гальванических батареи. Между прочим, он указал на возможность применения электромагнетизма для сигнализации и телеграфирования. Было сделано несколько беглых набросков-чертежей, некоторые из них я видел сам в дневнике доктора Джексона... В ноябре 1835 г. Морзе ... начал думать уже серьезно... о том, нельзя ли из сообщенных Джексонем во время морской поездки сведений что-либо сделать полезное для своего кармана» [180, с. 2].

Так же, как ранее Кук не сумел справиться самостоятельно с решением задачи о телеграфе с мультипликатором, так теперь и Морзе не знал, как следует реализовать идею, подсказанную ему Джексонем. За помощью, подобно тому как Кук обратился к Уитстону, Морзе об-

ратился к своему коллеге по Нью-Йоркскому университету профессору физики Л. Гейлю. Когда Гейль в 1837 г. впервые навестил Морзе, то последний, по словам Гейля, «не мог с помощью электромагнита добиться эффекта приема сигнала через медную проволоку длиной всего в несколько ярдов, подвешенную в его комнате в Нью-Йорке» [185, с. 34]. Морзе ошибочно предполагал, что следует изготавливать обмотку электромагнита из наиболее толстого и короткого провода, а сердечник делать как можно массивнее. Электромагнит в аппарате Морзе, как заметил Гейль, «был настолько тяжел, что его не могли поднять два человека». Убедившись в столь наивных представлениях Морзе, Гейль порекомендовал ему обратиться за консультациями к единственному в США физику, которому удалось установить эмпирическим путем условия наиболее рационального конструирования электромагнитов, Дж. Генри.

Хотя Дж. Генри не имел в отличие от Якоби наклоностей к практическому применению научных достижений, его эксперименты и открытия явились весьма весомым вкладом в развитие идей электротелеграфии [158, с. 103]. Он поделился их результатами с Морзе во время неоднократных посещений последним Принстона, продемонстрировал ему изобретенные им электромагниты, показал их действие. Таким же путем Морзе ознакомился с некоторыми достижениями двух своих соотечественников, позаимствовав у них идеи телеграфирования точками и тире, устройства телеграфного ключа и т. п. Все эти полученные им сведения Морзе использовал в своих патентах без указания источников. Это впоследствии выяснилось на скандальных судебных процессах [185].

Дж. Генри дал работам Морзе в области телеграфии следующую строгую оценку: «Я не знаю, сделал ли г. Морзе хоть одно оригинальное открытие в области электричества, магнетизма или электромагнетизма, имеющее отношение к изобретению телеграфа. Я всегда полагал, что его заслуги заключаются в комбинировании и применении чужих открытий в изобретении варианта аппарата и процесса для целей телеграфирования» [158, с. 106].

Как отмечалось ранее, в 1838 г. Б. С. Якоби развернул в Петропавловской крепости мастерскую «для секретного изготовления гальванических проводников». При разработке телеграфных аппаратов Якоби опирался на

свои фундаментальные знания в области механики и машиностроения, накопившиеся у него еще со времени студенческих лет, и на результаты совместных с Ленцем исследований в области электромагнетизма. Совершенствованию источников питания ученый еще раньше посвятил очень много времени и сил. Он достиг в этом направлении такого успеха, который, если не разрешал проблемы питания электродвигателя, то вполне удовлетворял требованиям электротелеграфа и минной техники, т. е. тех отраслей электротехники, которые впоследствии получили наименование «техники слабых токов».

Хуже обстояло дело с телеграфными линиями. Вопросы изоляции были совершенно не изучены. Попытки прокладки телеграфных линий под землей повсеместно терпели неудачу. Уитстон в Англии и позднее Сименс в Германии сделали ставку на воздушные линии. Морзе, видевший в Европе ранние попытки прокладки подземных линий и не подозревавший о возможностях воздушной прокладки, в 1844 г. также потерпел неудачу в этом деле. Участвовавший в устройстве первого электротелеграфа в США механик Т. Эйвери рассказывал, что «прокладка подземной линии между Вашингтоном и Балтиморой на первом же десятке километров окончилась полным провалом» [185, с. 66].

П. Л. Шиллинг первым предложил прокладывать воздушные линии, и Якоби его горячо поддерживал, возмущаясь упорным нежеланием правительственного комитета принять это разумное предложение. Теперь, когда Якоби пришлось самому заняться проблемами телеграфирования, ему снова было указано на необходимость спрятать от посторонних глаз телеграфную линию. Вообще Николай I относился к телеграфии как к очень секретному средству и запрещал публиковать в этой связи любые сведения. Даже цитировавшуюся нами речь Якоби «Об электротелеграфии», предназначенную для произнесения в публичном заседании Академии наук 29 декабря 1843 г., Николай I приказал изъять из всех экземпляров уже отпечатанного тиража очередного академического сборника. К счастью, один экземпляр этого издания избежал общей участи. Это был обязательный экземпляр для академической библиотеки. Распоряжение об изъятии поступило уже после того, как этот экземпляр был отослан в библиотеку. Только спустя полвека сын Якоби его обнаружил и опубликовал [38].

Требование скрытой прокладки телеграфных линий значительно осложнило задачу ввода в действие изобретенной Якоби телеграфной аппаратуры. Ему пришлось предпринять весьма серьезные и трудоемкие изыскания способов изоляции подземных проводов [40]. Якоби пришлось перепробовать чуть ли не весь довольно обширный арсенал известных тогда изоляционных материалов. К ним относили стекло, глину, кость, смолу, шелк, хлопчатобумажные, шелковые и суровые нитки, волос, бумагу, картон, растительное масло, деготь, воск, сало, квасцы. Многие из этих материалов пытались использовать в лабораторной практике и для изоляции электрических приборов. Применял их и Якоби в своем электродвигателе и других электрических приборах. Однако каждый из этих материалов в отдельности оказался непригоден для изоляции подземных линий. Якоби попытался комбинировать их, изготавливая изоляционные мастики. Наиболее удачной была мастика, состоящая из равных частей каменноугольной смолы, мела и молотого стекла¹.

В качестве опыта при проведении первой телеграфной линии между Зимним дворцом и Главным штабом Якоби проложил под Адмиралтейской площадью металлические трубы, в которых были жестяные гильзы с замурованными в них изоляционной мастикой медными проводами. Ученый затем отказался от этого приема, так как, по его словам, металлические трубы были редкостью, а вероятность побочных соединений проводников в них была весьма велика.

В 1842 г. при прокладке телеграфного провода от Зимнего дворца к дому министра путей сообщения и публичных зданий Якоби взял стеклянные трубки вместо металлических, испробовал и другие способы изоляции. Ему, наконец, удалось найти хороший изолятор — каучук. Он при известных условиях и особом способе приготовления вполне соответствовал означенной цели, а стоимость прокладки линии с проводами, изолированными каучуком, снижалась [38, с. 16].

Во время земляных работ, проводившихся в наше время в Ленинграде, были найдены остатки деревянного желоба, в который заключены стеклянные трубки с медными проводниками, обмотанными хлопчатобумажной пряжей. Найдены образцы и ранее проложенных медных проводов, замурованные в жестяные гильзы, — остатки о*

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 94.

линии между Зимним дворцом и Главным штабом, а также образцы проводов, изолированных обработанной хлопчатобумажной пряжей и уложенных в деревянные желоба, залитые мастикой¹.

Первые телеграфные линии между Зимним дворцом, с одной стороны, Главным штабом и Главным управлением путями сообщений и публичными зданиями, с другой стороны, были очень коротки (соответственно 364 и 2700 м). Но опыт их прокладки и эксплуатации подготовил Якоби к решению задачи значительно более сложной — прокладке телеграфной линии между Петербургом и Царским Селом.

Со второй половины XVIII в. Царское Село служило летней резиденцией царей. Но не только это обстоятельство способствовало прокладке царскосельской телеграфной линии. 30 октября 1837 г. была открыта первая в России железная дорога Петербург—Царское Село. Возможно, самолюбию Николая I импонировала перспектива прокладки первой в России железной дороги к его резиденции.

Устройство царскосельской железной дороги, несомненно, существенно поощрило прокладку линии электро-телеграфа по этой трассе. Перед Якоби вставала задача обеспечить телеграфирование через линию, длина которой будет в 10 раз больше уже действовавших. Он учитывал, что при такой длине линии большое значение будут иметь проблемы тщательной проверки изоляции проводников перед укладкой под землю. Несмотря на тщательную проверку изоляции, которую Якоби произвел лично, ему не удалось добиться стабильной работы своего телеграфа с проложенной им подземной линией длиной 25 км. Осведомленность об опытах Дж. Генри и его схеме дистанционного управления гальванической цепью посредством дополнительного линейного электромагнита помогла Якоби найти выход из встретившихся затруднений.

Он облегчил работу принимающего с линии сигнал электромагнита (линейного электромагнита), ограничив его функции только задачей замкнуть контакт цепи рабочего электромагнита, питаемого от дополнительной местной батареи. При этом для воздействия на линейный электромагнит требовался относительно небольшой ток,

¹ Перечисленные находки представлены в Центральном музее связи им. А. С. Попова в Ленинграде и описаны в [161, с. 36—37].

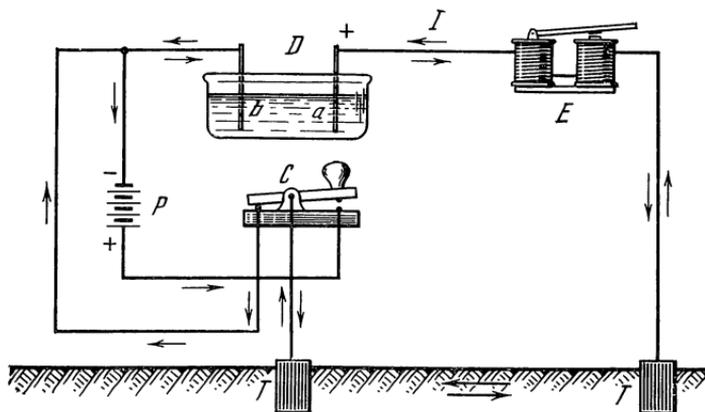


Рис. 18. Схема включения контрбатареи Б. С. Якоби в телеграфную линию

несмотря на имевшую место па линии утечку из-за недостаточной изоляции линейных проводов такой большой протяженности. Якоби понял главную особенность предложенного им способа: «Выгоды такого устройства станут в особенности очевидны, когда потребуется установить электротелеграфические линии еще большей протяженности» [38, с. 18]. Таким образом, он пришел к идее ретрансляции телеграфных сигналов при помощи «реле», как впоследствии называли управляющие электромагнитные приборы, замыкающие или размыкающие электрические цепи¹.

Со временем состояние изоляции царскосельской линии стало ухудшаться, росла утечка тока. Повышение чувствительности линейного электромагнита приводило к тому, что под воздействием экстратока некоторое время и после прекращения посылки телеграфного сигнала он продолжал замыкать контакты местной цепи. Для компенсации этого явления Якоби создал поляризационную платиновую батарею, которую включил в линию так, что после прекращения телеграфного сигнала контрбатарея, как ее назвал ученый, посылала в линию ток, встречный экстратоку, и его воздействие на линейный электромагнит принимающей станции нейтрализовалось [43].

¹ Слово «реле» происходит от «relais», которым во Франции назывались промежуточные станции конного транспорта, обеспечивавшие поставку свежих лошадей.

Контрбатарея действовала следующим образом (рис. 18). При нажатии телеграфного ключа *C* через его рабочий контакт от батареи гальванических элементов *P* через линию и контрбатарею *D* в приемный электромагнит *E* встречной телеграфной станции направлялся ток телеграфного сигнала, который фиксировался на экране аппарата. При этом контрбатарея *D* аккумулировала часть энергии на платиновых пластинах, опущенных в подкисленную воду. Количество платиновых пластин Якоби подбирали опытным порядком таким образом, чтобы аккумулярованный контрбатареей заряд при прекращении посылки телеграфного сигнала был бы примерно равен экстраходу размыкания цепи, возникающему при отпуске ключа *C* и замыкании через его задний контакт телеграфной линии на землю.

Метод контрбатареи получил известность и признание в других странах. Его идею использовал Т. дю Монсель, а затем англичане при прокладке трансатлантического кабеля. Любопытно отметить, что попытки заменить контрбатарею в приведенной схеме Якоби появившимися к тому времени свинцовыми аккумуляторами потерпели неудачу. Как пишет дю Монсель, степень зарядки контрбатареи со свинцовыми пластинами не удавалось привести в соответствие с величиной возникающих экстратоков. Как правило, этот заряд оказывался настолько большим, что вызывал сам хаотичное воздействие на электромагнит приемника.

Б. С. Якоби до конца жизни занимался проблемой поляризационной батареи. Последний день своей жизни он потратил на подготовку статьи на эту тему, которую все же не успел закончить ¹.

24 ноября 1843 г. Якоби доложил Физико-математическому отделению академии, что постройка телеграфной линии между Петербургом и Царским Селом летом закончена, а ее эксплуатация передана персоналу лейб-гвардии саперного батальона [41]. Итак, две телеграфные линии пишущего телеграфа (с Главным штабом и Главным управлением путей сообщения и публичных зданий) были предназначены для личных связей Николая I, третья — для связи Петербурга с загородной резиденцией царя. Поэтому все телеграфные аппараты были оформлены в виде дорогих изящных конторок — для

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 55.

Николая I из карельской березы, для сановников — из красного дерева.

Между тем в русской армии технические средства управления войсками оставались на старом уровне (сигнализация флажками, гелиографы, семафоры). Пишущий телеграф Якоби был непригоден для устройства телеграфной связи с воинскими частями, крепостями и полицейскими участками. Для этих целей требовался простой дешевый аппарат, на котором передачу и прием сообщения мог бы выполнить любой офицер. «Бывают часто случаи, — докладывал по этому поводу Якоби Академии наук, — преимущественно во время военных действий, когда охотно откажешься от выгоды самописных (автографических) знаков, чтобы получить удобопереносный и надежный телеграф, в особенности если для его действия требуется лишь минимум гальванических сил» [38, с. 15].

Таким мог стать аппарат с устройством, прямо указывающим на переданную букву, цифру или слово. Попытки осуществить подобные аппараты делались еще в древности и основывались на идее синхронно-синфазного движения передатчика и приемника. Древнегреческий историк Полибий в своей сорокatomной «Всеобщей истории» [131] сообщает об идее некоего автора сочинения о военном искусстве установить в пунктах передачи и приема сообщения строго одинаковые глиняные сосуды, наполненные водой до одного и того же уровня. На поплавки, плавающие на поверхности воды, устанавливались рейки с разметкой «на равные части в три пальца каждая», а против каждой разметки обозначены «важнейшие и наиболее частые военные события».

«Далее, когда случится какое-либо событие из числа обозначенных на рейках, — пишет Полибий, — нужно поднять факел и ожидать, пока не покажется ответный факел; потом лишь только оба огня покажутся в одно время, их убирают и тотчас выпускают воду через отверстия, а когда поплавков и рейка с начертанием известия, какое желают сообщить, опустится до верхнего края сосуда, тогда нужно опять поднять факел. Находящиеся на другой стороне люди тотчас закрывают отверстие и наблюдают, какое начертание на рейке приходится у краев сосуда. Здесь получается то же начертание, что и у подающего весть, так как на той и другой стороне все совершается с одинаковой быстротой».

Мало известно, что К. Шапц, до того как разработать семафорный телеграф, еще в 1790 г. пытался построить

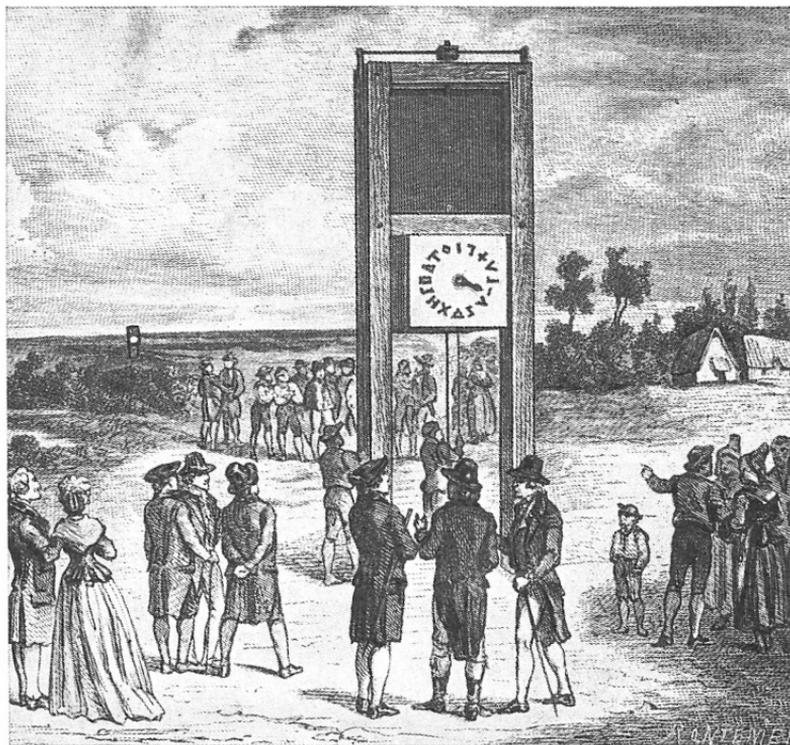


Рис. 19. Синхронно-действующий визуальный стрелочный телеграф К. Шаппа (1790 г.)

электростатический телеграф, используя принцип синхронной работы двух одинаковых часовых механизмов, стрелки которых отмечали бы на больших циферблатах символы, хорошо различаемые в зрительную трубу. Запуск передающего и приемного устройств из нейтрального исходного положения производился одновременно по первому сигналу, остановка механизмов — по второму сигналу (рис. 19). В 1816 г. англичанин Ф. Рональдс построил электростатический телеграф, основанный на принципе синхронно-синфазного движения передатчика и приемника [173, с. 67–70].

В 1839–1840 гг. В. Кук и Ч. Уитстон пытались разработать стрелочный электромагнитный телеграф синхронно-синфазного действия, однако заметного практического успеха они не добились.

Таким образом, когда 3 марта 1840 г. Якоби получил назначение в Инженерное ведомство «для занятий по применению гальванизма в военном деле»¹ в отношении устройства стрелочного аппарата имелся некоторый положительный опыт предшественников. Этот опыт состоял в том, что в качестве наиболее осуществимой синхронно действующей системы телеграфирования постепенно определилась система, в которой синхронизм поддерживался бы принудительно.

Изучая этот опыт, Якоби сразу увидел, что в качестве часовых механизмов изобретатели применяли готовые устройства, отнюдь не отвечающие специфичным требованиям телеграфирования. Он начал изучать часовые механизмы, поставив перед собой задачу создать упрощенный, а следовательно, очень дешевый часовой механизм, который бы вместе с тем обеспечил главное требование, которое предъявлялось к его работе в стрелочном аппарате — получение весьма равномерного движения. Задача эта была с честью им выполнена, о чем он доложил в Петербургской Академии наук [45]. Верный своему стилю работы, Якоби внес новизну в само часовое дело и разработал конструкцию «гальванических маятниковых часов» [45]. По-видимому, это был первый шаг в истории часового дела в отношении его электрификации.

Заслугой Якоби является то, что он создал первые практически вполне пригодные и получившие затем широкое распространение образцы телеграфов шаговой системы. Общий принцип действия стрелочных телеграфов Якоби можно кратко описать следующим образом. Движение стрелки передатчика от буквы к букве было шаговым. На каждом шаге коллектор со щеткой прерывает линейный ток (рис. 20). Движущий электромагнит приемника при этом каждый раз отпускает свой якорь, позволяя корректирующему колесу повернуться на один зубец и стрелке продвинуться к следующей букве циферблата. Остановка штифтом стрелки передатчика у передаваемой буквы вызывает остановку коллектора, вследствие чего прерывания линейного тока прекращаются, корректирующее колесо останавливается и вместе с ним прекращает движение стрелка приемника, указывая переданную букву.

Уже в стрелочном аппарате, завершенном в 1842 г., Якоби удалось остроумнейшим образом унифицировать

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 295.

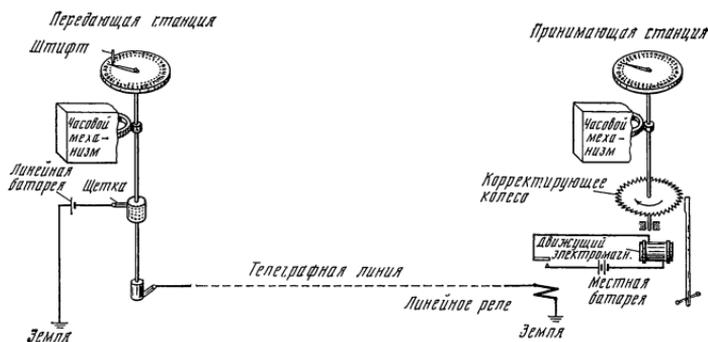


Рис. 20. Принцип действия стрелочных телеграфов Б. С. Якоби

схему, отрешившись от раздельного конструирования передатчика и приемника, как это делали Кук и Уитстон. Один и тот же аппарат служил у него при передаче передатчиком, а при приеме — приемником. Подобная обратимость аппарата представляла неоценимое преимущество в эксплуатационном отношении. Не менее важно было и то обстоятельство, что первый же стрелочный аппарат Якоби требовал прокладки только одного провода. Четкость работы якоря с анкерным устройством, посредством которого движущий электромагнит управлял часовым механизмом, обеспечивалась контактным диском (коллектором). При передаче он выполнял роль прерывателя для посылки импульсов. Передача велась при помощи циферблата со стрелкой, который служил при приеме указателем переданного знака. Передаваемая буква отмечалась установкой штепселя в соответствующее гнездо циферблата, который останавливал движение стрелки в требуемом месте. В дальнейшем Якоби еще более повысил надежность работы стрелочного телеграфа, введя вспомогательный электромагнит (линейное реле).

Простейший в отношении конструкции и обслуживания стрелочный аппарат переносного типа был создан Якоби для армии. Он был принят на вооружение и вызвал организацию специальных гальванических команд в саперных войсках, занимающихся также применением электрических мин. Оба эти аспекта деятельности Якоби настолько переплелись, что при рассмотрении его работ в области электроминирования придется нередко возвращаться и к вопросам электротелеграфии.

На протяжении 1842—1845 гг. Якоби создал целую серию стрелочных аппаратов (рис. 21—23). Они отлича-

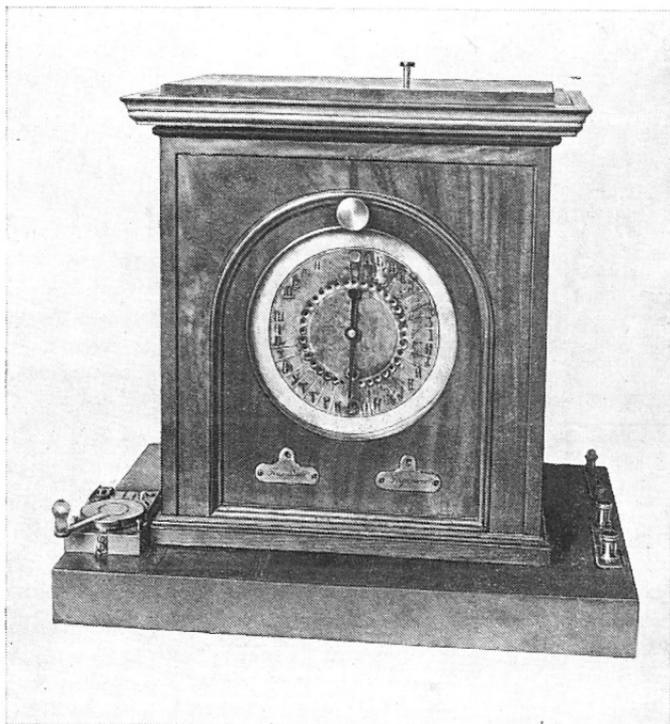


Рис. 21. Стрелочный телеграфный аппарат Б. С. Якоби вертикальной формы со штепсельным передатчиком (1843 г.)

лись как системой привода (гиревой, пружинный, электромагнитный), так и расположением циферблата (вертикальное, горизонтальное), характером манипуляции при передаче (вставление шрифта в гнездо, нажатие клавиши) и назначением аппаратов (военно-полевое, канцелярское, индивидуальное). При разработке в 1845 г. последнего стрелочного аппарата канцелярского типа, предназначенного для правительственных учреждений, Якоби использовал весь накопленный им опыт. Этот аппарат, названный им горизонтальным (см. рис. 22), был настолько удачен, что Николай I потребовал изготовить для себя лично два экземпляра, которые, разумеется, пришлось «выполнить с надлежащей роскошью» [1, с. 121].

Идея горизонтального аппарата получила наиболее широкое распространение в Европе. О том, как это произошло, Якоби поведал в следующих словах: «Между

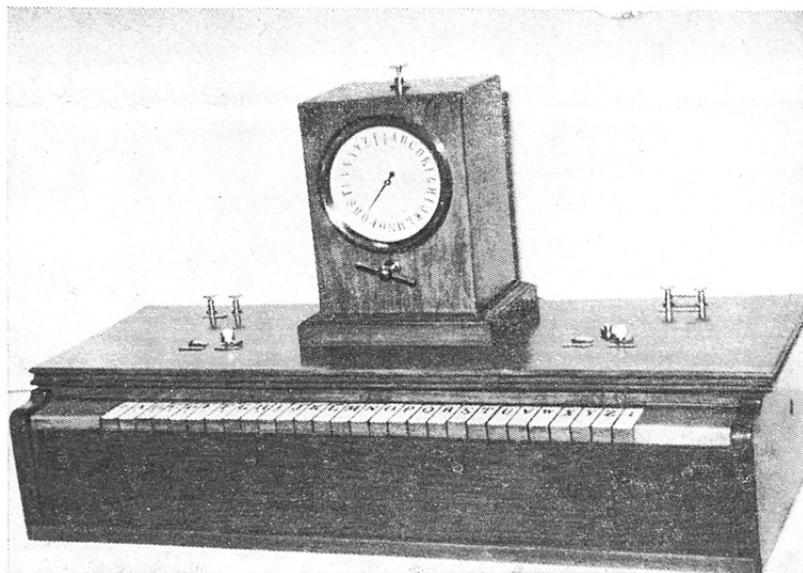


Рис. 22. Стрелочный телеграфный аппарат Б. С. Якоби горизонтальной формы с прямой клавиатурой (1845 г.)

прочим, я посетил моих давнишних друзей в Берлине, — пишет он о своем пребывании в 1845 г. в отпуске за рубежом. — Одному из них я показал эскиз моего нового аппарата, объяснил ему действие прибора и просил никому не рассказывать об этом до тех пор, когда я сам издам его описание. В момент моего ухода вошел господин Сименс, который тогда, если я не ошибаюсь, носил еще форму прусского артиллерийского офицера и который, насколько мне известно, в то время еще не занимался телеграфами... Мой рисунок оставался на столе. Я передаю лишь факт, не обвиняя никого в плагиате. Известно, что телеграф с синхронным движением составил славу и богатство г. Сименса» [17, с. 18]. Сименс поспешил воспользоваться идеей Якоби. «Своим изобретением, — писал он брату Вильгельму, — я сделал большой шаг вперед. Возможно, мне удастся взять на себя сооружение государственного телеграфа» [130, с. 252].

Приведем краткое описание горизонтального стрелочного аппарата, оказавшего значительное влияние на дальнейшее развитие телеграфного аппаратостроения (см. рис. 23). Горизонтально расположенный циферблат представлял собой диск со стрелкой, окруженный подвиж-

ными клавишами с буквами. При нажатии какой-либо клавиши T опускался стерженек B , преграждая путь рычажку Φ , вращающемуся на общей со стрелкой циферблата A оси BB .

Вращение оси BB (а следовательно, и стрелки A) сообщалось через храповик X , сидящий на этой оси, колебаниями якоря $ЯЯ$ с рычагом P , на конце которого укреплена собачка C . Последняя сообщала шаговые движения стрелке циферблата через храповик X , так как колебания якоря $ЯЯ$ сопровождалась попеременными разрывами и замыканиями электрической цепи в контакте K до тех пор, пока ни одна из клавиш не была нажата.

Нажатие клавиши удерживало храповик X в таком положении, что собачка C не могла снова опуститься и цепь в контакте передатчика оказывалась разомкнутой, фиксируя такое же положение приборов приемника.

Секрет успеха Якоби в деле разработки стрелочных телеграфов заключался в том, что он пришел к идее шагового движения не только эмпирически, подобно своим предшественникам, а поставил конструкцию стрелочного аппарата в зависимость от результатов изучения соответствующего кода. В студенческие годы Якоби увлекался лекциями профессора Б. Ф. Тибо по комбинаторике. Приобретенные им тогда знания позволили ему рассматривать задачу кодирования как задачу математическую. Вот что писал ученый по этому поводу своему брату математику К. Якоби в письме от 15 апреля 1842 г.: «В моем телеграфе имеется необычная задача, решение которой я хотел бы поведать твоему разумению. Дано девять цифр 1, 2, 3 и т. д. Из них должны быть образованы комбинации, варьирующие повторения до n

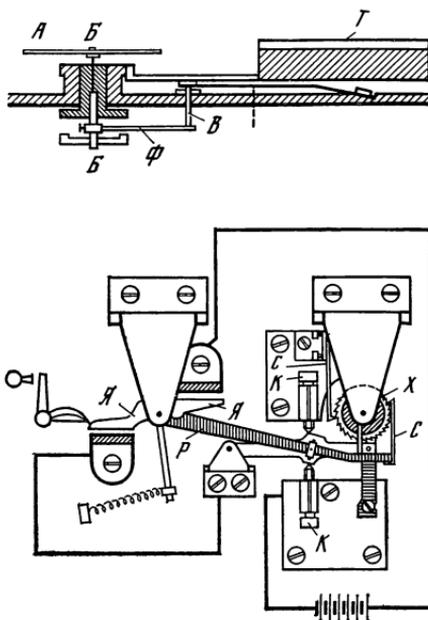


Рис. 23. Принцип действия горизонтального стрелочного телеграфного аппарата

цифр из различных классов по следующей схеме: первый класс содержит только числа в восходящем порядке 3, 5, 7, например упорядоченные, как буквы в алфавите; второй класс должен содержать пару стоящих рядом чисел, которые могут быть либо восходящими, либо последующие меньше, чем предыдущие, 34768, 891245, 67789 и т. д. ... Необходимо найти общую формулу, по которой можно вычислить, сколько комбинаций из двух, трех и т. д. цифр в каждом классе. Эта задача, как говорят, очень трудная, если ее решать в общем виде» [1, с. 86].

Практически для целей телеграфирования Якоби удовлетворяло частное решение задачи для первых двух классов. С просьбой исследовать именно такой частный случай Якоби обратился к академику В. Я. Буняковскому. Задача формулировалась следующим образом. На циферблате стрелочного телеграфного аппарата изображено девять цифр натурального ряда. Перед этими цифрами вращается, начиная с исходной позиции, стрелка, которую можно остановить перед любой цифрой. При одном полном обороте стрелки можно получить, очевидно, путем арретирования только комбинации первого класса. Буняковский вывел формулы числа возможных комбинаций для трех первых классов. Эти результаты он доложил Физико-математическому отделению академии [38, с. 15].

В дальнейшем работы Якоби в области конструирования телеграфной аппаратуры пошли в общем направлении, которому последовала европейская изобретательская мысль. Еще в период появления пишущих телеграфов многие изобретатели, стремясь обогнать своих конкурентов, пытались сконструировать телеграф, пишущий прямо буквами, а не кодом. В процессе этих поисков изобретатели обращались к самым различным средствам, в том числе и к так называемому электрохимическому телеграфу, экспериментирование над которым не прекращалось на протяжении всего периода становления телеграфии. Однако эти средства не привели к каким-либо положительным результатам в самой телеграфии. Развитие мысли и накопление опыта в этом направлении составляют предысторию фототелеграфии, которая является особой самостоятельной областью техники связи, отличающейся от телеграфии не в меньшей степени, чем телефония или телевидение. Что же касается самой телеграфии, то решение указанной задачи целиком зависело от осуществления дешифрирования автоматическим способом, и как

только последнее было достигнуто, открылась реальная перспектива изобретения уже не пишущего, а буквопечатающего аппарата.

Поскольку единственной оправдавшей себя к тому времени системой, допускавшей автоматическое дешифрирование, являлась система, построенная на принципе поддержания синхронизма принудительно на основе шагового движения, постольку первые буквопечатающие аппараты представляли собой всего лишь модификации стрелочных аппаратов. По-видимому, самая ранняя попытка построить буквопечатающий телеграф шагового кода была сделана в США еще в 1845 г. Хаусом, а затем в Англии Бреттом и в Германии Фардели. Однако эти первые аппараты оказались настолько несовершенными в электрическом и конструктивном отношении, что обеспечить в какой-либо мере надежную работу еще не могли.

Вполне естественно, что Якоби, создавший до этого целую серию разнообразных типов стрелочных аппаратов, одним из первых на основе принципа шаговой работы механизмов сумел создать работоспособный буквопечатающий аппарат. В буквопечатающем аппарате, изобретенном Якоби в 1850 г., под воздействием серии электрических импульсов, посылаемых с передающей станции таким же образом, как и в системе стрелочного телеграфа, одновременно со стрелкой циферблата совершал равномерно-прерывистое пульсационное (шаговое) движение барабан с буквенными типами. С прекращением серии импульсов это движение прекращалось и срабатывал печатающий электромагнит, под воздействием якоря которого соответствующий буквенный тип барабана опускался вниз и прижимался к бумажной ленте. С началом поступления новой серии импульсов бумажная лента передвигалась на один знак. Буквопечатающий аппарат Якоби уже мог обеспечить надежную работу через телеграфную линию небольшой протяженности. Его успех был обеспечен правильно избранным режимом работы печатающего электромагнита и рациональным решением вопроса о механизмах печати знака и протягивания бумажной ленты.

После 1850 г. изобретателями было создано немало различных разновидностей буквопечатающих аппаратов шагового кода, принципиально мало отличавшихся друг от друга. Во всех этих аппаратах приборы работали так же, как в стрелочном телеграфе, с той разницей, что в них был введен печатающий механизм. Печатающий

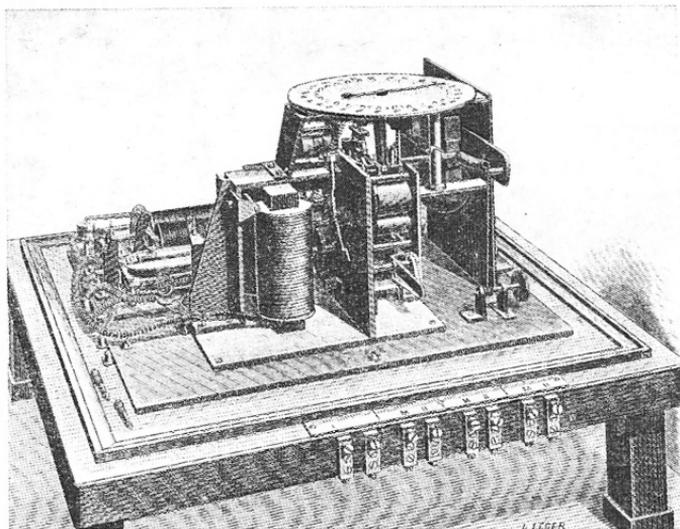


Рис. 24. Буквопечатающий телеграфный аппарат Б. С. Якоби (1850 г.)

электромагнит подключался параллельно движущему электромагниту, но в отличие от него срабатывал только после прекращения очередной серии прерываний линейного тока. Сработав, печатающий электромагнит подбрасывал печатающий валик с лежащей на нем бумажной лентой к типовому колесу, и на ленте отпечатывался оттиск буквенного типа, соответствующего переданной букве (рис. 24).

Пульсационные (шаговые) буквопечатающие аппараты работали медленно, а их электрические приборы вынуждены были работать в очень тяжелом режиме, так как для передачи каждой буквы или цифры требовалось послать в линию до 28 отдельных импульсов. Вследствие именно этих обстоятельств они получили применение только на коротких линиях местного значения. Другими словами, шаговый код не соответствовал задаче буквопечатания. В 1855 г. англичанин Д. Юз создал телеграфный аппарат на основе импульсно-селекционного кода. Эта система получила широкое распространение, в том числе и в России, и оставалась в эксплуатации до 20-х годов текущего столетия, когда была вытеснена аппаратами равномерного старт-стопного кода.

Сопоставление работ Якоби убеждает, что его пишущий телеграфный аппарат как по идее, так и по конструк-

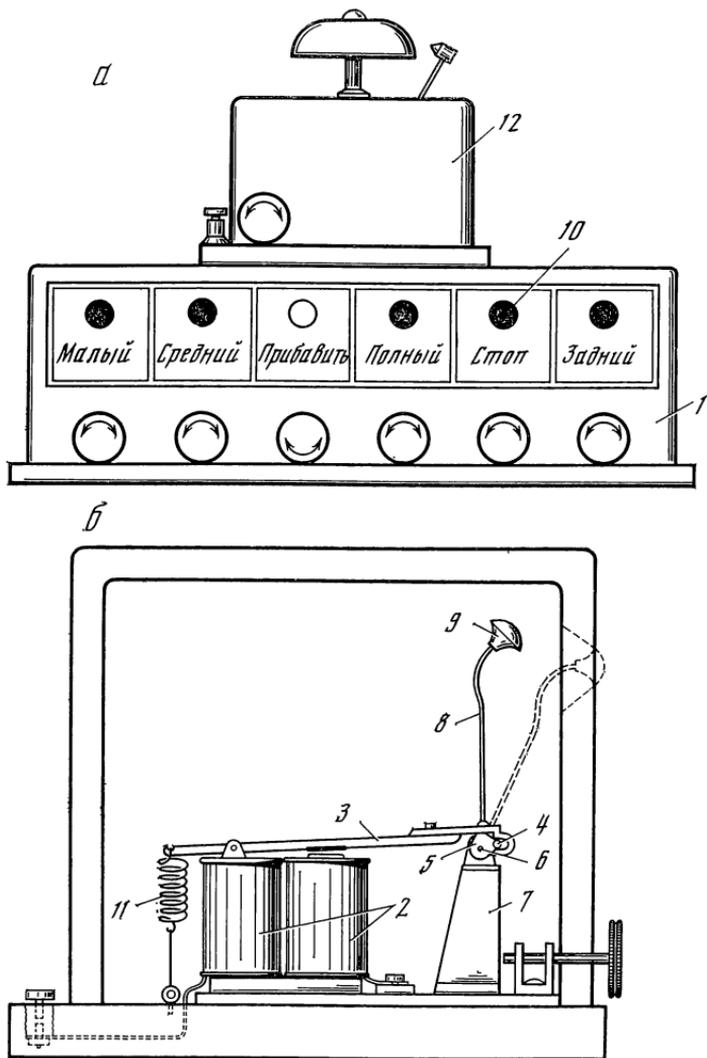


Рис. 25. Корабельный телеграф Б. С. Якоби, установленный в 1855 г. на паровом фрегате «Полкан» для связи между капитаном и машинным отделением

а — внешний вид приемника; б — электромагнитное устройство приемника

ции явился самым значительным и оригинальным из всех изобретенных им аппаратов. В этом у Якоби не было предшественников, и новизна изобретения совершенно очевидна. Построенные им затем стрелочные аппараты стали первыми такого типа пригодными для практическо-

го телеграфирования устройствами. Буквопечатающий телеграфный аппарат Якоби оригинален лишь в некоторых своих частях, но в целом следовал тому ошибочному направлению, по которому пошли за ним и другие изобретатели.

Особняком стоит самая последняя работа Якоби в области конструирования телеграфных аппаратов — изобретение первого в мире корабельного электромагнитного телеграфа для связи между капитаном и машинистом парохода. Само изобретение, установленное в 1855 г. на паровом фрегате «Полкан», не сохранилось, но после копчины Николая I запрет, установленный им на публикацию описаний телеграфов Якоби, был отменен. Поэтому мы располагаем подробным описанием корабельного телеграфа, составленным самим изобретателем [42].

Внутри корпуса 1 приемного аппарата (рис. 25, а) расположены шесть электромагнитов. Каждый из электромагнитов 2 (рис. 25, б) имеет якорь 3, который вилкой своего правого плеча воздействует на штифт 4 эксцентрика 5, способного поворачиваться на оси 6, которая венчает колонку 7. К эксцентрику 5 прикреплен рычаг 8 с кнопкой 9, окрашенной в белый цвет. Кнопка 9 расположена над соответствующим этому электромагнитному устройству окошечком 10 (см. рис. 25, а) корпуса 1. Левое плечо якоря 3 (см. рис. 25, б) электромагнита 2 при отсутствии тока в обмотке электромагнита оттягивается пружинкой 11 и рычаг 8 находится в вертикальном положении. Когда же в обмотку одного из электромагнитов 2 посылается сигнал током, якорь 3 притягивается и рычаг 8 переходит в положение, указанное на рис. 25, б пунктиром, и его белая кнопка появляется в соответствующем окошечке 10 (на рис. 25, а дан приказ «привести», т. е. увеличить скорость движения фрегата). Для привлечения внимания машиниста одновременно со срабатыванием любого из шести электромагнитов работает электрический звонок 12.

Приказ посылается замыканием одной из шести двухпроводных гальванических цепей, подключенных к контактам трехрычажного передатчика, находящегося на капитанской рубке. Каждый из рычагов имеет три положения: среднее (нейтральное) и два крайних. При переводе одного из рычагов в одно из двух его крайних положений вмонтированные в него контакты замыкают на батарею гальваническую цепь подключенного к ней в приемнике электромагнита и общего сигнального звонка.

Якорь электромагнита поворачивает свой рычаг, и в окошечке приемника, соответствующем посылаемому приказу, появляется белая кнопка рычага.

Глава VII

Комитет о подводных опытах

В июле 1839 г. Б. С. Якоби получил через президента Петербургской Академии наук распоряжение Николая I разработать «гальванический снаряд для воспламенения мин». Распоряжение заканчивалось следующим указанием: «А как все произведенные донныне по сему предмету действия и испытания по высочайшему повелению хранятся в тайне, то вменяю Вам в обязанность прекратить производимые Вами в присутствии посторонних лиц опыты сего рода, относящиеся к военному употреблению»¹.

Это указание вызывалось тем, что каземат в Петропавловской крепости, отведенный еще в 1838 г. «для секретного приготовления гальванических проводников», оказался тесен, и Якоби вынужден был часть работ производить в городской мастерской, организованной ранее для опытов с электродвигателем. Чтобы обеспечить строгую секретность своих занятий, Якоби обратился с просьбой значительно расширить площадь, занятую им в крепости. В 1840 г. он был поставлен в известность, что «для помещения секретной мастерской гальванических проводников и команды при оной отведены казематы верхнего этажа левой половины Петропавловской куртины с приспособлением кухни в казематах аппарели бастиона Петра II»².

Обеспеченный опытными саперами, Якоби в восьми казематах крепости развернул широким фронтом работы по совершенствованию второй части наследия Шиллинга — электроминной техники. Достижения Шиллинга в этой области складывались на протяжении последних 25 лет его жизни, если вести счет со времени первого успешно осуществленного им взрыва под водами Невы в 1812 г. Попытки осуществить взрыв подводной мины предпринимались и до опытов Шиллинга. Побуждало к

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 91. Л. 6—7.

² ГМИА. Летописи Петропавловской крепости. № ША-549. Л. 166.

этому усиление флотов потенциальных военных противников России. В 1807 г. преподаватель фортификации и артиллерии Морского кадетского корпуса военный инженер И. И. Фицтум пробовал взрывать подводный фугас с помощью длинной нити, пропитанной горючим веществом. Не получив поддержки со стороны командования, Фицтум прекратил опыты.

В 1826 г. профессор Инженерной академии С. П. Власов предложил взрыватель для подводной мины, вошедший в историю техники под его именем. Устройство Власова состояло из стеклянной трубки с серной кислотой, заключенной в другую трубку со смесью бертолетовой соли и сахара. Вражеское судно, наскочив на мину, должно было разбить трубку, и бертолетова соль, воспламенившись от соединения с серной кислотой, должна была вызвать взрыв порохового заряда.

С началом Отечественной войны 1812 г. Шиллинг вынужден был прервать опыты по электроминированию. Он возобновил их в 1815 г., не дожидаясь возвращения на родину, еще находясь в Париже вместе с русскими войсками, и произвел их под водами Сены.

В первой половине прошлого столетия среди лиц, возглавлявших русское Морское ведомство, имелось много консерваторов, враждебно настроенных ко всему новому. Электрическое минирование получило поддержку со стороны военных инженеров сухопутных войск, среди которых в ту пору было немало весьма образованных, прогрессивных офицеров — воспитанников начальника Генерального штаба П. К. Сухтелена, академика Ф. И. Шуберта и других столь же просвещенных деятелей. С их помощью в 1822 г. на Красносельском полигоне гвардейского саперного батальона в присутствии Александра I Шиллинг успешно продемонстрировал взрыв порохового горна электрическим запалом с далекого расстояния.

Запал Шиллинга состоял из деревянной дощечки, на которой были укреплены два медных держателя с зажимами для подключения электрических проводов и кольцами с зажимными винтами для укрепления в них угольных палочек (рис. 26). Зазор между угольками регулировался так, чтобы при замыкании электрической цепи могла образоваться искра. Дощечка с таким устройством вставлялась в деревянную рамку, которая заполнялась мелким порохом и закрывалась сверху деревянной крышкой. Коробочка с запалом обертывалась несколькими слоями изоляционной материи и бумаги и подвергалась

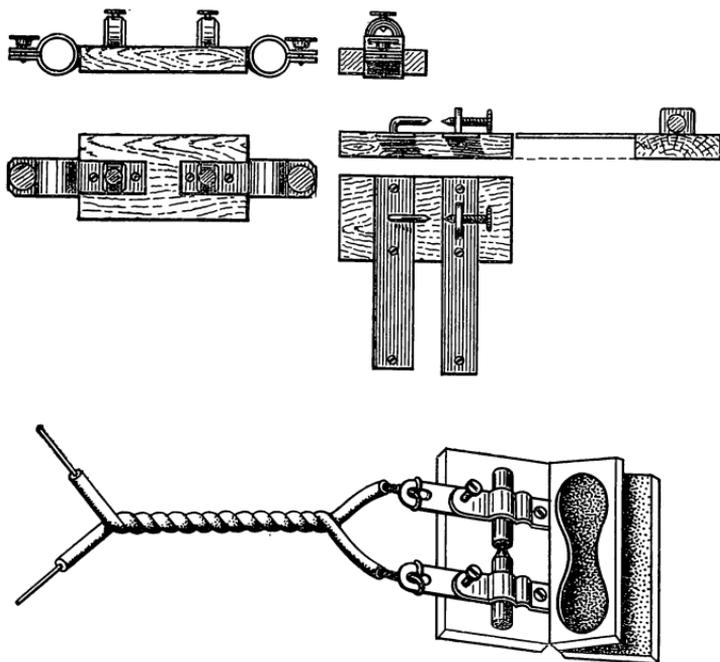


Рис. 26. Электрический минный запал П. Л. Шиллинга

a — ранний тип; *b* — последний тип

осмолке. Впоследствии, когда электрическая мина была принята на вооружение саперных частей русской армии, Шиллинг упростил конструкцию запала и сделал его более портативным.

Назревавшая война с Турцией, предвещавшая русским войскам осадные действия, для которых электроминная техника явилась бы весьма ценной, возвратила внимание к изобретению Шиллинга. Побуждаемый инженерным ведомством русской армии Николай I назначил в 1827 г. демонстрацию действия электрической мины Шиллинга, состоявшуюся на Красносельском полигоне саперного батальона. Демонстрация показала со всей очевидностью преимущества электроминных средств перед существовавшими старыми способами разрушения крепостных стен. Рытье сложной системы сап¹ и минных галерей

¹ Сапа представляла глубокий ход, тайно откапываемый в направлении крепостной стены с целью внезапного ее разрушения мощным взрывом. Отсюда и выражение, что-либо предпринимать «тихой сапой».

требовало больших затрат труда и времени. Помимо закладки пороха в горн, по галерее, ведущей к горну, прокладывался сосис — толстый кожаный рукав, также наполненный порохом. Сосис поджигался со стороны входа в галерею. Электрическое минирование Шиллинга значительно сокращало расход пороха, а главное не требовало тяжелой и длительной подготовки, затрачивавшейся на рытье сап и галерей. Повышалась как скрытность, так и безопасность действий саперов.

Только в апреле 1828 г., когда уже началась война с Турцией, под давлением сражавшихся саперных войск Управление инспектора саперных войск затребовало у Шиллинга соображения о мерах, необходимых для срочного вооружения русской армии электрическими минами. Ученый вынужден был заявить следующее: «Я весьма далек от мысли, что способ, который я имел честь предложить ... полностью свободен от недостатков, и поэтому я страстно желал бы продолжить свои изыскания, но эксперименты, к каковым я должен был бы прибегнуть для этой цели, слишком дороги, чтобы я мог позволить себе производить их за свой счет»¹.

Действительно, Шиллинг уже тогда столкнулся с нестабильной работой гальванической батареи. Меры, принятые ученым для поддержания батареи в постоянной готовности, носили чисто конструктивный характер: электроды он сделал подъемными, и они должны были после каждого опускания в электролит подвергаться чистке.

Известно, что К. А. Шильдер, возглавивший саперные подразделения, участвовавшие в осаде первоклассной турецкой крепости Силистрии, собирался применить электрические мины. По этому поводу представитель Министерства иностранных дел, прикомандированный к главной квартире русских войск, Ф. Н. Фонтон писал из-под Силистрии в мае 1829 г.: «Осадные работы ведет генерал Шильдер. Вот богатое воображение и изобилие идей в искусстве поднимать на воздух все, что угодно. Он говорил мне, что в первый раз на деле для зажигания мин намерен употребить Шиллингом выдуманное средство, электрическим током произвести взрыв» [152, с. 21]. Однако источников, которые подтвердили бы факт применения Шильдером во время русско-турецкой войны 1828—1829 гг. электромин Шиллинга, найти не удалось.

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 96. Л. 1.

Русско-турецкая война, изобиловавшая осадными действиями, убедительно показала необходимость совершенствования как осадной, так и оборонительной, саперно-минной техники.

Шиллинг возобновил систематические работы по электрическим минам после возвращения в 1832 г. из двух-летнего путешествия по Восточной Сибири.

В сентябре 1832 г. были организованы полевые учения с участием саперного батальона. Под Красным Селом Шильдер воспроизвел макет части крепости Силистрии со всеми деталями осадных и оборонительных работ. Результаты превзошли все ожидания и вселили уверенность, что в ближайшем будущем электрический запал вытеснит старые средства [115, с. 140].

И вот в 1833 г. в результате двух повторных испытаний электрическая мина была принята на вооружение сухопутных частей русской армии. В последующие годы она совершенствовалась, развивалась тактика ее применения, формировались и обучались специальные команды и подразделения. Этот этап освоения, отмеченный созданием электрической фугасной ракеты, камнемета и бомбового фугаса, в основном закончился в июне 1837 г., когда и эти разновидности вооружения были с успехом комплексно опробованы на Красносельском полигоне.

Несмотря на успехи, Шиллинг не испытывал полного удовлетворения. Его первоначальная идея о подводном применении изобретения так и не вызвала интереса у руководителей Морского ведомства. Мотивируя целесообразностью обеспечить сухопутные войска подводными минами для разрушения мостов и переправ, Шиллинг убедил Шильдера заняться и этим вопросом. 21 марта 1834 г. на Обводном канале возле сада Александро-Невской лавры в Петербурге посредством подводной мины Шиллинга был взорван нагруженный большими ледяными глыбами массивный бревенчатый плот. Мина была заряжена пятью пудами пороха и произвела впечатляющие разрушения. Затем последовали войсковые испытания подводной мины с целью разрушения мостов. Успех этих опытов был настолько убедительным, что тогда же конно-пионерский эскадрон получил распоряжение принять это новое средство борьбы на постоянное вооружение.

Принятие подводной мины на вооружение сухопутных войск было лишь частичным осуществлением идей Шиллинга. Ученый не без основания полагал, что подводная мина может сыграть не менее важную роль и на море.

Но в этом вопросе у Шильдера была другая точка зрения. Он ошибочно полагал, что подобные мины составляют совершенно пассивное оборонительное средство и лишены наступательного характера. Вместо содействия Шиллингу в деле совершенствования подводного минирования морских рубежей страны Шильдер выдвинул несколько проектов активных электрических средств поражения вражеских кораблей. Он разработал в деталях проект вооруженных электроминами подводной лодки и парохода, пользуясь своим влиянием, легко добился соответствующих субсидий и последовательно построил две подводные лодки и пароход. Несомненно, изобретатель вложил в их устройство много остроумных и талантливых решений. К тому же лодка представляла первое в России цельно-металлическое судно. Однако практически приемлемым образом при существовавшем уровне развития техники смелую идею осуществить было невозможно. Шиллинг же лишился поддержки Шильдера в практически реальном решении задачи укрепления морских рубежей страны путем установки подводных электрических мин. К его помощи Шильдер обращался лишь в вопросах совершенствования электроминной техники в саперных войсках.

Насколько эта помощь Шиллинга была существенной, обнаружилось сразу после его смерти. Неполомки, возникшие при ближайших же испытаниях новой системы минной обороны крепостей, Шильдеру самостоятельно устранить не удалось. Шильдер обратился за помощью в «Комиссию для приложения электромагнетизма к движению машин». Разумеется, Б. С. Якоби, Э. Х. Ленц и П. Г. Соболевский не отказали в содействии. Но требовались не консультации ученых, а глубокая разработка систем минного зажигания, которая отвечала бы вновь возникшим условиям применения мин. Освоение электроминной техники непосредственно в подразделениях саперных войск выявило целый ряд ее недостатков. Остро встала задача доведения надежности источников электрического питания и гальванических проводов до состояния, удовлетворявшего требования полевых условий; требовали совершенствования электрические запалы. Именно эти задачи были перечислены в уже упоминавшемся распоряжении заняться вопросами электроминной техники, которое Якоби получил в июле 1839 г. В этом же распоряжении Якоби поручалось составить для войск подробную инструкцию с изложением правил для употребления гальванических снарядов.

Как видим, к началу работ Якоби в области электроминного вооружения оно вышло из стадии полевых испытаний и потребовало совершенствования непосредственно в войсках со значительной долей мер по обучению личного состава и мер организационного характера. Однако этим не ограничились новые задачи, вставшие перед Якоби. 5 октября 1839 г. Шильдер официально поднял вопрос о создании Комитета о подводных опытах, надеясь таким образом привлечь Якоби и других ученых, а также Морское ведомство к участию в осуществлении своей идеи об активной морской обороне.

Последовавшее правительственное распоряжение определило состав комитета, в который вошли, кроме Б. С. Якоби и П. Г. Соболевского, активные сторонники идей Шильдера и участники его экспериментов генералы А. А. Саблуков и П. А. Витовтов, представитель Морского штаба контр-адмирал Н. Г. Казин. Возглавил комитет известный своими изобретениями генерал-лейтенант П. А. Козен. Наблюдателем при опытах на правах приглашенного по указанию Николая I был допущен капитан I ранга П. Е. Чистяков — активный противник подводного минирования. В качестве секретаря, или, как он был официально назван, «делопроизводителя и редактора журнала», был избран гвардии инженер-капитан П. Н. Загоскин. К комитету был прикомандирован для поручений унтер-офицер Н. П. Патрик, который, получив в 1845 г. офицерское звание, сменил Загоскина на должности секретаря, а с 1847 г. стал «правителем дел» комитета.

Первое заседание комитета состоялось 1 ноября 1839 г. Надежды Шильдера найти у комитета поддержку своих идей о применении активных средств в минной обороне не оправдались. В принятой на этом заседании программе ближайших опытов о них даже не упоминается. Это предрешило вопрос о целесообразности продолжения опытов с подводной лодкой, субсидирование которых правительством было прекращено. Позднее была также окончательно отклонена «полезность фугасных и зажигательных ракет в применении к морскому делу». В этом вопросе комитет выразил почти единодушное мнение. В вопросе о подводных минах мнения разошлись. Представители морского ведомства, как это они делали и раньше, категорически отвергли самую дееспособность электромин. Однако они оказались в меньшинстве. Поэтому была выработана программа опытов, которые должны были подтвердить к концу следующего 1840 г. эффек-

тивность и надежность подводных мин в качестве средства обороны портов и гаваней.

Таким образом, проектирование, изготовление принадлежностей, а также организация и руководство опытами легли на Якоби. Единственным из членов комитета, который разделял с Якоби организационную сторону дела, был командир лейб-гвардии саперного батальона генерал-майор П. А. Витовтов, обеспечивавший опыты необходимыми материалами, денежными средствами и людьми из числа саперных офицеров и нижних чинов. Участие остальных членов комитета в основном сводилось к роли консультантов и экспертов.

В начале 1840 г. комитет предписал Якоби приступить к изготовлению опытной гальванической батареи. 9 марта ученый представил на рассмотрение комитета «две модели улучшенной им гальванической батареи, соответственно для военной цели приспособленной». Медноцинковую батарею он предназначал для опытов, платиноцинковую — для боевых мин. Батареи были испытаны и рекомендованы комитетом к использованию в дальнейших опытах¹.

Представители морского ведомства должны были, наконец, согласиться с очевидной безотказностью созданных Якоби батарей, проводов и запалов. Однако они справедливо заметили, что стоит разведывательному судну противника наткнуться на мину, как все следующие за ним суда смогут беспрепятственно пройти это обезвреженное уже место. Последовавшие опыты должны были определить средства, устранявшие подобную возможность. Якоби произвел экспериментальные взрывы с целью уяснить: 1) степень взаимной повреждаемости мины, лежащей на известном расстоянии от взрывающейся мины; 2) зависимость этой поврежденности от формы и материала корпуса мин (металл, дерево); 3) возможность расположения мин друг над другом этажеркой с целью очередного их действия для поражения следующих за первым кораблей противника. Затем были предприняты опыты с целью выяснить оптимальные количества пороха в мине при разном удалении ее от поражаемого объекта.

Небезынтересно отметить, что при руководстве установкой мин и для передачи приказов взорвать ту или

¹ Здесь и далее использованы сведения из документов фонда Комитета о подводных опытах (КОПО), хранящихся в ЦГВИА (Д. 521) и опубликованных в [136].

иную мину, Якоби использовал одномольтипликаторный телеграфный аппарат Шиллинга.

Между тем пехотные мины уже достигли такого совершенства, что было решено поставить их на табельное снабжение армии. Вследствие этих обстоятельств возникла острая необходимость в организации производства крупных партий минных запалов и проводов и в организации планомерной подготовки специалистов-гальванеров всех уровней¹.

16 января 1840 г. при лейб-гвардии саперном батальоне была сформирована Особая учебная команда «для теоретического обучения гальвапизму и способам применения его в военном употреблении» [105, с. 468]. В ее состав отбирались по одному поручику, унтер-офицеру и по два рядовых от каждого саперного батальона или бригады. Преподавание офицерам «теории гальванизма и в особенности применения его» было возложено на Б. С. Якоби, а занятия «по технической части» — на И. А. Швейкина. Таким образом, дата формирования Особой учебной команды отмечает начало организации специального электротехнического образования в России, опередившей в этом отношении другие страны.

Пришлось Якоби позаботиться об увеличении производственных возможностей мастерских в Петропавловской крепости. Помимо обычного для мастерских того времени инструментария и оборудования, по указанию Якоби была сооружена машина для обвивки проводов пеньковой пряжей (рис. 27). Для тщательной проверки целостности изоляции гальванических проводов Якоби создал устройство, схема которого изображена на рис. 28. Кабель протягивался через ванну *a b c d*, наполненную раствором поваренной соли с добавлением небольшого количества серной кислоты. Сматываясь с барабана *B* на барабан *A*, кабель подвергался воздействию через медную пластинку *n* повышенного напряжения, создаваемого через индукционную катушку *C*, прерывателем *m*, питающимся батареей гальванических элементов *E*. В момент прохождения кабеля с поврежденной изоляцией над медной пластинкой *n* электрическая цепь замыкалась. В точках *op* можно было бы подключить гальванометр. Однако Якоби предпочитал для верности использовать мокрые руки в качестве более чувствительного индикатора. «Едва ль еще можно найти такой чувствительный и всегда

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 91.

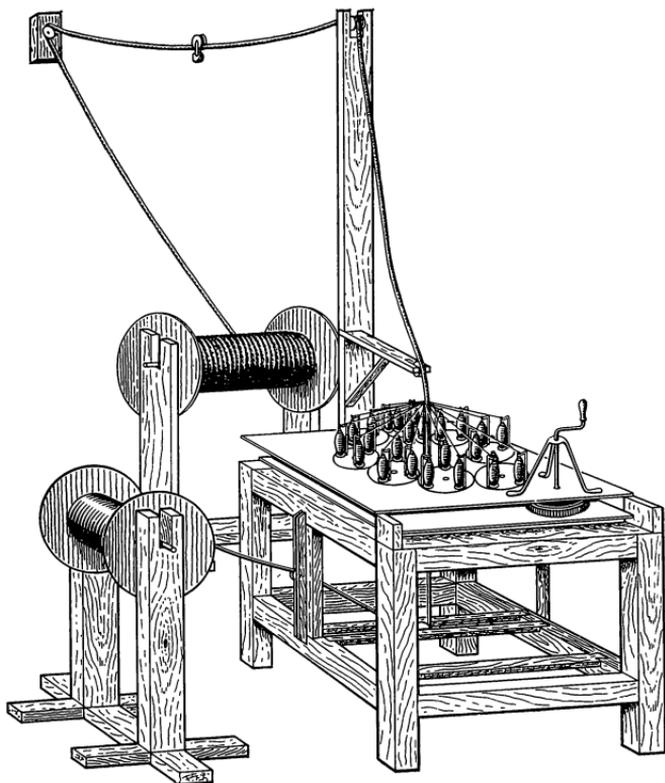


Рис. 27. Машина для обвивки проводов пеньковой пряжей, придуманная Б. С. Якоби и установленная в мастерской Петропавловской крепости

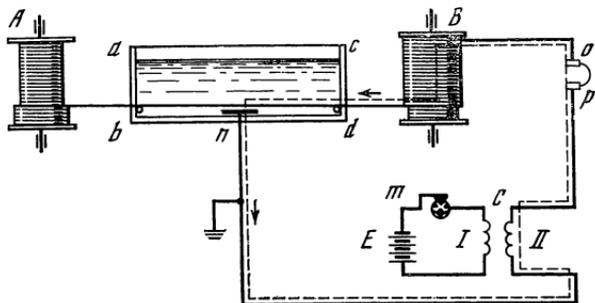


Рис. 28. Схема испытательной установки для проверки целостности изоляции гальванических проводов

находящийся под рукой прибор,— писал ученый,— как человеческое тело» [13, с. 40].

Якоби придумал множество и других приспособлений для требующегося контроля различных параметров изготавливаемых в мастерской изделий.

В ноябре 1841 г. комитет в отчете обобщил результаты испытаний за 1840—1841 гг. Помимо выводов чисто технического характера об оптимальной величине зарядов, наиболее выгоднейшей форме корпуса, способах герметизации, допустимой близости расположения мин друг относительно друга и других деталей, а также о тактике их использования, в отчете нашли отражение продолжавшиеся разногласия между деятелями военно-инженерного и морского ведомств. Вследствие этого каждому члену комитета было предложено сформулировать свое мнение в письменном виде. Свое резко отрицательное отношение выразил Чистяков. Хотя и он вынужден был признать успехи Якоби, однако записал, «что оборону порта посредством заграждения фарватера минами полагает вовсе невозможной по ценности, по многосложности и неудобоисполнимости этой операции» [115, с. 292]. Генералы Козен, Шильдер, Саблуков и Витовтов энергично поддержали Якоби.

Подробно изложил свое мнение и Якоби. Он указал на беспрецедентность предпринятых комитетом изысканий и отсутствие каких-либо теоретических или практических предшественников электроминирования. Отметив, что многие вопросы еще не удалось разрешить, тем не менее, констатировал ученый, многократными опытами доказано главное: «можно зажечь подводную мину на столь дальное расстояние, какое в практике никогда не требуется, и что сие зажигание никаким по сие время употребляемым способом произвести нельзя было» [136, с. 27]. Он указал на стабильное и безотказное действие изобретенной им гальванической батареи, возможность держать мину под водой неограниченное время без утраты ее боеспособности. Вместе с тем признав, что подводные провода в одном случае из двадцати отказывали, выразил твердую уверенность, что дальнейшее совершенствование изоляции позволит повысить ее надежность. На примерах военно-морской истории Якоби наглядно показал, что применение гальванических мин в сочетании с традиционными средствами обороны портов и гаваней приведет к весьма положительным результатам.

Научный авторитет Б. С. Якоби среди специалистов за истекший год значительно вырос. 31 января 1842 г. академики М. В. Остроградский, П. Н. Фусс, В. Я. Струве и Э. Х. Ленц представили Физико-математическому отделению Петербургской Академии наук кандидатуру Якоби для избрания в экстраординарные академики. Но на Общем собрании 5 марта ученый не собрал необходимого большинства в две трети голосов. Не хватило одного голоса, так как из 29 голосовавших за избрание проголосовали только 19.

Физико-математическое отделение расценило неизбрание Якоби как следствие того, что «его заслуги были изложены в слишком кратких и общих выражениях и в виде ... может быть недостаточном для убеждения Общего собрания»¹. Недоразумение объяснялось тем, что академики из отделений русского языка и словесности, истории и философии оценить теоретическое значение исследований Якоби не могли. К тому же многие аспекты деятельности Якоби тогда держались в секрете. 7 мая 1842 г. Общее собрание академии после соответствующих разъяснений физико-математического отделения заново проголосовало, избрав Б. С. Якоби в экстраординарные академики по части прикладной математики, а 12 июня он в этом звании был утвержден.

Между тем Якоби продолжал производить испытания электромин. В июне 1842 г. на малом невском фарватере за Елагиным островом практичный Якоби еще раз доказал реализуемость предлагаемых им технических решений. Он впервые показал эффект взрыва не отдельных мин, а целой системы, образовавшей минное поле, состоявшее из трех рядов мин, расположенных в шахматном порядке по 10+10+6 и отстоявших друг от друга на расстоянии 15 саженей (32 м). На это минное поле был спущен бот, который разнесло в щепки. Из 26 мин отказали только три, из которых одна подмокла, а у двух других оказались перебитыми провода.

Опыт был эффектен и убедителен. Однако скептики сразу отметили, что он производился при расположении минного поля недалеко от наблюдателя, который поэтому мог точно определить момент нахождения вражеского судна над миной и, следовательно, своевременно послать ток в запалы мины. В действительной обстановке при рас-

¹ Протокол Общего собрания Петербургской Академии наук, 1842 // ЛО ААН СССР. Ф. 1. Оп. 1а. № 66. § 31.

положении минного поля в удалении от берега или при туманной погоде такая возможность, даже прибегая к помощи оптических приборов, была маловероятна. Якоби и сам понимал это.

Указанные соображения заставили вспомнить о предложенном Власовым взрывателе, и Якоби изготовил мину с подобным устройством. 7 августа 1843 г. у Петровского острова пиротехническая мина, как ее назвал Якоби, в отличие от электрической подверглась испытанию. Опыты показали ее пригодность. Правда, ее действие целиком зависело от силы и точности удара, которому подвергало бы ее вражеское судно. Это обстоятельство давало Якоби надежду найти пути к такому усовершенствованию гальванической мины, которое не только устранило бы ныне существующие собственные недостатки, но сообщило бы ей более высокую чувствительность к удару вражеского судна, чем пиротехническая мина.

Такое усовершенствование гальванической системы Якоби вскоре удалось осуществить. Он изобрел ртутный соединитель — устройство, автоматически замыкавшее цепь запала на батарею под воздействием удара о мину вражеского судна. Якоби писал, что это устройство (рис. 29) состоит «из двух стеклянных трубок, изогнутых под известным углом и наполненных ртутью, внутри которых вплавлены две платиновые проволоки. Способ его действия не требует дальнейшего объяснения, ибо легко заметить, что от наклона прибора к стороне *A* произойдет металлическое сообщение между проволоками *a* и *b*; напротив того, произойдет сообщение между *c* и *d* от наклона к стороне *B*»¹.

Другой тип соединительного прибора, получивший название шарикового (рис. 30), состоял из деревянной плотно свинченной коробки, которая внутри выложена медным цилиндром. Дно коробки вырезано в виде конуса и равномерно покрыто медью, в середине конуса находится массивный шар. При наклоне мины от толчка неприятельского судна шар выкатывался из углубления и, касаясь одновременно металлического борта цилиндра и изолированного от него конуса, замыкал электрическую цепь запала мины.

Таким образом, самовоспламеняющаяся гальваническая мина уже позволяла устанавливать минные поля на море в достаточном удалении от берега, так как ее дей-

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. Д. 484.

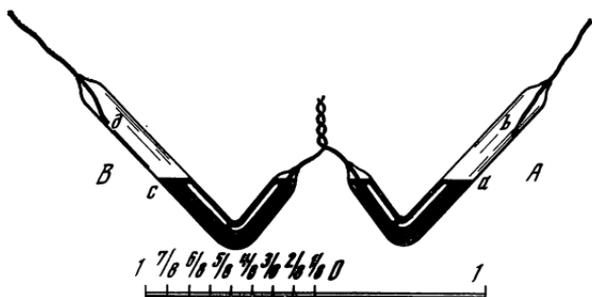


Рис. 29. Ртутный соединительный прибор Б. С. Якоби простейшего типа

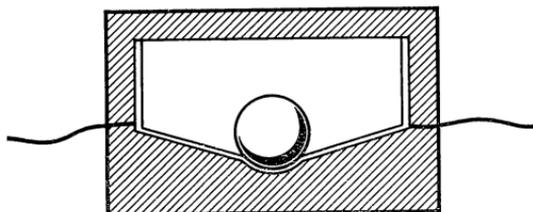


Рис. 30. Шариковый соединительный прибор Б. С. Якоби

ствие не требовало визуального наблюдения за движением вражеского судна.

К этому же времени относится другое изобретение Якоби — так называемая телеграфическая мина. Такая мина была лишена порохового заряда и служила исключительно для исследования действия ртутного соединителя. На берегу устанавливался специальный телеграфный аппарат, включенный в гальваническую цепь последовательно с источником тока, ртутным соединителем и запалом. «Таким образом, — писал Якоби, — всякое действие, которое произвело бы прохождение наших судов через наши подводные линии, или все разрушительные действия, которым бы подвергался неприятельский флот, осмелившийся перейти через эти самые линии, все эти действия обнаруживались бы нами не взрывами, а телеграфическими знаками на избранных для того наблюдательных постах»¹. Исследователи расценивают телеграфические мины Якоби как первый в истории автоматизации «серьезный шаг на пути к созданию дистанционного

¹ ЦГВИА. Ф. КОПО. Д. 566. Л. 24.

автоматического контроля и автоматической сигнализации» [157].

Эффективность новых изобретений подтвердили многократные опыты, произведенные летом 1844 г. в Ораниенбауме и в лагерях саперных батальонов. 10 октября 1844 г. Якоби получил от начальника штаба генерал-инспектора инженерной части А. Геруа письмо, в котором говорилось, что правительство хотело бы приобрести в свою собственность изобретения ученого, относящиеся к электроминной технике и военной электротелеграфии, и просит сообщить об условиях такого приобретения. Якоби на этот запрос ответил, что желает предоставить эти изобретения русской армии и флоту безвозмездно. Разумеется, дар был принят, и ответ сопровождался просьбой продолжать секретные работы в этих направлениях.

Несмотря на огромный расход сил и времени, которые теперь Якоби приходилось затрачивать на организацию трудоемких испытаний, руководство изготовлением приборов и проводов в мастерских, обучению гальванеров, ученый продолжал приумножать свои научные и технические достижения.

В поисках более надежного источника электрической энергии, чем гальваническая батарея, Якоби сконструировал в 1842 г. магнитоэлектрический генератор, который он назвал *электромагнитной батареей*.

Устройством электрических генераторов с возбуждением от постоянных магнитов занялись многие ученые после открытия М. Фарадеем явления электромагнитной индукции. В качестве прообраза для своей электромагнитной батареи Якоби избрал наиболее удачный вариант генератора, построенный лондонским механиком Ю. Кларком в 1835 г., отличавшийся от других тем, что тяжелые магниты оставались в нем неподвижными, а вращать следовало более легкие катушки с электрической обмоткой.

Якоби установил в своем генераторе (рис. 31) два подковообразных стальных магнита *1*, что резко повысило мощность устройства по сравнению с машиной Кларка, имевшей один магнит. Ученый установил магниты разноименными полюсами друг к другу, поместив между ними посаженные на ось *2* две катушки *3* с сердечниками из мягкого железа, обмотанными изолированной медной проволокой. Катушки были соединены между собой параллельно. При помощи ручки они приводились во

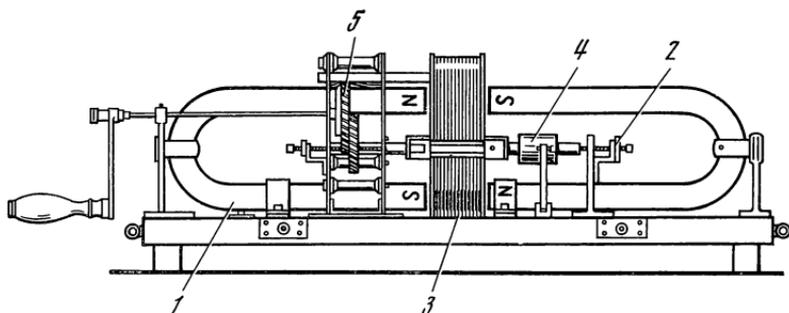


Рис. 31. Магнитоэлектрический генератор Б. С. Якоби

вращение посредством зубчатой передачи 5. Концы обмоток катушек были выведены к коммутатору 4, составленному из изолированных друг от друга полуколец, с которых при помощи щеток снимался пульсирующий ток одного направления, но низкого напряжения, недостаточного для образования искры в минных запалах. Поэтому в электрическую цепь гальванической мины генератор Якоби включался через индукционную катушку, доводившую напряжение на полюсах запала до необходимого для зажигания уровня.

Другой важной работой Якоби в этот период было исследование электрической проводимости воды и земли. Изучением этого вопроса занимались еще в начале XIX в. Например, известны опыты немецкого физика Ф. Бассе в 1803 г. над электропроводимостью слоя подкисленной воды толщиной в 2 дюйма и по прохождению тока через толщу речной воды, а также опыты профессора Московского университета П. И. Страхова на Москве-реке в 1805 г., П. Л. Шиллинга и С. Т. Земмеринга в 1811 г. на реке Изар в Мюнхене. Эти опыты производились на коротких расстояниях, и сложилось убеждение, что с увеличением расстояния проводимость станет быстро уменьшаться.

Якоби осуществил первый опыт в этом направлении осенью 1842 г. в Финском заливе у Ораниенбаума на относительно небольшом расстоянии 800 саженей (около 1,7 км). О результатах он сообщил 8 октября 1842 г. Физико-математическому отделению Петербургской академии наук [40]. Однако Якоби подчеркивал, что лишь подтвердил наблюдения тридцатилетней давности. Только опыты значительно большего масштаба могли дать ответ на вопрос о максимальном расстоянии, на котором

морская вода или сырая земля могут заменить второй провод электрической цепи. Именно такая задача встала перед Якоби в связи с развертыванием работ по телеграфии и минной технике, когда дело коснулось прокладки длинных и многочисленных линий.

Второй опыт значительно большего масштаба был осуществлен 3 марта 1843 г. с Петровского острова при помощи медного провода толщиной от 0,5 до 2 мм, дважды обмотанного пенькой, пропущенного сквозь состав из резины и льняного масла и уложенного прямо на лед залива. В этих опытах Якоби пользовался двумя вольтовыми столбами Шиллинга, каждый в 150 пар элементов, а также успешно проверил пригодность для этих целей сконструированного им магнитоэлектрического генератора¹. Ко второму полюсу батареи подсоединялся цинковый лист с поверхностью 10 кв. футов, который спускался в прорубь. Аналогично на другом конце к одному полюсу запала мины подключался провод, к другому — такой же цинковый лист, также опущенный в прорубь.

Опробована была серия взрывов, начиная с удаления на две версты и затем с удлинением расстояния каждый раз на одну версту до семи верст. Опыты показывали, что вода сохраняла проводимость неизменной на всех этих расстояниях. Чтобы окончательно подтвердить этот результат, были назначены повторные опыты на расстояниях 7, 8 и 9 верст. На самой большой дистанции в 9 верст было установлено 12 пороховых зарядов с запалами. Затем решили обойтись без цинкового листа и производить замыкание цепи простым касанием поверхности воды концом провода, подключенного ко второму полюсу батареи. Мины срабатывали и в этом случае. Якоби управлял всеми этими опытами, пользуясь одномультипликаторным телеграфом Шиллинга. Таким образом, Якоби впервые доказал возможность использовать на значительные расстояния речную и морскую воду в качестве второго проводника электрической цепи. Ученый продолжил опыты и на суше.

«Сырая земля так же хорошо, как и вода, пригодна для действия в качестве проводной цепи даже на самые дальние расстояния,— писал Якоби в 1843 г.,— что вполне доказано измерительными опытами над царскосельским проводом, выяснившими на практике возможность совсем обойтись без целой половины проводной цепи,

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 85. Л. 140—144.

возложив бремя другой половины этой телеграфной службы на мать-сыру землю» [38, с. 18].

Сведения о работах Якоби, как уже нами подчеркивалось, были строго засекречены, и за рубежом стали известны лишь сведения о первом скромном опыте Якоби. Это дало повод К. Штейнгейлю оспаривать в немецкой печати приоритет Якоби и приписывать себе первенство в открытии электропроводности земли. Б. С. Якоби ответил через петербургскую газету, что им была практически проверена электропроводимость воды и земли на большие расстояния в действительных условиях эксплуатации электрических линий, в то время как сам Штейнгейль лишь повторил лабораторные опыты тридцатилетней давности других ученых [44].

Приоритетный спор Якоби и Штейнгейля обострился, и 10 января 1845 г. Физико-математическое отделение академии рассмотрело предъявленные Б. С. Якоби и исчерпывающие сведения в виде выдержек из протоколов, писем, газетных и журнальных статей, касавшиеся осуществленных им опытов. Отделение признало вполне доказательными представленные документы и вынесло решение об их опубликовании [44].

1846 г. завершился для Якоби еще одним актом признания его научных заслуг. Э. Х. Ленц, Г. И. Гесс и А. Я. Купфер представили ученого к избранию в ординарные академики по технологии и прикладной химии. Выборы состоялись 6 февраля 1847 г., а утверждение старшинства с 6 марта было подписано 13 мая того же года.

К этому времени борьба за признание новой тактики и техники обороны гаваней и портов приближалась к завершению. На 15 июля 1847 г. была назначена демонстрация в Ораниенбаумской гавани всех достижений Якоби в этой области.

Якоби имел достаточно времени заново подготовить с учетом накопленного опыта мины, запалы, ртутные соединители, батареи, «электрогальванические, индукционные, электромагнетические аппараты». Он составил программу испытаний, состоящую из четырех частей: «1. Холостые мины с соединительными приборами — их действие проверено телеграфом, который срабатывает при прохождении корабля через эти мины; 2. Демонстрация прохождения неприятельского и собственного судна через минное поле; 3. Воспламенение подводной мины посредством магнитной батареи — мины, воспламененной

в мгновение отдаваемого приказания не от соприкосновенного действия, но с помощью электромагнитного прибора; 4. Взрыв судна, наведенного на мины буксировкой в момент прикосновения судна к мине». В описании опытов специально подчеркивалось, что «при всех взрывах мин проводником служила вода, так что к минам был проложен только один провод, а второй полюс батареи соединен с листом цинка, опущенным в воду» [136, с. 37].

Демонстрация 15 июля 1847 г. оказалась настолько впечатляющей и убедительной, что комитету о подводных опытах было дано указание произвести «окончательное представление опытов над подводными минами и передаче морскому министерству способа действия оными против неприятельского флота». Меншикову теперь уже ничего не оставалось делать, как принять к исполнению это решение. Однако события следующего, 1848 г. не только помешали дальнейшему развитию достигнутого успеха, но в значительной степени отвлекли Якоби от творческой деятельности.

Глава VIII

Годы путешествий

В России вспыхнула эпидемия холеры. К 1848 г. она уже добралась и до Петербурга, а затем начала свирепствовать даже в Кронштадте. Нашему современнику трудно представить обстановку эпидемии того времени. Медицина была беспомощна и не могла противопоставить бедствию почти никаких действенных средств. Даже наш замечательный хирург Н. И. Пирогов с горечью констатировал, что, «вероятно, ни паталого-анатомические изыскания, ни химический анализ, ни наблюдения при постелях больных нам еще надолго (может быть, и никогда) не откроют сущности холерного процесса» [118].

Любопытно, что физик и инженер Якоби более здраво подходил к оценке существа пандемии, чем это делали многие медики. Он писал брату по этому поводу следующее: «...не введены какие-либо карантинны... К сожалению, врачи не физики и слепы в отношении того, что представляется несомненным, а именно то, что зараза миазмически размножается и большой индивидуум пред-

ставляет собой в известной мере лабораторию, где образуются миазмы» [1, с. 159]. Догадка Якоби подтвердилась после разработки методов микробиологии, позволившей Р. Коху в 1883 г. открыть носителя холеры.

Но не только эпидемия холеры нарушила привычную череду полных напряжения трудовых дней Якоби. До глубины души его поразили события в Германии, где произошли радикальные социальные сдвиги; она медленно, но настойчиво продвигалась по пути буржуазного развития. После отъезда Якоби из Германии там началась буржуазная революция, явившаяся следствием промышленного переворота. Известие о революции в Германии ошеломило Якоби. Он увидел в этом угрозу цивилизации, опасность в самой сущности происходящих событий — в изменении способа общественного производства, в наступлении машин, в замене ими тяжелого физического труда человека. В многочисленных письмах к брату в Берлин Якоби высказывает свои опасения, оспаривает разумность происходящего и весьма четко излагает свое политическое кредо [1, с. 168—182].

Как физик и инженер, Якоби готов стать *фанатиком машин*. Вместе с тем как представитель состоятельного класса он разделяет страх сторонников монархического строя перед ростом рабочего класса, которым неизбежно сопровождается появление машинной индустрии. И здесь нельзя отказать Якоби в исторической прозорливости. Но Якоби — труженик и расценивает как негативное явление то, что сформировалась значительная часть общества, для которой жизнь не является трудом и которая не предлагает обществу никакого эквивалента своему существованию, а лишь присваивает долю от рабочей силы и ее продукции. Он готов осудить «банду азартных игроков, которые готовы задушить друг друга ради мнимых пузырей, образованных из пота и крови», но при этом высмеивает иллюзии своего брата Карла относительно необходимости конституционных преобразований.

Якоби наивно видит выход из рассматриваемой проблемы в том, что «абсолютные монархии обратили бы все свое внимание на низшие слои общества, в конце концов предоставили бы наилучшие гарантии для сохранения и соблюдения естественных и разумных условий общественного порядка» [1, с. 168—182].

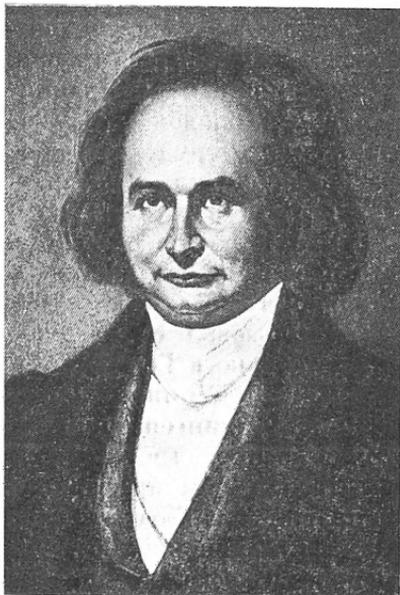
Якоби внимательно следил за берлинскими событиями, читая поступавшие в Петербург немецкие газеты. Он был озабочен и неприятно удивлен, когда из них узнал,

что его брат ораторствует на собраниях поборников конституции. С юных лет он привык видеть в Карле правоверного консерватора. Но фактическая картина происходившего оказалась иной, чем нарисовал себе Якоби. Крайние сторонники соглашения с королем сообразили, что научный авторитет К. Якоби может помочь им отстоять свои позиции, если его привлечь в Конституционный клуб, выдвигающий депутатов в Учредительное собрание.

В конце 1848 г. Якоби получил известие о смерти своей семидесятипятiletней матери, а спустя всего несколько месяцев его постигло еще большее горе — умерли от холеры сразу два его сына. Он тяжело переживает свое несчастье. Тем не менее он все же принуждает себя работать, принимая известное участие в текущих делах комитета о подводных опытах.

В 1851 г. Б. С. Якоби постигает еще одно семейное горе — от черной оспы умирает Карл Якоби. Это укрепляет в Якоби желание переменить обстановку и посетить места своего детства и юности. Военное-инженерное управление пошло навстречу его желанию. Оно было заинтересовано получить компетентную оценку технического прогресса в западных странах от такого крупного ученого, как Якоби, и согласилось командировать его с этой целью на четыре месяца.

В своей «Записке о научной командировке в Западную Европу в 1851 г.»¹ Якоби пишет, что целью его поездки было «лично убедиться в прогрессе, который достигнут за



Карл Густав Якоб Якоби
(1804—1851 гг.)

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. Ед. хр. 1. Л. 653—699. «Записка» написана по-французски. Перевод был выполнен в мае 1951 г. покойным профессором Л. Д. Белькиндом, который он любезно предоставил автору настоящей книги.

последние годы в той области знаний, которой я занимаюсь, и в ее полезных приложениях».

Очутившись за границей, Якоби сразу почувствовал страшный упадок сил. Сказались годы непрерывного напряженного труда без дней отдыха и отпусков. Поэтому из Гейдельберга, в котором Якоби слег, врачи отправили ученого в курортный Киссинген, воды которого славилась своим благотворным действием. Пять недель пребывания в Киссингене полностью восстановили силы Якоби настолько, что все остальное время пребывания за границей он использовал с совершенно поражающей интенсивностью. Только в Германии он посетил Лейпциг, Нюрнберг, Мюнхен, Рейтминген, Гейдельберг, Франкфурт-на-Майне, Майнц, Геттинген, Берлин. Большую же часть командировки он провел в Париже.

Прежде чем предпринять этот большой вояж, Якоби направился в Готу, где жила вдова его покойного брата. Даже в маленькой Готе Якоби обнаружил солидное применение своего детища — гальванопластики, найдя у одного книготорговца и издателя географических карт гальванопластическую мастерскую, предназначенную для размножения гравировальных досок.

В дальнейшем, на протяжении всего пребывания в Западной Европе Якоби неоднократно убеждался, что гальванопластика получила за границей большое распространение.

С особым интересом Якоби посетил мастерскую профессора Мюнхенского университета Ф. Кобелля, с которым находился в давней переписке. Ф. Кобелль еще в 1840 г. разработал новый гальванопластический метод, упоминавшийся нами ранее. В гальванографии медное клише получалось путем осаждения металла на соединенную с катодом посеребренную медную доску, на которой особого рода тушью рисовали кистью изображение [146, с. 228—231]. В упомянутой ранее «Записке» по поводу гальванографии Якоби писал следующее: «...Я имел возможность восхищаться невероятным прогрессом, который этот способ совершил в руках искусных и неутомимых художников этого города, в частности, благодаря заботам г. Ганфштенгеля, который известен как один из первых литографов в Европе ... Этот выдающийся художник только что закончил прекрасную гальванографическую гравюру, совершенный шедевр искусства, изображающую Христофора Колумба по картине Рубенса. В знак благодарности он преподнес мне один из первых оттисков

этой гравюры. Г. Ганфштенгель имел в виду организовать большое художественное заведение, основанное на гальваногравии и размножении медных досок. Это производство требовало крупной гальванопластической установки, и я имел удовольствие снабдить его полезными советами по этому делу».

Не меньшие масштабы распространения гальванопластики увидел Якоби и во Франции, что также нашло отражение в его «Записке». «Гальванопластика, гальванические золочение и серебрение получили в Париже колоссальное распространение,— отмечает Якоби в своей записке.— В настоящее время можно сказать, что накладной металл почти перестал применяться. Одно из наиболее крупных предприятий— это фабрика г. Кристофеля, на которой работает постоянно 400 рабочих. ... г. Кристофель показал мне ..., что мое изобретение доставляет его фирме оборот на 300—400 тыс. франков в месяц».

Другой областью техники, прогресс которой на Западе особенно остро интересовал Якоби, была электротелеграфия. Деятели, занимавшиеся прокладкой первых телеграфных линий в Германии, сами были заинтересованы в общении с Якоби, так как сведения о его теоретических и практических достижениях в электротехнике были тогда еще достаточно свежи и впечатляющи. Даже минимальный практический результат, которого Якоби достиг на царскосельской подземной телеграфной линии в 1843 г., теперь, в 1851 г., немецким изобретателям получить еще не удалось. Главный директор прусских телеграфов Ноттебом признался Якоби, что телеграфная система, принятая в Пруссии, имеет громадные недостатки и что ни телеграф Сименса, ни подземные линии возлагавшихся на них надежд не оправдали.

Знакомство с зарубежными работами позволило Якоби сделать вывод, что при устройстве телеграфов в России не следует прибегать к иностранному опыту и отнимать это важное дело у отечественной науки и промышленности. Русское правительство этому разумному выводу не вняло, и, как увидим, это привело к негативным результатам при прокладке первой русской телеграфной линии большой протяженности между Петербургом и Москвой.

В Баварии, которая ранее других немецких государств отказалась от прокладки телеграфных проводов под землей, Якоби увидел линии, подвешенные к изоляторам на деревянных столбах. Провода были оцинкован-

ные, железные, диаметром 5 мм. В связи с этим Якоби еще раз подчеркивает в своей «Записке» несомненный приоритет Шиллинга, который в 1835 и 1836 гг. предложил такую систему для проведения электрического телеграфа из Петербурга в Петергоф.

К зарубежным работам по телеграфным аппаратам Якоби отнесся хотя и внимательно, но весьма критично. Он с интересом побывал в мастерской Штерера в Лейпциге, изготовлявшей аппараты для Саксонии и Баварии. Признав, что в аппарате с циферблатом Штерер применил несколько удачных и хорошо задуманных механизмов, Якоби отметил их сложность. Касаясь же попыток Штерера усовершенствовать аппарат Морзе, ученый выразил удовлетворение тем, что такая же система, которую он ранее впервые ввел в России, была затем принята в Америке и в большинстве стран Европы.

Еще меньше Якоби ожидал увидеть что-либо интересное в области телеграфии во Франции. К концу первой трети XIX в. там была самая развитая густая и хорошо организованная сеть семафорных телеграфов. Поэтому введение электрических телеграфов здесь привело бы к обесценению больших средств, вложенных в эту семафорную сеть, дисквалифицировало бы контингент обслуживавших ее телеграфистов. Поэтому директор французских телеграфов А. Фуа совместно с известным механиком Л. Бреге разработал в 1845 г. электрический телеграфный аппарат, действовавший по образцу и подобию семафорного телеграфа. Приемная часть этого аппарата имела белый экран, посередине которого была изображена черта, имитировавшая регулятор семафорного телеграфа Шаппа. На концах помещались оси двух стрелок, как в семафоре телеграфа Шаппа. Эти стрелки принимали независимо восемь различных положений и воспроизводили кодовые комбинации телеграфа Шаппа. Передача производилась двумя манипуляторами. Характер манипуляций был аналогичен тем, которые производились в телеграфе Шаппа. Ко времени приезда Якоби заблуждения эти изживались, и его знакомство с А. Фуа и Л. Бреге оказалось взаимно полезным.

Несмотря на отставание Франции в строительстве сетей электрического телеграфа, Якоби именно здесь получил самую ценную информацию о прокладке подводных телеграфных линий.

Поставленная еще перед П. Л. Шиллингом задача соединить электрическим телеграфом Кронштадт с Пе-

тергофом со временем не утратила актуальности, а стала насущнее в связи с обострением обстановки на Балтийском море. Якоби предвидел, что эта задача будет рано или поздно поставлена перед ним. Понятен поэтому его крайний интерес к прокладке телеграфного кабеля через пролив Па-де-Кале.

В 1849 г. французское правительство предоставило братьям Джону и Джекобу Бреттам концессию на осуществление телеграфной связи между Дувром и Кале. Первая попытка в 1850 г. не принесла полной удачи из-за несовершенства самого кабеля и из-за влияния индукционных токов. В конце сентября 1851 г. началась вторая прокладка телеграфного кабеля из Дувра к Кале. После этого прокладка подводных кабелей связи стала предприниматься и через более значительные водные преграды.

Не в меньшей мере, чем глобальные вопросы связи, нашего ученого интересовал прогресс в производстве средств телеграфной техники. Желая удовлетворить этот интерес, он побывал в соответствующих мастерских почти всех посещенных им городов. Он тщательно знакомился с конструкцией изделий, с технологией их изготовления и наиболее интересные предметы закупал или заказывал. По этому поводу Якоби в своих «Записках» замечает: «Заказы касались необходимейших предметов, без которых совершенно нельзя обойтись при моих специальных занятиях».

В Нюрнберге торговец скобяными товарами некий Геккер многолетними усилиями дошел до высокой степени совершенства в производстве стальных магнитов. В качестве сувенира к заказанному Якоби комплекту магнитов Геккер преподнес ему любопытнейший маленький магнит весом чуть более 2 г, который мог поднимать груз весом более 100 г. В Нюрнберге Якоби обнаружил давно искомое производство тончайшей железной проволоки и листовой ковanej меди, которые он также заказал.

В Рейтлингене Якоби нашел некоего бедного механика по имени Хипп, занимавшегося изобретением и изготовлением разных замечательных приборов. У него Якоби приобрел хроноскоп, допускавший измерение малых отрезков времени с точностью до 0,001 с, а также новый телеграфный аппарат, заинтересовавший нашего ученого оригинальным решением некоторых его узлов. Много приобретений точнейших приборов Якоби сделал в парижских мастерских Бреге, Фромана, Солея и Дюбоска.

Он был особенно доволен купленным у Фромана компаратором, измерявшим с величайшей точностью толщину проводов.

Якоби не оставлял без внимания и некоторые новинки техники, не относившиеся к предметам его непосредственных интересов. Уделял он время и удовлетворению духовных интересов. Он, в частности, подробно ознакомился с работами по реставрации Кельнского собора, которые сумел оценить, как образованный архитектор.

Пользуясь длительным пребыванием за границей, Якоби укрепил свои научные связи со многими западноевропейскими учеными. В Лейпциге Якоби искал встречи с В. Вебером, но его там не застал, так как немецкий ученый возвратился после многолетнего перерыва в Геттингенский университет. С Вебером Якоби связывали общие интересы в гальванометрии. Поэтому Якоби при возвращении в Россию заехал в Геттинген и получил большое удовлетворение, узнав, что Вебер не только сам пользуется в своей работе разработанным Якоби эталоном сопротивления, но побудил к этому еще два десятка других ученых.

В физическом кабинете Вебера Якоби познакомился не только со многими неизвестными ему новыми приборами, но и с рядом остроумных приемов наблюдения за физическими процессами. Там же в Геттингене Якоби навестил К. Ф. Гаусса, который, несмотря на преклонный возраст, продолжал активную деятельность. В частности, Якоби отметил увлечение Гаусса изучением русского языка с помощью учившихся в Геттингене русских студентов, по отзывам которых, немецкий ученый научился даже хорошо говорить по-русски.

В Мюнхене Якоби посетил обсерваторию, вероятно, главным образом из желания собрать свежую информацию для своего друга В. Я. Струве. Правда, его самого там заинтересовало использование телеграфной связи при астрономических наблюдениях и для определения разности долгот между пунктами расположения телеграфных станций.

Много внимания Якоби уделил общению с французскими учеными. В Париже он нанес визит непременно секретарю Парижской академии наук Ф. Араго, который произвел на него огромное впечатление. «Хотя я застал г. Араго совершенно больным и почти ослепшим,— описывает Якоби этот визит,— ни его болезнь, ни слепота не нанесли ущерба ясности его мышления. Я совершенно не

могу описать очарования от беседы с этим блестящим ученым, исполненной глубокого остроумия, поучительной по глубине и неимоверной широте его знаний и новизне идей, которые он ежеминутно высказывал». Якоби подробно рассказал Ф. Араго о своих научных работах, и не только был выслушан с интересом, но и получил настойчивое приглашение сделать доклад в Парижской академии наук. Якоби решил воспользоваться этим приглашением. Он считал необходимым осветить в докладе достижения русских физиков, зная, что большинство французских ученых незнакомы с научными работами, ведущимися в России. Кроме того, он решил сосредоточиться на проблемах гальванометрии и привлечь внимание французских ученых к необходимости выработать соглашение о нормальной единице измерения проводимости гальванических цепей.

Первое выступление Якоби состоялось 8 сентября 1851 г. и было опубликовано в Париже в академических докладах. На следующем заседании Якоби высказал соображения об оптимальной конструкции электромагнита и определении толщины его сердечника [124, с. 77—78].

Познакомившись с известным теоретиком в области тепловых двигателей выдающимся академиком А. В. Реньо, Якоби с интересом узнал, как представлялось ученому будущее электротехники, и получил удовлетворение, встретив со стороны Реньо понимание и поддержку своим взглядам на этот вопрос.

Много времени Якоби уделил встречам с французским математиком и инженером Ж. В. Понселе. Дело в том, что этот французский ученый был активным сторонником сближения теории и практики, ученых и инженеров, пропаганды знаний среди рабочих. Они подробно обменялись мнениями и выяснили общие взгляды на вопросы преподавания научно-технических дисциплин. Якоби получил возможность в деталях ознакомиться с проводившейся реформой Политехнической школы. Несколько раз встречался Якоби с известным французским химиком Ж. Дюма, посетил его лабораторию, ознакомился с его еще неопубликованными работами и методами анализа органических веществ.

Казалось бы, далекие от интересов Якоби открытия в области органической химии академика М. Э. Шевреля тем не менее привлекли его внимание своими практическими последствиями. Больше всего его поразили эстетический эффект от применения разработанных Шеврелем

красителей по принципу сформулированной им теории цветового контраста.

Якоби отнесся весьма скептически к французской научной молодежи. «Мне не так легко было симпатизировать молодым физикам Парижа,— отметил он.— Их старания достигнуть любой ценой и всеми средствами кресла в институте мне не нравились и меня не привлекали». Якоби с завидной прозорливостью обратил внимания на Ж. Фуко и И. Физо. Обнаруженные Фуко отклонения плоскости качания маятника наглядно показали вращение Земли вокруг ее оси. Огромный интерес Якоби вызвали устройства Фуко и Физо для измерения скорости света. К попыткам Физо исследовать скорость распространения гальванического тока Якоби отнесся весьма критично, подчеркнув, однако, абсолютную необходимость измерения этого параметра.

Хотя встречи во Франции оказались очень интересны, Якоби в начале октября 1851 г. уже заторопился с возвращением в Россию. Осмотрев за сутки промышленную выставку в Лондоне, заехав в Геттинген, он уже почти нигде не задерживался. После пятидневного плавания пароход «Владимир», на котором четыре месяца назад Якоби покидал Россию, возвратил его 6 октября 1851 г. в Кронштадт, в котором ему в последующие годы пришлось провести много дней, укрепляя обороноспособность прибалтийских портов и гаваней.

Глава IX

Участие Б. С. Якоби в Восточной (Крымской) войне 1853—1856 гг.

После возвращения Якоби застал дома большие перемены. Результаты достижений в области электроминной техники, продемонстрированные 15 июля 1847 г., принудили Морское ведомство изменить свое поведение и энергично заняться вопросами минной обороны. Этому способствовала политическая обстановка, указывавшая все очевиднее, что России не избежать войны с западными державами.

Выросшие производительные силы общества все более определяли новые направления в способах ведения вой-

ны. «Железные дороги и электрический телеграф,—писал Ф. Энгельс в 1851 г.,—уже сейчас дадут талантливому генералу или военному министру повод для совершенно новых комбинаций в европейской войне». Отмечая масштабы будущих войн, Ф. Энгельс указывал, что «...наличие таких колоссальных масс предполагает, в свою очередь, и значительно большую подвижность, чем та, которой обладают современные армии. Без разветвленной сети железных дорог такие массы не смогут ни сосредоточиться, ни снабжаться продовольствием и боевыми припасами, ни передвигаться с места на место. Без электрического телеграфа совершенно невозможно будет управлять ими»¹.

Для России эти соображения имели особое значение из-за масштабов возможной войны и территориальной разобщенности театров военных действий. Наиболее дальновидные и здравомыслящие деятели русской армии и флота преодолели сопротивление реакционных сановников и продвинули строительство железных дорог и государственной сети электрических телеграфов.

Противник железнодорожного строительства К. Толь в 1842 г. был смещен с должности главного управляющего путями сообщения и публичными зданиями, а на его место назначен П. А. Клейнмихель. Тем не менее строительство Петербургско-Московской железной дороги, начатое в 1843 г., осуществлялось весьма вяло. Николай I назначил Особый комитет по наблюдению за строительством и во главе комитета поставил шефа жандармов А. Х. Бенкендорфа. Строительство дороги закончилось в ноябре 1851 г.

Не менее важным было строительство телеграфных линий в стратегически важных районах и направлениях страны. В связи с этим Якоби представил в 1852 г. в Генеральный штаб инспектора инженеров русской армии специальный доклад о том, как прокладывался подводный кабель между Дувром и Кале. Содержание доклада Якоби также довел до сведения собрания Физико-математического отделения Петербургской Академии наук. В результате братьям Бреттам было предложено разработать проект прокладки подводного кабеля между Петергофом и Кронштадтом. Однако представленный ими проект был Клейнмихелем отклонен в интересах В. Сименса, который встретил в Клейнмихеле сребролюбца.

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. Т. 7. С. 511.

С Сименсом был заключен контракт на прокладку телеграфной линии Петербург—Кронштадт.

Еще в 1844 г. в начале строительства Петербурго-Московской железной дороги Якоби было предложено разработать проект и смету для устройства вдоль железной дороги подземной линии электрического телеграфа. Испытав на коротких отрезках три типа подземной проводки, Якоби пришел к убеждению, что существующая изоляция не будет надежной на столь больших расстояниях. Он к этому времени убедился, что за рубежом повсеместно отказались от подземной прокладки телеграфных линий и предпочли строить воздушные линии.

Клейнмихель, представив позицию Якоби как упрямство и воспользовавшись приверженностью правительственных верхов к скрытной прокладке телеграфных линий, заключил договор на строительство электрического телеграфа между Петербургом и Москвой с В. Сименсом, который ради выгодного контракта был готов на любые требования, хотя в Пруссии подземные линии к тому времени себя окончательно скомпрометировали [17].

Когда в начале 1852 г. возник вопрос о необходимости замены Петербурго-Варшавского семафорного телеграфа электрическим, Якоби, желая оградить хотя бы эту еще более протяженную линию от прокладки под землей, обратился за поддержкой к Академии наук. 24 апреля 1852 г. Клейнмихелю было направлено письмо за подписью президента Академии наук с просьбой об устройстве по Петербурго-Варшавской железной дороге пробной телеграфной линии на столбах. Клейнмихель пренебрег этим обращением, ответив, что опыт устройства телеграфов по Петербурго-Московской железной дороге вполне удовлетворяет своему назначению и нет необходимости тратить средства на опыты Якоби по устройству воздушных линий¹.

Якоби был отстранен от дальнейшего участия в телеграфном строительстве, и Клейнмихель предоставил Сименсу полную монополию в этом деле. Политические события торопили с установлением связи Петербурга с западными, с южными границами России. Все необходимое для строительства Сименс ввозил из Пруссии. Находясь в полной зависимости от этого подрядчика, правительство утверждало сметы, представляемые через Клейнмихеля.

¹ ЦГИАЛ. Ф. 1289. Оп. 1. Д. 929. 1852 г. Л. 2—4 об.

Не проработав и двух лет, подземная линия Петербургско-Московского телеграфа полностью отказала. Но к тому времени Сименс уже держал все дело телеграфного строительства в России надежно в своих руках и немедленно перешел к прокладке воздушных линий.

С началом Крымской войны Сименс повел себя совсем беззащитно, когда стал прокладывать телеграфную линию к Севастополю. Получая немалые барыши в России, он не отказался от соблазна одновременно заработать и у Англии на поставках телеграфного имущества. С этой целью брат В. Сименса создал в Лондоне филиал фирмы. «Если бы царь не хорошо платил, — писал он, — я бы не имел ничего против, чтобы англичане и французы пожрали его еще до окончания линии» [130, с. 270].

Якоби после отстранения от телеграфного строительства все время и усилия направил на работы по электроминному делу. Морское министерство обзавелось собственными учебными помещениями, кабинетами, мастерскими. Значительно больший размах получили и испытания мин. Был построен огромный резервуар для исследования устойчивости минных корпусов, соединительных приборов, замков для закрепления мин и других деталей¹.

Якоби возглавил подготовительные мероприятия к устройству защиты Балтийского побережья, которые состояли в изготовлении изолированных проводников, минных корпусов, систем запалов, гальванических батарей и т. д.²

В 1850 г. в распоряжение Якоби был передан весь второй этаж Петропавловской куртины, что более чем вдвое увеличило площадь его секретной мастерской. В этих помещениях теперь стало возможным, помимо изготовления проводов, снаряжать и хранить многие десятки мин³.

При форте Рисбанк состоялись длительные практические занятия с морской учебной гальванической командой. В течение шести недель команда под руководством Якоби создала минное поле из двух групп телеграфических мин по пять в каждой. Общий результат этих занятий подтвердил ценность минирования как средства обороны портов и гаваней. Это позволило Якоби заключить,

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. Д. 484.

² ЦГВИА. Ф. КОПО. Д. 572. Л. 6.

³ ЦГВИА. Ф. 16082. Оп. 2. Ед. хр. 31 за 1850 г.

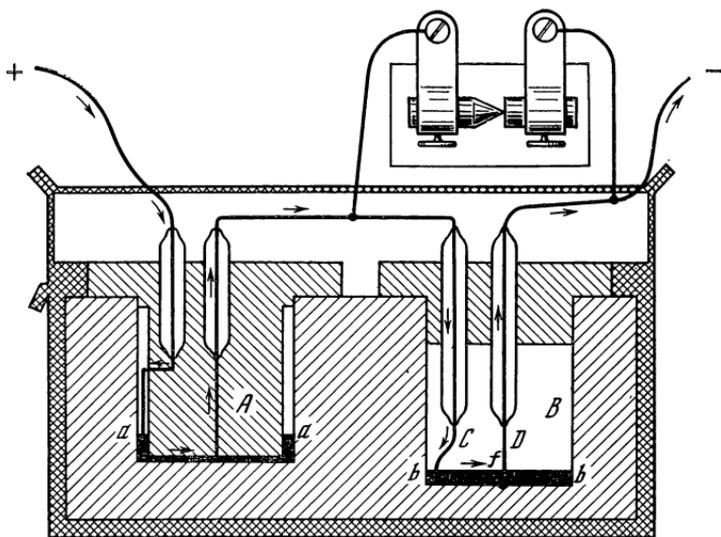


Рис. 32. Ртутный соединительный прибор с предохранительной трубкой и запалом

что подводные мины принадлежат к самому действенному и вернейшему средству обороны.

На этих учениях присутствовал просвещенный мореплаватель и географ, главный командир и военный губернатор Ревельского порта генерал-адъютант Ф. П. Литке. Его поддержка работ Якоби была очень своевременной. К этому времени иностранец Э. Нобель предложил русскому правительству изобретенные им в 1842 г. пиротехнические мины с сернокислотным запалом. В 1843 г. русское правительство отпустило Нобелю 13 тыс. руб. серебром на устройство минного перемета длиной 500 саженьей, но хороших результатов этому изобретателю показать не удалось.

Тем временем Якоби создал мины с новыми электрическими соединительными приборами. Дело в том, что ртутный и шариковый соединительные приборы (см. рис. 29 и 30) отлично выполняли свои функции, пока испытания мин проводились в спокойной речной воде. В море при сильной волне нередко происходило их самопроизвольное срабатывание. Разработанный Якоби ртутный соединительный прибор с предохранительной трубкой исключал самопроизвольное срабатывание даже при большой волне (рис. 32).

В соединительном приборе *A* ртуть налита до уровня *aa*. В предохранительных трубках *B* ртуть налита до уровня *ee*, тем самым замыкая цепь между платиновыми проволоками *C* и *D*. Это замыкание не нарушается даже при сильном волнении, но от удара неприятельского судна ртуть уйдет настолько в сторону, что цепь разорвется в точке *f*. Напротив того, даже при случайном замыкании цепи в соединительном приборе *A*, ток пойдет через предохранительные трубки, как это показано стрелками, и только в случае большого крена от удара судна запал освободится от короткого замыкания в точке *f*.

Вся эта работа протекала в обстановке усилившихся притязаний со стороны Нобеля, который пользовался поддержкой Меншикова и других консерваторов, и с их помощью добился новых ассигнований для испытания будто бы усовершенствованной им минной системы.

Поддержку изобретениям Якоби оказал Ф. П. Литке. Он не только предложил провести на Ревельском рейде летние учения 1852 г. с минами Якоби, но взял их под свое наблюдение. По заключению Ф. П. Литке, сделанному им по окончании этих учений в октябре 1852 г., комитет о подводных опытах в 1853 г. признал, что опыты над подводными минами, произведенные на Ревельском рейде, в теоретическом и практическом отношениях вполне оправдали систему обороны портов Якоби. Комитет предлагал приступить к формированию постоянных практических команд для действий минным оружием¹.

События ускорили реализацию этих решений. Началась война с Турцией. Питомцы Якоби из переменного состава Особой гальванической команды были возвращены в свои саперные батальоны. Подготовка этих офицеров оказалась хорошей. Заведующий гальванической командой 24-летний поручик М. М. Боресков энергично принялся за дело. Известно было, что Англия и Франция предполагают захватить районы Черноморского побережья от низовьев Дуная до Буга, с тем чтобы отвлечь русские войска от Крыма. При поддержке К. А. Шильдера, возглавившего инженерные работы, Боресков сумел своевременно преградить минами доступ неприятельским судам в Сулинское и Георгиевское гирлы Дуная, в Днепровский лиман у Аккермана, в Днестровский лиман и к Бугу между Очаковым и Николаевым. Боресков не

¹ О минных опытах на Ревельском рейде под наблюдением генерал-адъютанта Ф. П. Литке: ЦГВИА. Ф. КОПО. Д. 579. Л. 180—183.

только в полную меру использовал опыт, приобретенный им на учебе у Якоби. Он проявил свои незаурядные способности изобретателя, создав эффективные плавающие мины-брандеры [166].

Следует подчеркнуть, что если бы не самостоятельная инициатива многочисленных питомцев Якоби, то не удалось бы при ограниченных производственных возможностях мастерских в Петропавловской крепости создать повсеместную минную оборону. Позаимствовав знания на занятиях Якоби, они сами на местах, используя наличные материалы, создавали собственные конструкции электромин. Помимо М. Борескова, проявившего инициативу на Черноморском театре военных действий, штабс-капитан В. Г. Сергеев оградил Свеаборг минами собственной конструкции, капитан Д. К. Зацепин также поступил у берегов Ревеля, капитан Н. П. Патрик — у Динамюнде.

Шильдер при отъезде на юг в качестве начальника инженеров действующей армии взял с собой выучеников Особой гальванической команды — инженер-капитанов Тотлебена и Фолькмута, поручика Рубанова и других. Он мог теперь рассчитывать на помощь саперных гальванических команд, дислоцированных на юге, обученных при помощи трубных мин парализовать подземную оборону турецких крепостей [115, с. 355].

Иные обстоятельства сложились в самом Севастополе. Главное командование Крымской армией и Черноморским флотом на правах морского министра взял на себя А. С. Меншиков. Якоби направил Меншикову своего ученика офицера Ф. И. Чечеля с соответствующими рекомендациями для организации морской обороны и подготовил к отправке все необходимое для минирования Севастопольского рейда. Но Меншиков отклонил предложения Якоби. Возможно, Шильдеру, приехавшему вслед за этим в Севастополь, удалось бы в какой-то мере преодолеть сопротивление Меншикова, но через несколько дней он был смертельно ранен и скончался.

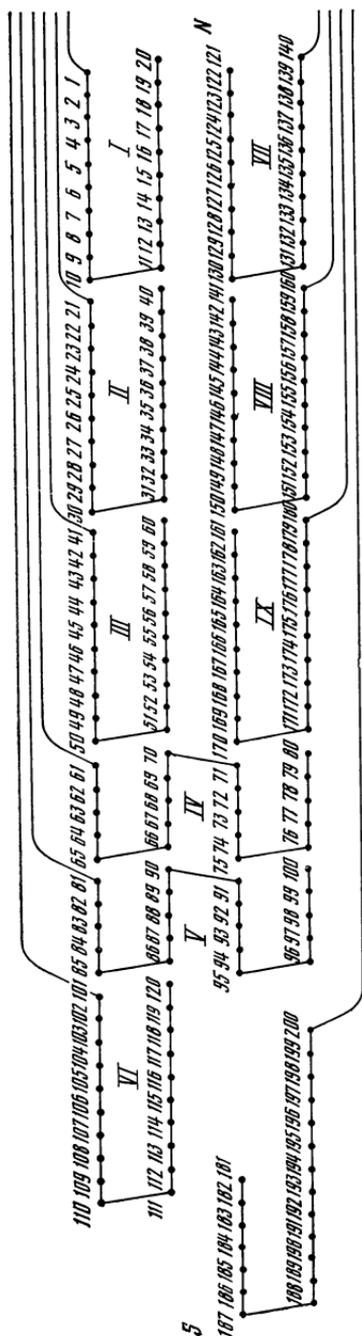
Сменившему Шильдера Э. И. Тотлебену осталось использовать минное оружие только в горах Южного Крыма. Совершенство оружия и тактическая подготовка русских минеров в Крыму вызвали признание даже у противников. В английской печати отмечалось, что пальма первенства в этом роде военных действий принадлежит русским, а английские инженеры могут сравнивать русскую минную систему с системой французской, так как первая поражает воображение [78, с. 541].

Еще сильнее поразили противника подводные мины, которыми Россия встретила неприятельские флоты, когда они вторглись в Балтийское море после объявления войны Англией и Францией. Уже с января 1854 г. были возвращены работы по подготовке минной обороны. Кронштадта и Свеаборга. После учений на Ревельском рейде в 1852 г. мины Якоби получили статус оружия и вышли из положения подопытных средств. Комитет о подводных опытах был распущен, а вместо него образован Комитет о минах под председательством кронштадтского военного генерал-губернатора инженер-генерала И. И. Дена. На новый комитет возлагалась организация минной обороны. Мастерские Якоби заработали в полную силу и к марту изготовили 60 гальваноударных мин. Эти мины были размещены у Кронштадта перед фортами Павел и Александр.

Несмотря на несостоятельность минной системы Нобеля, предприимчивому дельцу снова была оказана Меншиковым поддержка, и Нобель также принял участие в организации минной обороны прибалтийских объектов. Мины его системы были установлены на северном фарватере Павел у Свеаборга.

В балтийскую кампанию 1854 г. англо-французский флот ограничился нападением на отдельные русские суда, взятием и разрушением Бомарзунда, бомбардировкой города Або и нескольких других незначительных пунктов прибалтийского побережья. Командовавший английским флотом Ч. Непир так и не решился приблизиться к русским фортам.

В 1855 г. союзники, чтобы взять реванш за балтийскую кампанию предыдущего года, направили в Прибалтику эскадру в 100 вымпелов с 20-тысячным десантом на борту под общим командованием контр-адмирала Р. Дандаса. На этот раз на Кронштадтских рейдах была создана еще более мощная система минной обороны. Якоби вникал даже в незначительные стороны дела. «Я вменял в особенную обязанность всем состоявшим при мне офицерам,— писал ученый,— никогда не скрывать от меня ни одной происшедшей ошибки, хотя бы я сам или кто другой были ее причиной» [136, с. 76]. Ученый требовал особенно тщательно проверять герметичность зарядных камер. Налаженные с такой тщательностью работы дали и неплохие результаты. Из 301 мины, пролежавшей в морской воде пять месяцев, заряд отсырел только в одной.



С большим вниманием Якоби относился к изготовлению и испытаниям кабелей. Оно производилось с помощью батареи в 96 элементов и чувствительного мультипликатора. Такой проверке подверглись провода, общий вес которых составил 150 пудов (2400 кг). Поэтому можно представить себе трудности этой работы. Для изоляции проводов Якоби применил осмоленную пеньку; она хорошо сохранялась в воде. «Подобный недорогой способ предохранения проводников от порчи, — писал Якоби, — может быть введен в употребление при расположении подводных телеграфических сообщений» [136, с. 78].

Половина мин была снабжена усовершенствованными Якоби запалами Шиллинга, а другая половина имела изобретенные Якоби платиновые запалы, действие которых было основано на нагревании докрасна током тонкого волоска платинового проводничка длиной около 1 см. Действие минной системы было обеспечено 300 парами платиново-цинковых элементов, заключенных

Рис. 33. Оборонительная минная линия Большого Кронштадтского рейда в 1855 г.

для удобства переноски в 25 ящиков. 17 мая работы по минированию Кронштадтского рейда были закончены и началась постоянная служба при минном поле, состоявшем из 200 мин, расположенных в четыре ряда в 400 саженях (около 1 км) перед линией фортов по схеме, изображенной на рис. 33. При помощи бусоли проверялась целостность изоляции проводов, а также совершался объезд минного поля на шлюпке для проверки положения мин относительно горизонта воды. Якоби применил распределитель тока с гиревым двигателем, который подключал батарею к каждой из десяти минных групп на 0,25 с через каждые 2,5 с.

В конце июня Якоби организовал дополнительное минирование Северного фарватера против редута Лисьего Носа. Эта линия мин протяженностью почти 2 км состояла из 97 мин, сведенных в семь групп. Когда велась установка этих мин, 24 июня 1855 г. разразилась гроза, вызвавшая произвольные взрывы 21 уже уложенной мины. Якоби к этому событию отнесся с большой досадой. Поскольку к тому времени он имел уже достаточный опыт по разработке устройств защиты от атмосферного электричества и должен был бы предусмотреть известные ему меры защиты от грозových разрядов. Ведь начиная с 1844 г. он систематически привлекался в качестве эксперта к осмотру громоотводов различных правительственных учреждений — Государственного банка, Таможни и других подчиненных Канкрину организаций. Давал он заключения и о новых изобретениях в этой области. Поэтому Якоби не составило труда сразу же найти средство для предупреждения от повторения описанного досадного случая. «Для доставления беспрепятственного естественного отвода атмосферному электричеству,— писал Якоби,— я почел достаточным распорядиться, чтобы впоследствии при приближении грозы концы всех магистральных проводников непосредственно соединялись с металлическим листом, погруженным в воду, заменяющим второй проводник» [136, с. 81]. Минирование акватории Якоби закончил установкой еще 12 мин на Большом рейде с удаленностью от линии фортов на 4,5 км, т. е. вне выстрелов батареи «Адмирал Литке».

15 мая 1855 г., когда к Кронштадту подошла англо-французская эскадра, ее действия сразу же сковало наличие мощных минных полей. Французский адмирал Пэно жаловался своему морскому министру, что, еще не предприняв никаких боевых действий, его суда уже по-

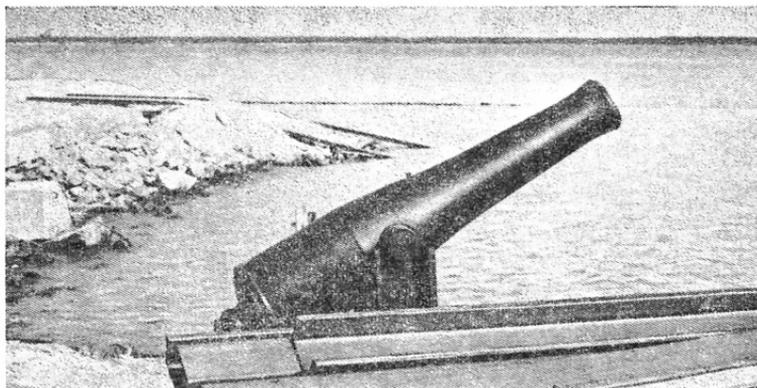


Рис. 34. Пушка одного из английских кораблей, подорвавшихся на минах Б. С. Якоби в 1855 г.

страдали, наткнувшись на мины перед Кропштадтом. Английский контр-адмирал Дандас докладывал лордам Адмиралтейства, что ему в первую очередь приходится принимать меры предосторожности против взрывных машин русских. Попытки Дандаса вылавливать мины с лодок ночью не принесли успеха, а днем к минам не допускал огонь береговой артиллерии. После того как на минах подорвались флагманский корабль «Мерлин», пароходы «Бульдог», «Вальгур», «Фарфляй», стало очевидным, что и вторая балтийская кампания Крымской войны для противников России закончилась неудачно, хотя Дандас имел гораздо больше сил, чем его предшественник в 1854 г. Памятью об этих событиях служит пушка с одного из английских кораблей, поднятая в 1985 г. гидростроителями со дна Финского залива при строительстве защитной дамбы. В нижней части ствола этой пушки имеются следы от осколков мины. Маркировка указывает, что пушка изготовлена в Англии в 1853 г. (рис. 34).

В минировании 1855 г. снова дали возможность принять участие Нобелю. По словам академика Е. В. Тарле, «уже за летнюю кампанию 1854 г. оказалось, что мины Нобеля не могут сравниться с минами Якоби. В них подмок порох, многие сорвались с так называемых минрепов, некоторые взорвались и переранили русскую команду. И все-таки бабушка, ворожившая богатому заводчику Нобелю в 1854 г., продолжала ему ворожить и в 1855 г. Он продолжал сооружать и продавать русскому морскому ведомству свои мины по 100 руб. за штуку. Но бла-

годаря нескольким знающим и честным людям, вроде вице-адмирала Литке, 301 мина Якоби была погружена у Кронштадта на Большом рейде в 400 сажнях на запад от линии фортов Павел—Александр, а также близ Лисьего Носа» [147, с. 44].

Ф. П. Литке сумел добиться отстранения Нобеля от русского минного дела только после окончания второй балтийской кампании. 21 ноября 1855 г. он обратился к военному министру князю В. А. Долгорукову с письмом, в котором отмечает плохое качество мин Нобеля и неудачную систему их устройства. «В настоящем их виде,— пишет он,— мины Нобеля не заслуживают никакого доверия. Если бы предвиделась необходимость употребить их в будущем году опять, то необходимо прежде всего устранить замеченные в них недостатки. От самого Нобеля нельзя ожидать усовершенствования мин, ибо он не принимает ничьих советов» [147, с. 254]. И далее он подчеркивал, что и в решении задачи создания пиротехнической мины отечественная мысль достигла большего успеха. «Механик Яхтман,— пишет Ф. П. Литке,— в гальванической команде, состоящей под управлением академика Якоби, придумал уже пиротехническую мину, которая по производимым над нею прошедшей осенью опытам обещает удовлетворить всем условиям, от такой мины требующимся».

Пока мины подвергались разовым экспериментам, связанным с кратковременным пребыванием в морской воде, ничто не напоминало об опасностях коррозии. Когда же во время балтийских кампаний 1854—1855 гг. они пребывали в морской воде по несколько месяцев, то перед Якоби во весь рост встала проблема борьбы с этим явлением.

Электрохимический характер коррозии был раскрыт еще в начале XIX в. трудами европейских физиков, в том числе В. В. Петрова в 1803, А. И. Шерера — 1808, Ф. И. Гизе — 1813, С. П. Власова — 1820 гг. [116, с. 2612]. Якоби было известно, что Г. Дэви в 1824 г. по заданию английского адмиралтейства решил вопрос о защите меди корабельных корпусов от разрушения в морской воде. Дэви применил так называемые протекторы — куски цинка, прикрепленные к поверхности медного корпуса, которые создавали катодную защиту, препятствуя выделению ионов меди в морскую воду. Наш ученый был убежденным сторонником метода, предложенного Дэви.

Защита от коррозии минных корпусов стала еще более острой, когда для их изготовления решили применить

вместо меди железо. Такая замена стала необходима при массовом изготовлении мин по экономическим соображениям. Железные котлы, предложенные мастером И. Коротковым, обходились в два раза дешевле медных.

Вопрос о протекторной защите железных котлов был передан на рассмотрение в 1857 г. в Морской ученый комитет, который поручил произвести соответствующие испытания не Якоби, а Ленцу. Очевидно, учитывалась большая практика Ленца по изучению свойств морской воды. Во время кругосветного путешествия на шлюпе «Предприятие» под командованием капитана О. Е. Коцебу в 1823—1826 гг. Э. Х. Ленц произвел всесторонние исследования свойств морской воды, в том числе «солености океана на поверхности» [111, с. 77—112]. Ленц провел полугодовые испытания котлов Короткова с протекторами Якоби в воде с соленостью порядка 4%. Б. С. Якоби интересовало воздействие воды Балтийского моря, соленость которого составляла всего 0,66%, в соответствии с чем Якоби и рассчитал установленные им на испытуемых котлах протекторы. Но даже в столь утрированных условиях сказалась положительная роль протекторной защиты, предложенной Якоби.

В 1857 г. закончились работы Б. С. Якоби по электроминной технике. После 17 лет пребывания в Корпусе военных инженеров он был 1 января 1857 г. от него отчислен. Заключительной работой ученого было составление памятной записки с ответами на семь вопросов Морского ученого комитета с целью выбора правильного направления в развитии минного оружия [136, с. 130].

Ученый подчеркнул решающие преимущества гальванических мин с замыкателями перед пиротехническими минами, не поддающимися контролю и управлению. Он отозвался о шариковом замыкателе как наиболее надежном приспособлении такого рода. Он указал, что в конструкции мин, сооруженных в начале 1856 г., уже исчерпаны возможности совершенствования. Об угрозе самопроизвольных взрывов Якоби заметил, что имелся только один случай такого явления по вине грозových разрядов, но предложенный способ (заземление всех проводов во время грозы) исключает возможность таких происшествий. Ученый указал на необходимость при изготовлении мин считаться каждый раз с конкретными условиями их применения, т. е. сообразовать с этими условиями размеры мины, величину заряда, необходимость применения замыкателя и т. п. Относительно целесообраз-

ности продолжать опыты с минным оружием ученый высказался однозначно и положительно¹.

Морское ведомство с почетом проводило Б. С. Якоби. Ему вручили светлую бронзовую медаль на андреевской ленте в память войны 1855—1856 гг. и назначили пожизненную выплату ежегодно 2000 руб. за *усовершенствования по гальванической части*.

Глава X

Союз теории и практики

Свободный от забот вопроса телеграфного строительства и освобожденный от дальнейших забот о развитии минного оружия, Б. С. Якоби получил возможность больше времени уделять интересовавшим его научным проблемам. Правда, правительственные ведомства продолжали обращаться к нему с периодическими поручениями. Особенно часто от него требовали квалифицированного заключения о громоотводах. Объектами экспертизы были громоотводы на пороховых складах и погребах, фортах, маяках, учреждениях и дворцах. Нередко дать заключение о громоотводах поручалось Якоби совместно с Э. Х. Ленцем. И ранее, когда инженерно-техническая деятельность поглощала львиную долю времени, Якоби не прекращал своих научных исследований. На протяжении всей жизни теория и практика выступают у него в единстве, логической взаимосвязи. Каждое изобретение является результатом его научных исследований и многочисленных опытов. И, наоборот, каждое из них побуждало к новым обобщениям и научным открытиям. Эта характерная взаимосвязь в деятельности Якоби наглядно отразилась в тематике его докладов Петербургской Академии наук, которые носили особенно систематический характер в области гальванизма и электромагнетизма.

Вот последовательность этих докладов: 13 декабря 1844 г. — «Об электротелеграфных линиях», 23 января 1846 г. — «О проведении гальванических токов через жидкости», 6 февраля 1846 г. — «О магнитоэлектрических парах», 17 апреля 1846 г. — «Об электротелеграфных ли-

¹ ЦГВИА. Ф. КОПО. 1857 г. Д. 1. Л. 25.

ниях», 27 ноября 1846 г.— «О поляризации проводов», 11 декабря 1846 г.— «О поглощении газов в вольтметре», 24 марта 1848 г.— «Ртутный вольтагометр» [13].

Важную роль в этих сообщениях Якоби играла проблема электрических измерений. Она находилась в центре внимания почти всех его опытов. Еще при исследовании законов электромагнитов в 1838 г. Ленц и Якоби встретились с большими затруднениями при необходимости регулировать силу тока. Единственный тогда известный прием состоял в погружении цинкового электрода в электролит гальванического элемента [111, с. 246]. Столь примитивный прием не удовлетворял задачам, которые ученые ставили перед собой, и Якоби предпринял поиски более совершенных путей регулирования силы тока.

3 сентября 1841 г. Якоби впервые доложил Петербургской Академии наук о вариантах возникшей у него идеи *регулятора электрического тока*, который представлял собой ничто иное как реостат. В одном варианте Якоби его построил на жидком проводнике, в другом — на твердом проводнике [46]. Отдал он предпочтение второму варианту, продолжал его совершенствовать и 18 марта 1842 г. уже доложил его описание [46]. Затем Якоби разработал методику производства при помощи усовершенствованного им второго варианта измерений электродвижущей силы и сопротивления в гальванической цепи [46]. Регулятор электрического тока он назвал сперва вольтагометром, впоследствии просто агометром¹.

Появление инструмента, позволявшего регулировать силу тока путем изменения сопротивления в гальванической цепи, логически вело к потребности снабдить этот инструмент градуировкой. Возникла задача установления единицы для измерения электрического сопротивления, а следовательно, и других параметров закона Ома.

На основании многочисленных опытов Якоби разработал эталон сопротивления, который представлял собой медную проволоку длиной 25 футов (7,62 м), весом 345 гран (22,4493 г) и диаметром 0,75 мм, что соответствовало при температуре 0°С сопротивлению около 6,3 Ом. Якоби впоследствии не без успеха пытался этот эталон распространить в Германии через В. Вебера, демонстрировал и рекомендовал его в Парижской академии наук.

¹ Б. С. Якоби изобрел вольтагометр одновременно и независимо от Ч. Уитстона, который в тот же период создал известный измерительный мостик, получивший его имя [4, с. 123].

Якоби сделал не меньший вклад в дело измерения другого параметра закона Ома — силы тока. В распоряжении физиков к этому времени имелось два прибора: гальванометр и вольтметр.

Гальванометр принципиально не отличался от мультипликатора, сконструированного Л. Нобили в 1825 г., которым так успешно воспользовался П. Л. Шиллинг для своего телеграфа. Им можно было только установить наличие или отсутствие тока, но не измерить его силу. Правда, в 1837 г. К. С. Пулье несколько улучшил положение, построив синус-гальванометр и тангенс-гальванометр, в которых синус или тангенс угла отклонения стрелки прибора оказывались пропорциональными величине протекавшего через него тока¹. Вольтметр был предложен М. Фарадеем сразу после открытия в 1834 г. явления электролиза. Этот прибор позволял судить о количестве прошедшего через него электричества по количеству разложившейся под его воздействием воды.

Таким образом, в распоряжении Якоби имелось два прибора: гальванометр позволял судить об относительной силе тока, а вольтметр — о количестве электричества, прошедшего через какую-либо цепь за определенный промежуток времени. Включая оба эти прибора в электрическую цепь последовательно, Якоби путем многократного сопоставления показаний установил, что «мы можем с уверенностью применить закон, что магнитные и химические действия тока строго пропорциональны друг другу и что мы можем применять с одинаковым правом для измерения силы тока и магнитные гальванометры, и водоразлагающие аппараты» [22].

На основании такого вывода Якоби проградуировал гальванометр при помощи вольтметра и тем самым впервые ввел в научный обиход градуированный на величину силы тока гальванометр, дошедший до нашего времени под названием амперметра.

Продолжая исследования в этом направлении, Якоби пришел к убеждению в целесообразности установления единицы силы тока по его электролитическому действию. Он исследовал множество вариантов выражения силы тока через количество выделенного им при электролизе вещества. Первоначально Якоби предложил принять за единицу силы тока такой, под воздействием которого из

¹ Широкое распространение получил тангенс-гальванометр, усовершенствованный членом-корреспондентом Петербургской Академии наук И. Нервандером.

разлагаемой между платиновыми электродами воды за 1 мин выделяется 1 см³ гремучего газа при нормальном давлении и нулевой температуре. Затем гремучему газу он предпочел водород. В конечном же счете он пришел к выводу, что предпочтительнее для точных измерений избрать вместо газообразного вещества твердое. В результате опробования ряда веществ Якоби остановил свой выбор на серебре, по количеству которого, выделяющегося при электролизе из раствора азотнокислого серебра, он и предложил определить единицу силы тока.

Метод, предложенный Якоби, был настолько удачен, что именно он был принят много позднее, в 1893 г., Международным электротехническим конгрессом в Чикаго для определения единицы электричества, названной ампером, и оставался единственным общепринятым способом определения этой единицы вплоть до 1948 г., когда научно-технический прогресс потребовал от метрологии методов более высокой точности.

Но при жизни Якоби еще предстояла длительная борьба за достижение международного соглашения о единицах измерения. Наоборот, с каждым годом множилось число попыток ввести в обиход все новые единицы для электрических измерений. К концу 50-х годов среди европейских ученых имели хождение 14 различных единиц сопротивления, 5 единиц силы тока и 8 единиц электродвижущей силы.

Якоби убедился, что выражение явлений электричества и магнетизма точным языком цифр составляет лишь частную задачу значительно более широкой проблемы. В то время не лучше обстояло дело с единицами измерения вообще во всех областях человеческой деятельности. Достаточно заметить, что словом «фунт» в разных странах обозначалась 391 различная единица веса, а словом «фут» — 282 различных единицы длины [164, с. 3].

Впервые с этой общей проблемой Якоби столкнулся еще в 1851 г. при посещении Всемирной выставки в Лондоне. Организаторы выставки обратили внимание правительств на урон, который терпит промышленность и торговля от отсутствия общепринятых систем мер и весов, и просили способствовать их унификации. Особенно горячо инициатива англичан была поддержана во Франции, где еще во время революции 1789—1794 гг. была введена десятичная метрическая система. В 1855 г. в Париже было основано «Международное общество для введения единообразной системы мер, весов и монет». Его участ-

ники единодушно приняли декларацию, в которой обосновывалась целесообразность принятия всеми странами однообразной десятичной системы измерений.

Во время Крымской войны Россия не могла послать своих представителей на Всемирную выставку 1855 г. в Париж и присоединиться к этой декларации. Когда же было принято решение о созыве в 1859 г. в Лондоне съезда общества, европейские ученые обратились в Петербургскую Академию наук с приглашением поддержать дело стандартизации измерений и создать в России отделение Международного общества¹. Физико-математическое отделение академии назначило специальную комиссию, которой поручило рассмотреть эту проблему. Возглавил комиссию академик А. Я. Купфер, еще с 1842 г. состоявший хранителем Российских мер и весов и собраний мер и весов иностранных и директором созданной им Палаты мер и весов. В состав комиссии вошли также Б. С. Якоби и М. В. Остроградский. Комиссия высказалась за участие в международном сообществе. Но, по мнению некоторых ученых, в России новые наименования могут не прижиться. Предлагалось поэтому метр назвать новым аршином, километр — новой верстой, килограмм — новым фунтом, децилитр — новым ведром и т. п. [47]. Якоби категорически настаивал на сохранении общепринятых наименований единиц метрической системы, но также категорически возражал против предложения двух членов комиссии изменить существовавшую в России монетную систему²

Отвечая прямым противникам введения метрической системы, Якоби подчеркивал, что в сохранении существующей системы мер и весов заинтересованы только лица, пользующиеся ее сложностью, позволяющей довольно легко обсчитывать, обманывать, обмеривать и обвешивать.

С особой настойчивостью Якоби настаивает на скорейшем введении общепринятых единиц силы тока и электрического сопротивления. По этому вопросу Якоби выступает 27 марта 1857 г. в Петербургской Академии наук с подробным обоснованием своей позиции. Критически анализируя существующие электроизмерительные приборы и методы измерения, он предлагает из них выбрать наиболее рациональные и пригодные для целей точного измерения и положить их в основу единых унифициро-

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 2. Оп. 1. № 5.

² ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 132. Л. 559—566.

ванных приборов и методов. Для обсуждения его выступления назначается комиссия в составе А. Я. Купфера, Э. Х. Лещца, Ю. Ф. Фрицше и Н. Н. Зинина, которая в заключении, представленном 12 июня 1857 г., одобряет усилия Якоби. Воодушевленный этой поддержкой, Б. С. Якоби к середине следующего года заканчивает опыты, касающиеся измерений электрических сопротивлений и об их результатах докладывает 20 августа 1858 г. [48].

К этому времени метрологические работы Якоби, вызванные его собственными научными интересами, получают несколько необычный аспект. Ему как члену Мануфактурного совета поручается исследование вопросов, связанных с техническим контролем качества и количества алкоголя. Питейно-откупочная система усилиями Канкрин, изыскивавшего все новые и новые меры по укреплению царской казны, получила невиданный размах. Для упорядочения сбора налогов от продажи вин была создана особая комиссия. Одной из ее задач было отыскание способа контроля за количеством и качеством отпускаемого алкоголя. На Якоби была возложена обязанность арбитра и эксперта предлагаемых проектами участниками объявленного Министерством финансов конкурса. Объявление об условиях конкурса составил Якоби [49].

В то время как Канкрин проявлял интерес к спиртометрам исключительно ради организации монополии алкогольными напитками, Якоби побуждали заниматься этим вопросом интересы науки. Методы и средства измерения крепости спирта были крайне необходимы научным лабораториям, в первую очередь химикам и фармацевтам. Поэтому Якоби очень скоро нашел единомышленника в лице академика А. Я. Купфера, который предложил основанную им в 1849 г. Главную физическую обсерваторию в качестве места для экспертиз. Там оба ученых испытали в порядке конкурса спиртометры Леловского [50] и Мясковского¹. Описание этих приборов было составлено и доложено Якоби.

Так как ни один из представленных образцов не выдержал испытаний, академик Купфер в 1859 г. сам сконструировал и представил академии два спиртометра. Воспользовавшись тем, что Якоби собирался разрешенный ему 29-дневный каникулярный отпуск провести

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 168. Л. 112—145.

во Франции, Купфер попросил его представить эти изобретения также Парижской академии наук. Выполняя это поручение, Якоби был поражен тем интересом, с каким за рубежом отнеслись к проблеме спиртометрии. У него пробудилось желание самому воплотить накопленные в процессе экспертиз идеи в конкретную конструкцию собственного изобретения. Как увидим, после возвращения в Россию он это желание осуществит.

Проводя в 1859 г. свой отпуск во Франции, Якоби выполнил одно поручение, которое надолго заняло его время и внимание. Дело касалось разработанных французскими химиками С.-К. Девилом и А. Дебре новых методов переработки платиновых руд и особенно платиновых остатков, скопившихся на аффинажных заводах¹. Сообщения об этом заинтересовали Министерство финансов. В России имелись крупнейшие в мире месторождения самородной платины. Она использовалась для чеканки монеты. П. Г. Соболевским совместно с металлургом В. В. Любарским и другими сотрудниками были найдены способы аффинажа сырой платины и превращения ее в ковкий металл.

Сменивший в 1844 г. Канкрин на посту министра финансов Ф. П. Воронченко поспешил изъять из обращения платиновую монету, которая казалась ему источником всевозможных злоупотреблений. Он считал способ получения ковкой платины Соболевского—Любарского чересчур дорогим. Но А. М. Княжевич, заняв в 1858 г. пост министра финансов, стремился восстановить традиции Канкрин, в том числе возобновить чеканку платиновой монеты. Он поручил собравшемуся во Францию Якоби выяснить, пригоден ли метод С.-К. Девиля и А. Дебре для обработки уральской платиновой руды.

Б. С. Якоби это поручение заинтересовало. Применение платины сыграло важную роль во многих его изобретениях. П. Г. Соболевский в бытность членом Комиссии для приложения электромагнетизма к движению машин по способу профессора Якоби непосредственно снабжал его по указанию Канкрин платиновыми пластинами для гальванических элементов, а впоследствии платиновыми спиралями для минных запалов.

Первое знакомство с русской платиной было для Якоби весьма впечатляющим. Для немецких ученых этот

¹ Аффинажный завод — предприятие по очистке сырой платины от нежелательных примесей.

редкий металл был малодоступен. По этой причине К. Гаусс не мог завершить своих исследований о проводимости металлов. В 1835 г. он писал П. Л. Шиллингу следующее: «Я уже исследовал серебряную, медную и стальную проволоку, также и ртуть. Опыт с платиновой проволокой не удался, так как получившаяся слишком большая проводимость вызвала подозрение, что это не платина, и это подтвердилось произведенным химическим анализом. Так как у нас очень трудно достать платиновую проволочку даже в небольшом количестве, то мне хочется просить Вас, если только это будет для Вас не слишком обременительно, по Вашем возвращении в Петербург¹ достать мне некоторое количество оттуда, чтобы вполне выяснить интересный вопрос о проводимости платины. Правда, опыты дают тем более точные результаты, чем большие количества можно взять, а при толщине около 1/3 линии было бы нужно, по крайней мере, несколько футов» [80]².

Можно представить удивление Якоби, когда он впервые соприкоснулся не с «несколькими футами тонкой платиновой проволоки», получить которую составляло заветную мечту знаменитого ученого, а с пудами этого ценного металла, с легкостью предоставлявшимися для опытов русским ученым. Сцену своего первого знакомства с русской платиной Якоби описал следующим образом:

«Я, очевидно, немного задел самолюбие министра финансов, когда в ходе разговора спросил его, можно ли несколько кусков металла платинировать, а еще лучше, если эти куски будут сделаны целиком из платины. «Если Вам нужна платина на 100 000 руб., то Вы и это получите. Это ведь остается короне». Например, Купфер получил для эталонов и разновесов платину на 70 000 руб. У меня выступил от страха пот, когда я заказал у полковника Соболевского для пробы пластину в 20 дюймов длины и 10 дюймов ширины: «Какой толщины она должна быть?» «Такой-то толщины». «Не толще?» «Пожалуй, это было бы лучше». «Если это Вы сочтете необходимым, я велю сделать целые батареи из платины» [1, с. 44].

Уместно отметить, что Якоби, хотя и без успеха, но и сам пытался получить очищенную от примесей

¹ П. Л. Шиллинг в это время находился в Бонне в качестве гостя Съезда немецких естествоиспытателей и врачей.

² ЛО ААН СССР. Ф. 85. Оп. 3. № 47. Л. 2.

ковкую платину, используя для этого гальванические методы, которые удачно применялись для получения чистого золота, серебра, меди и даже железа. Таким образом, судьбы русской платины не были чужды Якоби, и не было причин, которые могли бы побудить его отказаться от поручения получить более достоверные сведения о новом способе обработки платины.

Во Франции С.-К. Девиль и А. Дебре не только охотно информировали Якоби о своих работах, но и проявили заинтересованность в установлении деловых связей с Россией. Отсутствие у них соответствующих количеств сырья лишало их возможности проверить свой метод в промышленных масштабах. Сырую же платиновую руду они даже в малых количествах не имели и вынуждены были проводить опыты, приготавливая искусственную смесь платины и иридия. Французские изобретатели привлекли Якоби к участию в опытах, показав дешевизну и эффективность своего метода. Изготовленные им совместно с изобретателями платиновые медали он представил 5 декабря 1859 г. Парижской академии наук, высоко оценившей эту работу. Все это укрепило у Якоби уверенность в преимуществах нового способа переработки платины, о чем он уведомил Княжевича, выслав и ему образчики платиновых изделий. В ответ министр финансов 26 декабря 1859 г. предписал Якоби предложить французским изобретателям осуществить за счет русского правительства опыты по обработке уральской платиновой руды в промышленных масштабах.

Возвратившись в Россию, Якоби 17 августа 1860 г. доложил министру финансов о результатах совместной работы с С.-К. Девилем и А. Дебре [51], а затем опубликовал небольшую монографию, в которой описал опыты французских химиков, свое участие в них, оценку достигнутых результатов и свои соображения о преимуществе платиновой монеты перед золотой и серебряной. Хотя Якоби несколько преувеличил универсальность метода французских химиков, метод оказался вполне пригодным для обработки уральских платиновых руд. К. К. Клаус, обладавший в этих вопросах непревзойденным авторитетом, признал, что «примесь означенных двух металлов» (родия и иридия) к платине в количестве от 2 до 5% оказывается совершенно безвредной и не сообщает никаких дурных свойств сделанным из такого сплава сосудам и снарядам... Факт этот

весьма важен: в наших платиновых рудах примесь иридия и родия, которые не могут быть отделены с помощью способа Девиля, не превосходит 3 или 4%; следовательно, этот способ мог бы быть употреблен и для непосредственного извлечения металла из руды и мог бы доставить металл, хотя и не совершенно чистый, но такой, который мог бы служить для выделки из него годных к употреблению предметов» [151, с. 68]. «Мог бы служить», но не сослужил полезной службы России. Не в пример могущественному Канкрину его более слабому преемнику Княжевичу не удалось преодолеть силы, заинтересованные в сохранении беспопытного вывоза за границу дешевого русского платинового сырья, который в случае возобновления в России чеканки платиновой монеты был бы сразу прекращен. Установленное оборудование для платинового производства, уже дававшее первые опытные плавки, так и не было использовано по первоначальному назначению.

Дружба между Якоби и Девилом сохранялась до конца их жизни, о чем свидетельствует оживленная переписка последующих лет [145]. По инициативе Якоби Физико-математическое отделение Петербургской Академии наук единогласно выдвинуло Девиля на вакантное место члена-корреспондента академии. Среди многочисленных научных заслуг Девиля академики отделения отметили его работы в области платиновых металлов. 29 декабря 1869 г. С.-К. Девиль был избран в число членов-корреспондентов Петербургской Академии наук.

После возвращения в Россию из Франции Якоби продолжил прежние заботы в области спиртометрии. Он прежде всего обратился к изучению иностранного опыта. В Германии продажа алкоголя производилась под наблюдением Королевской контрольной комиссии, которая ставила клеймо на признанные ею спиртометры. Якоби обнаружил большие погрешности в показаниях этих спиртометров, о чем поставил Петербургскую Академию наук в известность в специальном докладе [52]. Это обстоятельство еще более укрепило его желание осуществить собственные идеи о конструкции спиртометра. Через полтора года чертежи были готовы, и в 1863 г. Якоби представил описание аппарата к заявке на десятилетнюю привилегию на это изобретение, а затем доложил о нем Петербургской Академии наук [52]. Не удовлетворившись достигнутым результа-

том, Якоби внес некоторые усовершенствования в свое изобретение.

Вскоре Якоби пришлось возвратиться к обязанностям арбитра и эксперта предлагаемых в порядке конкурса спиртометров, так как появился новый изобретатель. Якоби пришлось проявить на этот раз большую щепетильность, так как он сам стал изобретателем на этом поприще. Свои указания на недостатки спиртометра Аткинса он тщательно и доказательно обосновал в двух заключениях [53].

Однако закончить и обобщить собственные исследования в области спиртометрии Якоби не позволили обстоятельства, которые отвлекли его почти на 5 лет. Только в 1871 г. ему удалось завершить начатое и опубликовать результаты в капитальной работе «Об устройстве тождественных между собой ареометров, в особенности же металлических алкоголометров со шкалой и прибавочными тяжестями, и о влиянии явлений волосности на показания алкоголометров» [54]. В этой капитальной работе Якоби изложил теоретические основания из которых он исходил при конструировании алкоголометра, разработал простые, удобные для практики формулы, перечислил требования, которые необходимо соблюдать при массовом изготовлении приборов, чтобы добиться их тождественности.

События 1865 г., действительно, внесли в жизнь и работу Б. С. Якоби значительные перемены. 26 января скончался Э. Х. Ленц. 2 марта Якоби был назначен на должность директора Физического кабинета Академии наук, а 26 октября утвержден ординарным академиком по физике. Его избирают в комиссию по составлению правил присуждения Ломоносовских премий, он становится членом комитета Пулковской обсерватории. Ему вменяется в обязанность рассматривать и давать отзывы на десятки поступающих в академию научных предложений, записок, изобретений и просьб. Однако самый большой груз новых обязанностей лег на плечи Якоби после смерти А. Я. Купфера, скончавшегося 23 мая 1865 г. С этого времени Якоби на протяжении ближайших лет занимался главным образом проблемами метрической системы мер в России, разработкой и обсуждением как в академии, так и на международных форумах вопросов единообразия мер, весов, электрических единиц.



Борис Семенович Якоби
(1867 г.)

В 1866 г. Петербургская Академия наук получила приглашение принять участие во Всемирной выставке 1867 г. в Париже. При выставке учреждался Международный комитет о мерах и весах. Физико-математическое отделение Академии командировало Якоби делегатом России в этот комитет. Кроме того, его включили членом специальной комиссии по составлению отчета о Всемирной выставке.

9 марта 1867 г. Б. С. Якоби выехал в Париж, имея на руках составленные им и одобренные Физико-математическим отделением соображения о меропрятиях, с по-

мощью которых Петербургская Академия наук могла бы подготовить повсеместное введение в России метрической системы мер и весов.

Международный комитет решил организовать в отдельных комиссиях обсуждение вопросов, касающихся монетного дела и ареометрии, с тем чтобы в первой комиссии сосредоточить все внимание на главном вопросе о мерах и весах. При этом было проявлено большое уважение к Б. С. Якоби и его научным заслугам, выразившееся единодушным избранием в президенты этой основной комиссии.

15 июня 1867 г. Якоби представил Международному комитету доклад о результатах работы комиссии о мерах и весах. Насыщенный фактами и предложениями, этот доклад обосновывал целесообразность повсеместного введения метрической системы мер и весов из соображений ее соответствия всемирно принятой десятичной системе исчисления, научной обоснованности, экономической целесообразности, возможности точного изготовления образцов.

«Многие люди полагают,— докладывал Якоби,— что экономия, которая получается от введения метрической системы единиц, составила бы $\frac{1}{3}$ того времени, которое теперь уходит на первоначальное образование» [55,

с. 16]. И далее: «Метрическая система единиц позволит промышленникам и торговцам сократить число служащих, которое в настоящее время необходимо для производства встречающихся вычислений» [55, с. 20]. Доклад предлагал ряд мероприятий, которые могли бы облегчить введение метрической системы мер и весов. Предлагалось, в частности, чтобы все научные общества формально обязались употреблять в своих изданиях исключительно метрическую систему. Предлагалось также включить метрическую систему в программу школьного образования в качестве обязательного предмета.

В докладе Якоби подчеркивает международный интернациональный характер метрической системы мер и весов как результат работ как французских, так и иностранных ученых, которые непосредственно участвовали с самого начала (с 1798 г.) в ее разработке. Докладом категорически отрицалась целесообразность присвоения единицам метрической системы мер и весов старых национальных названий.

Но, следует отметить, в докладе нашло отражение ошибочное представление Якоби о том, что для введения метрической системы достаточен только «некоторый срок, необходимый для преобразования народных обычаев и материального состава прежних систем», зависящий от «степени просвещения различных народов». Социальная слепота не позволяла Якоби предвидеть, насколько феодализм будет цепко держаться за старину, надеясь продлить существование своего отжившего строя. Несмотря на усилия передовой русской интеллигенции, ей не удалось преодолеть сопротивление русского царизма; метрическая система мер и весов была введена в нашей стране только после Великой Октябрьской социалистической революции и впервые узаконена в качестве обязательной декретом Совета Народных Комиссаров РСФСР от 14 сентября 1918 г.

Наряду с работой в Международном комитете о мерах и весах Якоби сразу же приступил к ознакомлению со Всемирной выставкой, описание которой он должен был представить своей академии. На выставке весьма широко были представлены многочисленные достижения гальваноластики в разнообразнейших областях техники. Председатель Международного жюри Всемирной выставки Мишель Шевалье предложил Якоби выступить с публичной лекцией о гальваноластике. Лекция со-

стоялась 6 июня в Парижской консерватории искусств и ремесел. В ней Якоби подробно изложил историю открытия им гальванопластики и предъявил свои неоспоримые права на приоритет этого изобретения. Международное жюри авторитетно подтвердило безусловный приоритет Б. С. Якоби в изобретении гальванопластики, единодушно присудив ему за это изобретение 1 июля 1867 г. Гран при и Большую золотую медаль.

Среди экспонатов гальванопластического раздела выставки Якоби особенно заинтересовали представленные неким Фекье образцы железа, полученные путем гальванического осаждения. В беседе с Якоби изобретатель, хотя и был весьма любезен, и даже преподнес нашему ученому образцы осажденного им железа, однако категорически отказался пояснить способы их получения.

Якоби обратил внимание на полученные им образцы молодого инженера Е. И. Клейна, которого командировала на выставку знакомая нам Экспедиция заготовления государственных бумаг. После возвращения в Петербург при содействии Якоби Клейн приступил к исследованию гальванического осаждения железа и довольно скоро добился результатов, превосходивших виденное на Всемирной выставке.

Разработанную технологию получения электролитического железа Клейн успешно использовал для изготовления типографских клише, о чем сообщил в специальной печати, отметив инициативу и поддержку, полученные им при этом со стороны Якоби [101]. Эту поддержку ученый продолжал оказывать и в последующем. На протяжении 1868 г. он трижды выступал в Физико-математическом отделении академии. 20 февраля он продемонстрировал полученные Клейном образцы гальванопластических изделий из железа. 5 марта он зачитал записку о получении гальванопластических осадков из железа и пояснения Клейна о приемах, употребляемых для получения такого рода осадков. 29 октября он представил образцы железных клише, изготовленных Клейном для Экспедиции заготовления государственных бумаг. Якоби продолжал и далее следить за успехами Клейна и даже принимать участие в его опытах, о чем свидетельствуют выступления ученого 24 ноября 1870 г. с сообщением «О некоторых свойствах железа, осажденного гальваническим путем» и 2 мая 1872 г. «О гальваническом осаждении железа при действии сильного электромагнитного соленоида» [57].

Среди контактов с французскими учеными во время посещения Всемирной выставки 1867 г. следует отметить встречу с Г. Планте. Еще в 1859 г. французского физика заинтересовало сообщение Якоби Парижской академии наук об усовершенствовании изобретенной им в 1847 г. контрбатареи и об использовании ее на линиях электромагнитного телеграфа. Контрбатарея Якоби имела платиновые электроды, на которых можно накопить лишь ничтожные количества электрической энергии, что, впрочем, как мы уже отмечали, было не только вполне достаточно, но и более соответствовало целям Якоби, позволяя довольно точно определить требующуюся небольшую емкость аккумулятора.

Планте занялся исследованием явлений, происходящих в контрбатарее Якоби, и в 1860 г. опубликовал первое сообщение об их результатах под заголовком «О замене электродов из платины, предложенных Якоби для электрических телеграфов, электродами из свинца» [187]. Во время встречи на Всемирной выставке 1867 г. Якоби убедился, что Планте продвинулся далеко вперед в своих опытах, которые привели его к созданию свинцовых аккумуляторов.

С этого времени Якоби прекратил заниматься первичными элементами и свое внимание сосредоточил на исследовании вторичных элементов — аккумуляторов. Он был убежден, что их удобнее использовать для приведения в действие электродвигателя, чем первичные элементы. Однако, ориентируясь на существовавший уровень развития электрических генераторов, Якоби предполагал производить зарядку аккумуляторов от первичных элементов. В основном же Якоби был прав. Аккумулятор оказался незаменимым источником питания электрического движителя в некоторых транспортных устройствах.

Важным по своим последствиям было ознакомление Якоби с состоянием эталонов мер и весов, хранившихся в Париже. Поводом к этому послужило поручение Академии наук сравнить с парижским килограммом хранившийся в Петербурге платиновый эталон килограмма. Этот повод Якоби использовал для осмотра прототипов метрической системы мер и весов, хранившихся в Парижском архиве, и пришел к выводу, что они не соответствуют требованиям науки и техники того времени ни по точности, ни по обоснованности. Он пришел к выводу о необходимости пересмотра исходных образцов

метрической системы, изготовления высокой точности эталонов с возможностью передачи их на хранение каждому государству.

На протяжении последующих лет Якоби добился поддержки своей точки зрения со стороны Международного статистического конгресса, Международной геофизической конференции и ряда ученых. 8 апреля 1869 г. он предлагает Физико-математическому отделению академии выступить инициатором созыва Международной комиссии новых прототипов метрической системы мер и весов, которые соответствовали бы требованиям науки и техники. Отделение поручило рассмотреть и конкретизировать это предложение комиссии в составе Б. С. Якоби, Г. К. Вильда и О. В. Струве, которая уже 20 мая 1869 г. представила подробный доклад с обоснованием необходимости созыва международной комиссии для выработки правил изготовления эталонов метрических мер [56]. Отделение в принципе поддержало предложения комиссии, но рекомендовало предварительно обсудить положения доклада с учеными Франции, Англии и Германии. Сделать это было поручено Якоби.

За три месяца пребывания в командировке, с 18 июля по 26 октября 1869 г., Якоби заручился поддержкой ученых трех указанных стран. Особое внимание он уделил французским ученым. Здесь надо было преодолеть убеждение в непогрешимости прототипов, просуществовавших почти столетие под девизом: «Для всех времен и для всех народов!».

16 августа Якоби выступил в Парижской академии наук, ознакомив ее с докладом, сделанным комиссией в Петербургской Академии наук 8 апреля. Желая осветить вопрос как можно подробнее и яснее, он прочитал на заседании Парижской академии наук 18 октября специально подготовленный им доклад, в котором обосновал необходимость созыва Международной комиссии по выработке правил изготовления эталонов-прототипов метрической системы для создания подлинного всеобщего и действительно интернационального единства мер [56].

18 ноября 1869 г. Якоби представил Петербургской Академии наук доклад об успешных результатах своих переговоров по поводу созыва Международной комиссии для обсуждения вопросов, касающихся изготовления нормальных мер метрической системы [56]. Вместе с тем Якоби вынужден был подчеркнуть, что, как ему

стало известно, по-видимому, из чувства ложного национального самолюбия ни в постановлении Парижской академии наук, ни в решении французского правительства о созыве Международного совещания ни словом не упомянуто, что инициатива исходит от Петербургской Академии наук, по поручению которой он, академик Якоби, вошел с этим вопросом в корпорацию французских ученых [188, с. 8].

15 декабря 1869 г. непреременный секретарь Петербургской Академии наук К. С. Веселовский довел до сведения академиков, что русское правительство получило от французского правительства предложение прислать делегацию для решения вопросов о «точном изготовлении вторых эталонов с имеющихся в Парижском архиве». Так как приглашение не только умалчивало инициативу русских ученых, но сводило дело к простому копированию существующих старых прототипов, для рассмотрения вопроса по существу была организована комиссия в составе Б. С. Якоби, Г. К. Вильда и О. В. Струве.

Почти месяц продолжалась переписка с непреременным секретарем Парижской академии наук Ж. Б. Дюма, который в конце концов вынужден был согласиться с критическими замечаниями русских ученых. Только 13 января 1870 г., когда закончились, наконец, эти неприятные переговоры, комиссия смогла представить академии свое заключение [56], следующие строки которого поясняют характер достигнутого соглашения: «Комиссия, принимая во внимание значение цели, которую предположено достигнуть, не нашла нужным поднимать вопрос, касающийся удовлетворения национального самолюбия, которое хотели получить, замалчивая в приглашении инициативу в этом деле нашей академии. Не поднимая вопроса об этом замалчивании, комиссия сделала уступку французским ученым, которым принадлежит создание метрической системы. Однако эта уступка не может помешать критике выражений, в которых изложено приглашение. Их двусмысленность и возможность различной их интерпретации не могли не обеспокоить комиссию, которая сочла нужным выработать точную программу, буквальное выполнение которой она считала непреременным условием принятия приглашения французского правительства» [163, с. 170].

О решении комиссии и существе разработанной ею программы Б. С. Якоби поставил в известность непре-

менного секретаря Парижской академии наук, возглавившего французскую комиссию. Получив от нее удовлетворительный ответ, наша комиссия постановила предложить академии рекомендовать русскому правительству принять приглашение французского правительства.

Получив заключение комиссии, президент академии Ф. П. Литке сообщил министру народного просвещения, «что если бы задача Международной комиссии ограничивалась одним снятием копий с основного метра, то академия наук не сочла бы даже согласным с достоинством России послать особых уполномоченных для участия в трудах подобной комиссии... Однако,— писал Литке далее,— в результате официальных переговоров русских и французских академиков достигнута договоренность, что задачей комиссии будет создать совокупными трудами знатнейших представителей науки из всех стран новый основной метр и зависящие от него единицы веса и емкости, такие, которые соответствовали бы нынешним требованиям науки и могли бы быть приняты для ученого употребления всеми образованными нациями»¹.

Получив 16 июня 1870 г. сообщение о созыве Международной комиссии метрических мер, русское правительство приняло решение о командировании в Париж для участия в работах комиссии академиков Б. С. Якоби, Г. И. Вильда и О. В. Струве. Как и было намечено, собрания комиссии, начавшись 8 августа, продолжались весь месяц. Об успехе русской делегации М. А. Шателен писал следующее: «На этих собраниях русские академики Вильд, Струве и особенно Якоби, по воспоминаниям одного из участников, доминировали над остальными членами. Торжество русской академии было полное: не только был достигнут результат, которого она добивалась, но были приняты все ее рекомендации. Этот результат был достигнут главным образом благодаря трудам Б. С. Якоби, который получил за них ряд благодарностей и адресов от разных стран, в том числе и от Франции. Французское правительство поднесло ему роскошную севрскую вазу с соответствующей надписью. Ваза эта долгое время хранилась в разных местах, но мне в бытность президентом Главной палаты мер и весов удалось достать ее, и теперь она находится в Менделеевском музее Всесоюзного метрологического

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 2. Оп. 1. № 5. Л. 30—31.

института, в который была преобразована Главная палата мер и весов» [163, с. 171].

Происшедшие во Франции в начале сентября в обстановке франко-прусской войны социальные потрясения помешали Международной комиссии завершить свои работы, и они были продолжены в последующие годы уже без Якоби, состояние здоровья которого сильно пошатнулось. Тем не менее он не перестал содействовать делу внедрения метрической системы. 5 июня 1871 г. он выступил на заседаниях созданного Русским техническим обществом Первого Всероссийского съезда фабрикантов, заводчиков и лиц, интересующихся отечественной промышленностью. Он произнес перед участниками съезда большую речь о преимуществах и необходимости введения в России метрической системы мер и весов. 25 января 1872 г. Якоби послал в академию заметку, в которой излагал соображения о возможности повысить точность изготовления образцовых мер длины средствами гальванопластики.

Вынужденный вести домашний образ жизни, Якоби спешит завершить целый ряд начатых ранее или только задуманных работ. Он представляет 19 октября 1871 г. Физико-математическому отделению седьмую серию своих гальванических и электромагнитных наблюдений, содержащую описание ртутного агометра нового устройства, и наблюдений над измерением сопротивлений.

Как уже ранее отмечалось, ученый только теперь впервые находит время для описания своих изобретений семилетней давности в области спиртометрии. Он живо отозвался на просьбу Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии при Московском университете, непременным членом которого он состоял. Общество готовилось открыть в 1872 г. Политехническую выставку и просило Якоби предоставить для экспонирования на выставке коллекцию изобретенных им телеграфных аппаратов и образцы гальванопластических изделий¹.

¹ Выполнение этой просьбы способствовало тому, что эти реликвии нашей отечественной истории техники в сохранности дошли до нашего времени. Коллекция телеграфных аппаратов Якоби содержится в действующем состоянии среди экспонатов Центрального музея связи им. А. С. Попова в Ленинграде. Коллекция образцов гальванопластических изделий находится в фондах Политехнического музея в Москве.



Борис Семенович Якоби
(1872 г.)

С конца 1872 г. сердечные приступы у Якоби приняли систематический характер, но отлежавшись от очередного, ученый вновь садился за работу. Ему особенно хотелось довести до успешного окончания исследования вопросов поляризации и индукции, получившие новое освещение после работ Планте и прокладки трансатлантического кабеля. По этому вопросу Якоби послал Физико-математическому отделению Академии наук донесение следующего содержания, которое было зачитано на заседании 15 января 1874 г.: «С удовольствием имею честь сообщить академии, что бо-

лезнь не вполне помешала мне заниматься предметом, над которым я трудился и прежде и который имеет особое значение в области электричества и магнетизма. Я разумею поляризацию и индукцию, уже нашедшие себе в разных случаях применение и развитие. Должно вспомнить о влиянии, которое высказывают индукционные токи, возбуждаемые при действии электромагнитных батарей, а также контрбатарей, помощью которых мне удалось 25 лет тому назад устранить в телеграфах поляризационные токи, являющиеся вследствие недостаточного изолирования проводников и которым мы обязаны телеграфической связью, соединяющей в настоящее время все части света. Наконец, напомним о поляризационных батареях, которым была посвящена записка, читанная в заседании отделения 27 октября 1870 г. и помощью которых я надеялся достичь полезных применений к электрическим двигателям. Я старался придать этим батареям наиболее удобную форму, что имеет большую важность, хотя и представляет особые трудности. В отношении машин, как было объяснено в упомянутой записке, эти батареи могут получить многостороннее применение будут ли они действовать вдвойне или в своей простейшей форме. Действительно, мой сочлен академик Г. К. Вильд с пользой применил такие батареи к устройству самоотмечающих метеорологических инстру-

ментов, которые скоро будут изготовлены, так что мы предполагаем в ближайшем заседании Отделения представить чертежи и описание таких приборов» [43, с. 278].

Б. С. Якоби успел выполнить свое обещание и подготовить чертежи и описание задуманной *поляризационной батареи*, но это оказалось последней работой в его жизни. На рукописи этой работы, которая хранится в Ленинградском отделении Архива АН СССР¹ рукой его сына Николая сделана следующая надпись: «Еще Б. С. Якоби занимался с механиком Ноаком 26 февраля от 4 до 5 час. пополудни, а скончался в ночь на 27 в 3 1/2 часа».

Борис Семенович Якоби скончался 27 февраля 1874 г., не дожив до своего 73-летия менее полугода. Он похоронен на Смоленском кладбище в Петербурге недалеко от могилы своего старшего друга Павла Львовича Шиллинга.

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 55.

Заключение

Творческая личность на склоне лет все чаще оглядывается на пройденный жизненный путь и стремится осмыслить меру своих достижений и неудач. След таких размышлений оставил и Якоби в виде записки, представленной правительству в 1872 г. [36]¹.

Причины, побудившие написать эту записку, Якоби поясняет «чувством удовлетворенного сознания к своей 37-летней ученой деятельности, посвященной всецело стране, которую он привык считать вторым отечеством, будучи связан с нею не только долгом подданства и тесными узами семьи, но и личными чувствами гражданина». Он пишет, что «гордится этою деятельностью потому, что она, оказавшись плодотворною в общем интересе всего человечества, вместе с тем принесла непосредственную и существенную пользу России».

Отмечая совпадение своей жизни с эпохой великих открытий в области физики, которые и определили принятое им направление ученой деятельности, Якоби пишет, что «не может не остановиться с сожалением на грустной для него мысли, что во многих важных случаях обстоятельства предоставляли ему только возможность инициативы, но не способствовали полнейшему осуществлению пламенного его желания дать означенным научным работам такое развитие, чтобы Россия могла в этом отношении, не прибегая к помощи заграничной техники, сама стать научным и промышленным центром, к которому остальные народы и страны должны бы были обращаться как к источнику научных путей и практических применений».

Якоби подчеркивает, что «со своей стороны, насколько это могло быть достигнуто единичными усилиями одного человека, сделал все, что мог, чтобы при всех своих научных работах в России пользоваться исключительно местными средствами и материалами, избегая по отношению к физико-техническим производствам зависимости от заграничных производителей». Далее ученый

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 299.

характеризует вклад, сделанный им за 37 лет научной деятельности в отечественную науку и технику.

При всей ценности этих высказываний, как и пекрологов и выступлений коллег Якоби непосредственно после его смерти, они ограничены отсутствием исторической перспективы. Истинная ценность и величие содеянного выдающимся человеком познаваемо по прошествии времени, когда этого человека становится возможным рассматривать как историческую личность, а о мере ценности его деятельности становится возможным судить по влиянию на последующее поколение. Ныне мы видим, как, развиваясь в тесном контакте с техникой и будучи ее фундаментом, физика проникла практически во все области промышленности, создав саму возможность появления многих новых ее отраслей.

Физика времен Якоби была уже вполне самостоятельной наукой, но она оказалась неспособной подчинить накопленный к тому времени огромный эмпирический материал интересам наступившей промышленной революции. Над ней довлели старые метафизические теории электрических флюидов, невесомого теплорода и других атрибутов прошлого. Требовалось развитие прикладных физических исследований. Начало развитию физики в тесном контакте с техникой положили труды Б. С. Якоби. Академик С. И. Вавилов так охарактеризовал значение этой стороны деятельности ученого: «Говоря современным языком, Якоби почти во всех областях своей деятельности, какова открытая им гальванопластика, электрические машины, электрический телеграф, электрические эталоны, был техническим физиком. Якоби один из самых замечательных представителей той новой фазы в истории физики, когда ее результаты переходили в технику, электромагнетизм превращался в электротехнику» [74, с. 42—43].

Излагая историю открытия гальванопластики, академик А. Н. Фрумкин подчеркивает, что она «несколько необычна в том смысле, что все стадии — первое случайное наблюдение, систематическое исследование, разработка и промышленное применение в больших масштабах — были осуществлены одним и тем же автором, удивительным образом сочетавшим талант ученого-исследователя и технолога-практика» [153, с. 3].

Явление осаждения металлов на катоде было известно физикам и до Якоби, но только ему пришла мысль о практическом применении этого явления. Изобретение

гальванопластики принесло Якоби шумную популярность, материальное благополучие и известность в мире. Это открытие сравнивали с изобретением книгопечатания или фотографии. Премии, ордена и почетные избрания посыпались на Б. С. Якоби дождем. Тема гальванопластики не сходила со страниц прессы. Так продолжалось несколько лет после открытия Якоби, а затем шум улегся. Лишь производство продолжало совершенствоваться при деятельной помощи Якоби. Благодаря работам Якоби и его многочисленных учеников и последователей Россия и к середине XIX в. сохранила ведущее положение в области гальванопластики и электрометаллургии. Сегодня на любом машиностроительном или приборостроительном заводе независимо от его масштабов присутствует гальванотехника. Без нее современное производство стало немислимым, и специалисты предсказывают, что к концу нашего века средства гальванотехники вырастут в полтора-два раза.

Детище Якоби совершенствуется не только технологически. Дальнейшие исследования уже привели к неожиданному открытию способности металлов растворяться не только на аноде и выделяться не только на катоде, как в этом были убеждены Г. Дэви и М. Фарадей, а вслед за ними и Б. С. Якоби. Группа ученых Академии наук Украинской ССР обнаружила перенос металла с катода на анод при электролизе ионных расплавов, содержащих ионы щелочных или щелочно-земельных металлов. Это открытие использовано для разработки принципиально новых методов в деле, которому отдал столько труда Якоби,— в деле получения чистых металлов.

Толчком к открытию гальванопластики явилась работа Б. С. Якоби над гальваническими элементами, которая привела его к глубокому пониманию механизма их действия. В этом вопросе ученый значительно опередил своих современников. Он первым поставил вопрос и о величине максимальной работы, которую можно получить от химического источника тока. Полный ответ на этот вопрос был получен уже после смерти Якоби. В 1874 г. Д. У. Гиббс опубликовал свои работы, касавшиеся термодинамики химических явлений. В 1882 г. Г. Гельмгольц придал второму началу термодинамики форму, позволившую применить его к изучению химических процессов, что стало одним из основных положений физической химии, окончательно разрешившей вопросы, впервые по-

ставленные Якоби. Открытие гальваноластики, исследование химических источников тока и разработка методов измерения электрохимических величин ставит Б.С. Якоби на одно из первых мест в электрохимической науке XIX в.

Научные открытия и изобретения в области электрохимии явились следствием исследований, предпринятых Якоби ради осуществления чисто инженерной задачи создания электродвигателя, пригодного для практического применения. Однако никаких отправных данных для расчета электродвигателя не существовало. Это привело к важнейшим исследованиям о законах электромагнитов, которыми Якоби сумел увлечь Э. Х. Ленца. Установленные Ленцем и Якоби закономерности долго были единственным инструментом в руках многочисленных конструкторов не только электродвигателей, но затем и динамомаши. В конце 80-х годов XIX в. братья Гопкинсоны вывели формулу для расчета магнитных цепей, так называемую формулу Гопкинсонов, а также построили теорию магнитного потока, которые в дальнейшем стали служить основой для расчетов электромашин.

Познание законов электромагнитов позволило Якоби первым успешно применить их в качестве приемников телеграфных сигналов. Он создает целую плеяду практически пригодных телеграфных аппаратов: с автоматической записью принимаемых сигналов (пишущих), знаку-указывающих (стрелочных), акустических (звонковых и шепчущих), буквопечатающих.

Эти аппараты не только входят в эксплуатацию и модифицируются другими изобретателями. Заложенные в них принципы ложатся в основу всего дальнейшего аппаратостроения, даже выходящего за область телеграфии. Таковы принципы шагового движения, вынужденного синхронизма, системы пуска—остановки, на которых зиждется действие современных стартстопных аппаратов, автоматических телефонных станций, устройств телемеханики и телеуправления и других.

Основываясь на экспериментах Дж. Генри, Якоби впервые сформулировал принцип ретрансляции. Он практически осуществил первый шаг в этом направлении, отделив телеграфную линию от схемы телеграфного аппарата при помощи линейного и местного электромагнитов. Нет необходимости напоминать о важнейшей роли, которую реле играет в современном аппаратостроении. Принцип ретрансляции ныне лег в основу устройства дальних линий связи всех видов и выразительно реализован в со-

временнейших — в радиорелейных линиях и спутниковой связи.

Успех прокладки первых подземных линий электротелеграфа зависел от качества изоляции кабелей, и перед Якоби встала задача исследования свойств различных диэлектриков и разработки методов испытания кабелей. Разработанные им методы измерения сопротивления жил кабеля, токов утечки и потерь в линии позволили Якоби обеспечить работоспособность первой в мире достаточно протяженной телеграфной линии. В дальнейшем эти методы были восприняты изобретателями, совершенствовались и получили комплексное исполнение в виде кабельных приборов, ставших незаменимым устройством при эксплуатации кабельных линий. Придуманый Якоби способ нейтрализации искажающего телеграфный сигнал влияния утечки в кабелях путем скрещивания проводов был впоследствии широко использован в воздушных многопроводных магистральных связях для устранения взаимного влияния цепей друг на друга. Сконструированная Якоби для нейтрализации действия экстратокков контрбатарея явилась прообразом электрического аккумулятора, сохранившего важное значение и в современной электротехнике.

Такова цепь исследований, открытий и изобретений, характеризующаяся единством и логической последовательностью, и, выражаясь современным языком, обратной связью между всеми этими сторонами деятельности Якоби.

Как бы ни был талантлив Якоби, он не мог бы достичь всех этих поразительных результатов без характерного для его деятельности широкого систематического общения и обмена мнениями со своими современниками. Огромны масштабы его научной переписки как с отечественными, так и с иностранными учеными. Эпистолярное наследие Якоби, содержащееся среди документов, приобретенных в 1933 г. у его наследников Архивом АН СССР, насчитывает тысячи писем, тематика которых охватывает весь круг интересов ученого.

Велика роль Якоби в качестве военного инженера. Его достижения обеспечили на длительное время превосходство русским вооруженным силам в обладании самым совершенным миным и ракетным оружием. Русская армия ранее других армий приняла на вооружение средства электрического телеграфа. В конце жизни Якоби подытожил результаты своей деятельности на этом по-

прище, заявив, что они «займут страницу в истории военного искусства — страницу, которая будет заполнена целиком по инициативе русской военной инженерной науки»¹.

На основе созданной под руководством Якоби в 1840 г. учебной команды лейб-гвардии саперного батальона в 1856 г. было организовано Техническое гальваническое заведение, ставшее первым в мире учебным заведением по подготовке электриков всех уровней. Питомец этих учебных заведений М. М. Боресков, сам затем ставший одним из организаторов подготовки специалистов-электриков, внес весьма весомый вклад в развитие минной электротехники и минноподрывного дела и стал одним из организаторов в 1874 г. еще одного специального электротехнического учебного заведения — Минного офицерского класса и школы в Кронштадте. Другой питомец Технического гальванического заведения, на работе которого сказалось влияние Якоби, был П. Н. Яблочков, прославивший русскую электротехнику изобретением электрической свечи. Менее известно, что П. Н. Яблочков явился непосредственным продолжателем опытов Якоби в поисках гальванического элемента, который мог бы стать полноценным источником дешевой электрической энергии широкого применения. Уголь, сжигаемый в паровой машине, производил работу, обходившуюся значительно дешевле, чем такая же работа, которую мог выполнить лучший из элементов Якоби. Положение, естественно, не изменилось и после появления динамомашин.

Перспективу в решении задачи П. Н. Яблочков увидел в создании так называемого топливного элемента, т. е. такого, в котором вырабатывалось бы электричество в результате прямого химического воздействия непосредственно на уголь или иное топливо. Поиски изобретатель начал с опытов над гальваническим элементом, имевшим в качестве отрицательного электрода — электрод из угля, затем из натрия или калия, и завершил их устройством так называемого автоаккумулятора — трехэлектродного элемента, составленного из легко окисляемого металла (натрия, цинка или железа), менее окисляемого электрода, способного собирать водород (свинцового или угольного), и третьего, способного собирать кислород (угольного). О масштабах предпринятых Яблочковым изысканий можно судить не только по их продолжительности, занявших период с 1876 по 1892 г., но и по числу подан-

¹ ЛО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 92. Л. 2.

ных на этот предмет за этот срок заявок и выданных ему патентов и привилегий, всего в количестве двенадцати, не считая дополнительных сертификатов к ним.

Несмотря на заблуждения Яблочкова в некоторых вопросах теории и существенные недостатки разработанных им гальванических элементов, его заслуги в этой области по оценке академика Фрумкина «исключительно велики». Он впервые поставил задачу о прямом превращении химической энергии топлива в электрическую, наметил пути к осуществлению этой задачи и внес целый ряд практических предложений, сохраняющих свое значение до сих пор.

Влияние Якоби сказалось на деятельности многих других военных инженеров. Изобретатель первой в мире электробаллистической установки К. И. Константинов писал, что «был наведен на применение электромагнитов к определению начальных скоростей снарядов публичными опытами, производившимися тогда нашим академиком Якоби». В 1850 г. Якоби был привлечен вместе с Константиновым к наблюдению за опытами француза Аршро с дуговой лампой. После того как эти опыты оказались неудачными, Якоби поощрил Константинова самому заняться этим вопросом, что тот блестяще выполнил вместе с А. И. Шпаковским, создавшим «электрическое солнце» [61, с. 33].

Якоби побуждал к изысканиям в интересовавших его направлениях также питомцев Петербургского университета. По определению университета В. Кайданов был удостоен золотой медали за разработку вопросов устройства электродвигателя и электромагнитного телеграфного аппарата.

Ученик Ленца А. С. Савельев посвятил себя исследованиям, развивавшим идеи Якоби. По представлению Якоби и Ленца Савельеву была присуждена Демидовская премия за исследование «О гальванической проводимости жидкостей». Магистерская диссертация Савельева была посвящена вопросу, исследовавшемуся Якоби, «О поляризации в гальванической цепи». Савельев неоднократно выступал в печати с освещением работ Якоби. Один из наиболее выдающихся учеников Ленца, ставший впоследствии его преемником, Ф. Ф. Петрушевский посвятил свою магистерскую диссертацию вопросу «О способах определения полюсов магнитов и электромагнитов». «Деятельность петербургской школы физиков (Ф. Ф. Петрушевский, О. Д. Хвольсон, И. И. Боргман и др.), — пишет

по этому поводу С. И. Вавилов, — на многие годы определилась влиянием Ленца и Якоби» [74, с. 40].

Таковы были традиции, господствовавшие в Петербургском университете, созданные работами Ленца и Якоби, когда с новым поколением студентов в него поступил будущий изобретатель радио А. С. Попов. После окончания университета Попов стал преподавателем Минного офицерского класса. Атрибуты проводной телеграфии, впервые созданные Шиллингом и Якоби (мультипликаторы, электрические звонки, реле, пишущие устройства), позволили Попову создать необходимые индикаторные элементы для приема и воспроизведения передаваемых без проводов электрических посылок.

Существенной была поддержка со стороны Якоби прогрессивных начал не только в вопросах, интересовавших его самого. В 1845 г. совместно с М. В. Остроградским он представил Петербургской Академии наук отзыв о счетной машине, разработанной З. Я. Слонимским на основе численно-теоретических расчетов А. Крелля, как о чрезвычайно остроумном и вместе с тем простым в обращении изобретении. За это изобретение Слонимскому была присуждена Демидовская премия. Вторично Слонимский обратился к Якоби за поддержкой в 1861 г. по поводу разработанной им впервые в истории телеграфии схемы квадруплексного телеграфирования. Описание этого изобретения, которое Слонимский опубликовал в 1859 г., Якоби представил Физико-математическому отделению академии, тем самым утвердив приоритет изобретателя.

Являясь членом Комиссии по присуждению Демидовских премий на протяжении 13 лет (1852—1864), Комиссии по присуждению Ломоносовских премий на протяжении 8 лет (1865—1872) и целого ряда временных комиссий, Якоби приходилось высказываться по вполне далеким от него вопросам, лежащим в области чистой математики, прикладной и теоретической механики, химии, астрономии и даже медицины. Всего же за свою жизнь Якоби представил академии 61 отзыв, в том числе 43 индивидуальных.

Плодотворна была деятельность Якоби в деле выдвижения кандидатур к избранию в академию. Все предложенные или поддержанные им кандидатуры в академии известны своими значительными вкладами в науку. Это геолог Г. В. Абих (избран академиком 1853 г.), химик Н. Н. Зинин (1858), геофизик Л. М. Кемц (1865), астро-

ном А. Н. Савич (1862), механик О. И. Сомов (1862), астроном О. В. Струве (1856) и математик П. Л. Чебышев (1856).

Своими трудами Якоби способствовал международному престижу русской науки. Он первым сделал попытку придать международный характер эталонам электрического сопротивления и электрического тока. По его инициативе и при непосредственном участии была создана Метрическая конвенция и организован Международный комитет мер и весов. В признании международного значения его собственных заслуг Б. С. Якоби избирался в почетные члены Британского общества поощрения полезных искусств (1840), Шотландского общества искусств (1840), в члены-корреспонденты Туринского королевского общества (1841), в члены Физического общества во Франкфурте (1843), в почетные члены Коринфского палатинского общества для формации и техники (1843), в члены Датского общества северных древностей (1843), в корреспонденты Неаполитанской академии наук (1844), в корреспонденты Ломбардо-Венецианского института в Милане (1844), в члены Голландского общества наук в Гарлеме (1856), в члены-корреспонденты Геттингенского общества наук (1864), в члены-корреспонденты Шербургского общества естественных наук (1866), в корреспонденты Общества наук в Роттердаме (1867) и иностранные члены Бельгийской академии наук (1867).

Русские ученые в признание заслуг Б. С. Якоби избрали его в члены Российского вольного экономического общества (1840), в почетные члены Харьковского университета (1858), в непрременные члены Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии при Московском университете (1869). Ф. Ф. Петрушевский ввел в читавшийся им в Петербургском университете и затем изданный отдельной книгой «Курс наблюдательной физики» подробные сведения о работах Якоби (электрические измерения, электромагнетизм, гальваноопластика, электродвигатель) [129]. О. Д. Хвольсон издал отдельной книжкой в 1884 г. читавшиеся им «Популярные лекции об электричестве и магнетизме», содержащие подробные описания изобретений Якоби (гальваноопластика, телеграф, электродвигатель) и его теоретических работ. На обложке своей книги автор поместил изображение телеграфного аппарата Шиллинга.

В самых отдаленных уголках России рос интерес к электротехнике, появлялись изобретатели — электрики.

Теоретические и практические вопросы электротехники все чаще поднимались на собраниях существовавших общественных организаций научной интеллигенции: Русского физического общества (РФО), основанного в 1872 г. при Петербургском университете, Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии (ОЛЕАиЭ), созданного в 1863 г. при Московском университете, Русского технического общества (РТО), организованного в Петербурге в 1866 г. Однако для первых двух обществ вопросы электротехники не были кровными. Их членов интересовали вопросы теории электричества и магнетизма. Поэтому сообщения об изобретениях В. Н. Чиколева, сделанные в Москве, и об изобретениях П. Н. Яблочкова, сделанные в Петербурге, не встретили там заинтересованного обсуждения и поддержки.

Естественным было тяготение электриков к Русскому техническому обществу. Однако существовавшие в РТО пять отделов занимались вопросами, далекими от электротехники. Каждый из них обозначался порядковой римской цифрой, которая и служила ему наименованием: I отдел занимался вопросами химических производств и металлургии, II — механической технологии, III — механики и машиностроения, IV — архитектуры, V — фотографии. Интерес, который, как мы ранее отмечали, многие фотографы проявляли к гальванопластике, первоначально поощрил электриков сделать попытку сгруппироваться вокруг V отдела, но она не нашла поддержки.

В 1879 г. П. Н. Яблочков, А. Н. Лодыгин и В. Н. Чиколев при поддержке О. Д. Хвольсона и других физиков приступили к организации в составе РТО VI отдела — электротехнического. Потребность в объединении русских электриков была настолько острой, что реализация всех аспектов этого дела сразу привлекла многих деятельных помощников и поэтому отдел был организован в течение считанных недель.

Первая встреча 56 членов нового отдела состоялась 11 января 1880 г. На этом собрании был избран председателем VI отдела Ф. К. Величко, его заместителем П. Н. Яблочков и членами правления В. Н. Чиколев, Д. А. Лачинов, А. Н. Лодыгин, А. И. Шпаковский, И. Н. Деревянкин, Н. М. Алексеев, В. А. Воскресенский, М. А. Котиков, В. И. Святский и Э. Х. Миллер. Членам правления VI отдела РТО было присвоено звание непременных членов. В основном (за исключением четырех человек) это были питомцы военных электротехнических

учебных заведений, живших традициями и памятью о Б. С. Якоби. Кроме того, в число действительных членов отдела было принято 13 человек.

На втором собрании VI отдела, состоявшемся 18 февраля 1880 г. В. Н. Чиколев внес важное предложение о создании специального электротехнического журнала, которое было единодушно поддержано. На собрании 10 марта уже было сообщено, что издание журнала соответствующими органами разрешено, а 19 мая была создана редакция журнала во главе с В. Н. Чиколевым. 1 июня 1880 г. вышел первый номер ныне старейшего в мире электротехнического журнала — «Электричество»¹. Невозможно переоценить роль, которую сразу стали играть VI отдел РТО и его журнал «Электричество» как в развитии и формировании отечественной научно-технической мысли, так и в сохранении традиций и наследия выдающихся русских ученых и изобретателей.

В этом отношении весьма важным оказалось первое же крупное мероприятие, предпринятое молодым Объединением русских электриков. Имеется в виду первая в мире электротехническая выставка². Она привлекла к деятельности отдела много новых лиц из среды инженеров и техников, предпринимателей, работников телеграфных учреждений и железных дорог, военных и морских специалистов.

Заинтересованное участие такого широкого круга людей позволило подготовить выставку в удивительно короткие сроки и открыть ее уже 27 марта (8 апреля) 1880 г. в Соляном городке «что у Пантелеймонова (б. Цепного) моста» в доме предоставленном еще ранее Русскому техническому обществу для организации в нем Музея прикладных знаний³. Экспозиция открывалась работами Шиллинга, Якоби и Ленца, впервые ставшими, таким образом, доступными для всеобщего обозрения. Особый интерес вызывали у посетителей две гальванопластические коллекции. Первая из них содержала 45 образцов гальванопластических изделий, выполненных самим Б. С. Якоби на протяжении 1839—1842 гг. Сын ученого Н. Б. Якоби систематизировал образцы по времени их

¹ В июле 1955 г. был выпущен юбилейный номер журнала со статьями известных советских специалистов, освещавшими достижения отечественной электротехники за 75 лет.

² За границей первая электротехническая выставка была организована лишь спустя год, в 1881 г., в Париже.

³ Ныне: Соляный переулочек, дом 17, что у моста Пестеля.

изготовления таким образом, что коллекция давала наглядное представление о ходе постепенного совершенствования ученым своего изобретения. Начало было положено изготовлением в январе—феврале 1839 г. семи пластинок с фамилиями коллег и знакомых, которые предназначались для изготовления визитных карточек. В апреле Якоби послал М. Фарадею пластинку с дарственной надписью на английском языке. Дубликат этой пластинки, сохранившийся в семье ученого, также был представлен в коллекции. Затем следовали более сложные изделия, полученные в июне,—пластинки-клише с изображениями государственного герба.

Набор типографских шрифтов для Экспедиции изготовления государственных бумаг, копии семи разных медалей, среди которых была копия медали, выпущенной в ознаменование окончания строительства Пулковской обсерватории, а также копии с дагерротипа «Берега Невы» свидетельствовали о качественно новом достижении в сентябре 1839 г. К концу этого года ученый уже изготовлял копии с рельефов такой сложности как «Телемак» или «Сцена из Одиссеи» работы Ф. П. Толстого. К этому времени ученый настолько усовершенствовал приемы и оборудование, что выполнил ряд целевых гальванопластических копий. В числе экспонатов коллекции выставки была представлена выполненная Якоби копия медного рубля, выпущенного Екатеринбургским монетным двором, оригиналом которой владел академик Ф. И. Шуберт. Эта так называемая шубертова плата стала экспонатом Эрмитажа. В коллекции экспонировались изделия, выполненные Якоби в последующие 3 года для разных практических надобностей, например клише для печати именных почтовых конвертов.

Изделия, изготовленные собственноручно Б. С. Якоби в последующие 1840—1842 гг., были представлены в экспонировавшейся на выставке коллекции не менее полно и свидетельствовали о дальнейшем совершенствовании им технологии гальванотехники. Среди этих экспонатов наиболее интересными были дубликат медали весом 23,4 г, изготовленной путем гальванического осаждения золота, преподнесенной Якоби в феврале 1840 г. Британской ассоциации содействия развитию науки; гальванопластические доски для гальванографии; гальванопластические снимки с камней Эрмитажа.

Б. С. Якоби, добившись столь блестящих результатов и наглядно доказав практическую ценность разработанной

им технологии, в конце 1842 г. прекратил систематическое изготовление гальванопластических изделий. Коллекцию завершало лишь несколько более поздних работ ученого, выполненных им в порядке исключения. Таковы были копии китайских монет, изготовленные ученым в 1844 г. по просьбе академика Х. Д. Френа для Азиатского музея Петербургской Академии наук, и два больших лимба весом в 3 и 4 кг, изготовленных для Московской политехнической выставки 1872 г.

Не менее интересна была и вторая коллекция. Она представляла образцы гальванического железа и состояла из 45 предметов, изготовленных Е. И. Клейном под руководством Б. С. Якоби. Эта коллекция позволяла проследить как от трех опытов осаждения железа на медный слой в 1867 г., в следующем году уже было проведено 10 опытов осаждения железа на медные пластинки с последующим снятием с медной матрицы, а в 1869 г., уже удалось изготовить 7 медальонов, осажденных на матрицы, покрытые никелем, медью, оловом и цинком. Одиннадцать железных стереотипов и шрифтов, изготовленных в 1870 г. для выпуска тиража «Указа правительствующего сената», и портреты А. Гумбольдта и В. Шекспира выразительно заключали серию экспонатов этой коллекции.

Первая электротехническая выставка специально не преследовала задачу исторического характера, а в основном была посвящена современным ей электротехническим достижениям и изобретениям. Ее разносторонний и содержательный характер обеспечил высокую для того времени посещаемость: за 31 день демонстрации выставку посетили 6187 человек.

В последующие годы, помимо периодической организации электротехнических выставок, подобных первой, на которых неизменно присутствовали экспонаты, характеризующие работы Шиллинга и Якоби, VI отдел создал две юбилейные выставки, приуроченные к 100-летию со дня рождения П. Л. Шиллинга (в 1886 г.) и 50-летию изобретения гальванопластики Б. С. Якоби (в 1889 г.). «Признавая своим долгом восстановить право нашего соотечественника на великое изобретение, имеющее мировое значение», — читаем мы в решении VI отдела РТО, — «почтить память Павла Львовича Шиллинга торжественным чествованием столетней годовщины со дня его рождения, для каковой цели создать комиссию во главе с председателем отдела Ф. К. Величко в составе М. М. Бо-

рескова, Н. Е. Славинского, С. А. Усова, О. Д. Хвольсона, Н. Г. Писаревского». Чествование состоялось 22 апреля 1886 г. в Соляном городке. Помимо докладов, подготовленных членами комиссии с жизнеописанием Шиллинга, обзора развития телеграфии было продемонстрировано действие телеграфа Шиллинга. В специально изданной брошюре по поводу этой демонстрации говорилось следующее: «Аппарат Шиллинга, здесь выставленный, хранился долгое время в императорской Академии наук, затем был передан в бывший телеграфный департамент, восстановлен механиком И. Н. Деревянкиным и составляет ныне драгоценную собственность Музея Главного управления почт и телеграфов...¹ аппарат этот послался на Всемирную парижскую выставку 1878 г., на Венскую электрическую 1883 г. и на две здешние выставки в Соляном городке...» [99]. Добавим, что такова же была судьба телеграфных аппаратов Якоби, с той лишь разницей, что они начали свое путешествие с Московской политехнической выставки.

С целью «почтить пятидесятилетие гальванопластики устройством в Соляном городке в марте 1889 г. юбилейной выставки с торжественным чествованием памяти ее создателя — академика Бориса Семеновича Якоби» была создана Особая организационная комиссия под председательством М. М. Дешёва в составе М. М. Борескова, С. К. Джевецкого, Ф. Л. Крестена, Н. А. Иосса, Г. Н. Скамони, Н. Е. Славинского, В. Н. Срезневского, О. Н. Степанова, В. Я. Флоренцова и О. Д. Хвольсона. Комиссия уделила особое внимание организации исторического раздела выставки. Задача, которую она поставила перед собой, «представить историю открытия гальванопластики в сохранившихся предметах времен изобретателя ее Якоби, сочинениях о гальванопластике, имеющих историческое значение, и переписке Якоби по этому предмету с разными лицами» благодаря ее предприимчивости была с честью выполнена. Вдова и сын ученого предоставили выставке эпистолярное наследие Якоби (письма к Гумбольдту, Фарадею и др.), обстановку его рабочего кабинета (письменный стол со всеми предметами на нем, книжные полки с 19 книгами, характерными для научных интересов и практической деятельности Якоби, шкаф с собственноручно им изготовленными гальванопластическими изделиями.

¹ Ныне: Центральный музей связи имени А. С. Попова.

Усилиями членов комиссии были собраны подлинные экземпляры приборов, разработанных Якоби (реостат, ртутный вольтметр, магнитоэлектрическая машина, контрбатарея, спиртометр и др.). В качестве экспонатов были привлечены предприятия, которые начинали свою деятельность в области гальванопластики под руководством Б. С. Якоби. Экспедиция заготовления государственных бумаг представила 201 изделие гальванопластики, составившее коллекцию, приобретенную у наследников Якоби. Военно-топографический отдел Главного штаба представил 16 гальванопластических копий с гравировальных досок. Управление гальванической частью Инженерного корпуса представило 16 приборов и принадлежностей, служивших Якоби при первых электротехнических опытах и исследованиях военного назначения.

Два других раздела выставки демонстрировали использование гальванопластики в отечественной металлургии и химии, в искусстве и графике. Представленные в них частными мастерскими, предприятиями и отдельными лицами экспонаты свидетельствовали, что Россия и после кончины изобретателя гальванопластики сохранила ведущую роль в деле ее совершенствования и развития.

Опыт организации русских электротехнических выставок, приобретенный VI отделом РТО, весьма пригодился для убедительной демонстрации отечественных достижений за границей. Первый случай для такого показа представился уже в 1881 г., когда на I Международный конгресс электриков в Париже была приглашена от России делегация в составе А. Г. Столетова, Н. Г. Егорова, Р. Э. Ленца, М. П. Авенариуса, В. Н. Чиколева и Ф. Окшевского. Одновременно с работой конгресса на Елисейских полях была развернута большая выставка. Было представлено 30 работ русских ученых и инженеров, в том числе коллекции телеграфных аппаратов Шиллинга и Якоби, работы Якоби по гальванопластике, описанная выше коллекция образцов осажденного железа и др. Комиссаром русского отдела выставки был назначен Д. А. Лачинов.

Работы русских ученых и изобретателей, особенно же изобретения Шиллинга и Якоби, были представлены повторно, но еще более впечатляюще, на Всемирной выставке 1900 г. в Париже. На этот раз VI отдел РТО издал обстоятельное описание русских экспонатов на русском и французском языках [126].

Все это способствовало тому, что в западно-европейской печати стали появляться указания на изобретения Шиллинга и Якоби не только в отдельных статьях, но и в капитальных историко-технических исследованиях. Так, в авторитетном французском журнале «*La lumière électrique*» появилась серия статей А. Горо по истории телеграфа, содержащих подробное описание телеграфов Шиллинга и Якоби, иллюстрированное рисунками, выполненными с представленных на выставке экспонатов. Включил в свои монографии подобный же материал и английский историк техники связи Дж. Фейай, публиковавшийся в журнале «*The electrician*». В иностранной литературе имя Якоби стало систематически появляться в связи со всем кругом вопросов электротехники, которых касались его работы. В своих капитальных трудах по истории электротехники значительное место работам Якоби отвели Е. Хоппе (1884), Г. Альбрехт (1885), по электрохимии — В. Оствальд (1896). Не обошел вниманием работы Якоби многотомный труд по истории физики Ф. Розенбергера (1887—1890), а также известный справочник по истории естествознания и техники Л. Дармштедтера (1892).

Следует подчеркнуть, что электротехнические выставки сопровождались появлением в отечественной печати значительного числа новых публикаций о работах Якоби. При его жизни, если исключить ежегодную официальную информацию в Бюллетенях (с 1837 г.) и Отчетах (с 1871 г.) Академии наук, а также исключить многочисленные (свыше 100) небольшие хроникальные заметки, появлявшиеся в петербургских периодических изданиях, то на долю обстоятельных публикаций о работах Б. С. Якоби останутся единицы. Это уже упоминавшиеся работы учеников Э. Х. Ленца диссертационного характера и несколько рецензий на сочинения самого Б. С. Якоби [112].

Первая попытка дать более или менее обстоятельное описание работ ученого была сделана академиком Г. К. Вильдом в 1875 г. в публичном заседании Академии наук, посвященном памяти Б. С. Якоби [75]. К юбилейной выставке, посвященной 50-летию гальванопластики, были опубликованы более менее обстоятельные работы А. А. Ильина [93] и М. М. Дешеева [88].

Основная же масса книг и статей, отражавших с достаточной полнотой деятельность Б. С. Якоби, появилась лишь после Великой Октябрьской социалистической ре-

волюции. Этому в значительной степени способствовали исследования архивных фондов Академии наук СССР Г. А. Князевым и Л. Б. Модзалевским, результаты которых они опубликовали в 1933—1934 гг. [119], сотрудников Центрального музея связи им. А. С. Попова и Ленинградского государственного исторического архива, опубликовавшие в 1966 г. архивные материалы по истории связи в России [117], сотрудников Центрального государственного архива военно-морского флота и исторического отдела Военно-морского министерства СССР, опубликовавшие в 1951 г. документы Комитета о подводных опытах [136]. Большую роль сыграло опубликование переводов на русский язык статей Б. С. Якоби об электродвигателе, подготовленное Д. В. Ефремовым и М. И. Радовским в 1933—1934 гг. и по вопросам электхимии, подготовленное под руководством академика А. Н. Фрумкина в 1957 г. [153]. В 1953 г. увидел свет первый, действительно почти исчерпывающий библиографический указатель опубликованных трудов Б. С. Якоби и литературы о его жизни и деятельности, созданный многолетним трудом М. Г. Новлянской [124].

Перечисленные издания облегчили задачу обобщения деятельности Б. С. Якоби, осуществленную Л. Д. Белькиным, Т. П. Кравцом, В. Ф. Миткевичем, А. Н. Фрумкиным и их многочисленными учениками.

Сессия Общего собрания Академии наук СССР, состоявшаяся 5—11 января 1949 г., посвященная истории отечественной науки, открыла новый период в ее формировании, направив усилия советских историков на выполнение сформулированной В. И. Лениным задачи «диалектической обработки истории человеческой мысли, науки и техники» [77, с. 11].

Советский народ высоко оценил деятельность Б. С. Якоби. В ряду десяти мемориальных досок, установленных в 1949 г. на академическом доме Васильевского острова в Ленинграде, третье место после посвященных В. В. Петрову и М. В. Остроградскому, заняла доска, свидетельствующая, что в этом доме жил «знаменитый физик и электротехник Борис Семенович Якоби». «Имя академика Якоби,— заявил академик С. И. Вавилов,— выдающегося физика, гениального электротехника и изобретателя по праву должно быть поставлено наряду с другими славными именами академиков-физиков — Ломоносова, Эйлера, Эпинуса, Петрова».

Основные даты жизни и деятельности Б. С. Якоби

- 1801 г. 9 сентября — родился в Потсдаме
- 1829 г. 20 мая — получение диплома об окончании Геттингентского университета и присвоение звания архитектора
- 1834 г. 27 марта — первая демонстрация модели электродвигателя в Кенигсбергском университете
- 1835 г. 12 июня — присуждение Кенигсбергским университетом звания доктора философии
4 июля — утверждение в должности экстраординарного профессора гражданской архитектуры Дерптского университета
- 1837 г. 16 марта — получение первой гальванопластической копии
13 мая — первый приезд в Петербург и начало разработки судового электродвигателя
- 1838 г. 13 сентября — первое плавание шлюпки, движимой электромагнитным двигателем, изготовленным на Ижорском заводе
- 1839 г. 17 июля — официально привлечен к работам над усовершенствованием гальванических мин; начало работ по электротелеграфии
8 августа — организовал второе плавание электромагнитной шлюпки с питанием от батареи из платиноцинковых гальванических элементов
15 октября — привлечен к работе созданного военным ведомством Комитета о подводных опытах
29 ноября — избран адъюнктом Петербургской Академии наук по практической механике и теории машин
- 1840 г. 17 апреля — присуждена Демидовская премия за изобретение гальванопластики
20 июня — начаты опыты по взрыву подводных гальванических мин
- 1841 г. 13 октября — распоряжение Инженерного ведомства проложить подземную линию и установить телеграфную связь между Зимним дворцом и Главным штабом
- 1842 г. 18 марта — начало прокладки линии пишущего электромагнитного телеграфа Петербург—Царское Село
7 мая — избран экстраординарным академиком по прикладной математике
- 1843 г. 14 октября — ввел в действие подземную линию электромагнитного телеграфа, проложенную между Петербургом и Царским Селом
- 1844 г. 10 октября — успешное завершение испытаний в Ораниенбауме ртутных соединителей и «телеграфических» мин
- 1847 г. 13 мая — утвержден ординарным академиком по технологии и прикладной химии
15 июля — успешная демонстрация действия системы электрического минирования, убедившая принять ее на вооружение морской обороны

- 1848 г. 24 марта — изобретение ртутного вольтметра
- 1851 г. 16 июля — командирован по распоряжению Инженерного ведомства во Францию, Англию и Германию
- 1855 г. 4 мая — начало развертывания системы минной обороны на Кронштадском рейде
- 1859 г. 17 августа — отъезд в Париж и совместные работы с С.-К. Девилом и А. Дебре над обработкой платины
- 1865 г. 26 октября — утвержден ординарным академиком по физике
- 1867 г. 9 марта — отъезд в командировку в Париж на Всемирную выставку 1867 г. и в качестве делегата России в утвержденный при ней Международный комитет о мерах и весах
- 19 июня — присуждение на Всемирной выставке 1867 г. в Париже первой премии и Большой золотой медали за изобретение гальванопластики
- 1868 г. 18 июля — командирование Министерством народного просвещения за границу для переговоров с учеными Франции, Англии и Германии о созыве Международной комиссии метрических мер
- 1870 г. 3 апреля — командирован в Париж в качестве представителя России в Международной комиссии для рассмотрения метрических мер
- 1874 г. 15 января — представил Петербургской Академии наук подробный отчет о работах последних лет над изучением явлений поляризации и индукции
- 27 февраля — скончался от сердечного приступа

Библиографический список

I. Перечень использованных архивных фондов

- Центральный государственный исторический архив в Ленинграде (ЦГИАЛ) фонд Главного управления путей сообщения (ГУПС); фонд Главного управления почт и телеграфов (ГУПиТ)
- Центральный государственный военно-исторический архив (ЦГВИА): фонд Комитета о подводных опытах (КОПО)
- Ленинградское отделение архива Академии наук СССР (ЛО ААН СССР): фонды П. Л. Шиллинга, И. Х. Гамеля, Б. С. Якоби, Д. И. Каргина
- Архив Ленинградского отделения Института востоковедения Академии наук (ЛО ИВ АН СССР): фонд П. Л. Шиллинга
- Государственный морской исторический архив (ГМИА): фонд Петропавловской крепости (ША-549)
- Архив Центрального музея связи им. А. С. Попова в Ленинграде: отдел телеграфной связи

II. Труды и письма Б. С. Якоби¹

1. Briefwechsel zwischen C. G. Jacobi und M. H. Jacobi/Hrsg. von W. Ahrens. Leipzig, 1907.
Переписка Б. С. Якоби с братом Карлом. Содержит предисловие составителя (с. III—XV), 28 писем Б. С. Якоби, 48 писем К. Якоби, письмо Б. С. Якоби академику П. Н. Фуссу об изобретении гальванопластики [20], свидетельства К. Клауса и Э. Гоффмана о приоритете Б. С. Якоби. В русском переводе не публиковалась.
2. *Buchanan R.* Praktische Beiträge zur Mühlen- und Maschinenbaukunst. В., 1825. Vol. XX. 392 S.
Перевод с английского на немецкий язык книги Р. Бьюкенена, выполненный Б. С. Якоби. Содержит добавления и примечания Б. С. Якоби. В русском переводе не публиковалась.
3. Über die Construction schiefliedender Räderwerke // *Crell's J. Math. В.*, 1827. Bd. 2. S. 276—285.
Статья, в которой Б. С. Якоби исследует законы зацепления зубчатых передач с пересекающимися осями и выводит формулы для их расчета. В 1864 г. в бельгийской печати появилось описание мельницы особой конструкции, построенной на основании этих формул без ссылок на источник. Б. С. Якоби заявил о своем приоритете в этом вопросе Петербургской Академии наук заметкой: *Note sur les surfaces hyperboliques de contract* // *Bull. Acad. St.-Pbg.*, 1865. T. 8. Col. 221.
Статья и заметка в русском переводе не публиковались.
4. *Literarische Notizen über Dampfmaschinen* // *Crell's J. Baukunst. В.*, 1833. Bd. 6. S. 83—94.

¹ Полный перечень трудов Б. С. Якоби см. [124].

Критический обзор некоторых работ по истории развития паровых машин, опубликованных в 1827—1830 гг. В русском переводе не публиковались.

5. Über die Vergrößerung des National-Vermögens durch Chausse-Anlagen // Allgem. Preuss. Staats-Ztg. B., 1832. 1. Sept. N 243. S. 973.

Газетная заметка «Об увеличении народного богатства путем сооружения шоссежных дорог» явилась результатом работы Б. С. Якоби в качестве руководителя строительства дороги в Шенебеке под Либенвальдом, которая должна была стать частью шоссе между Берлином и Пренцлау. В русском переводе не публиковалась.

6. Notiz über Electromagnete: Aus einem Schreiben des Baumeisters M. H. Jacobi // Annalen der Physik und Chemie/Hrsg. J. C. Poggenдорff. Leipzig, 1834. Bd. 31. S. 367—368.

Заметка опубликована Н. Х. Поггендорфом в издававшемся им журнале на основании письма Б. С. Якоби от 10 января 1834 г. и сообщавшая о результатах исследования остаточного магнетизма при выборе мягкого железа сердечников электромагнитов для изобретенного им электродвигателя.

7. Mémoire sur l'application de l'électromagnétisme au mouvement des machines. Potsdam, 1835. Vol. VI. 54 p.

«Памятная записка о применении электромагнитной силы для приведения в движение машин» многими авторами переведена как «Мемуар о применении электромагнетизма к движению машин». В русском языке слово «мемуары» означает «воспоминания», а в единственном числе вообще не применяется (см. «Орфографический словарь русского языка». М.: ИРЯ АН СССР, 1978. С. 187). «Памятную записку» Б. С. Якоби издал за свой счет, поручив сделать это младшему брату Эдуарду в потсдамской типографии Риделя. Записка содержит подробное описание электродвигателя, сконструированного им в 1834 г. в Кенигсберге. Имеется русский перевод в книге [170, с. 148—209].

8. Note sur une machine magnetique, dans laquelle la magnetisme est employé comme force motrice // Inst. J. gén. soc. et trav. sci. 1834. Vol. II. P. 394—395.

Заметка, опубликованная Парижской академией наук в связи с сообщением Б. С. Якоби о сконструированной им в 1834 г. *магнитной машине, в которой магнетизм используется как двигательная сила.* Содержит описание схемы электродвигателя. Имеется русский перевод в книге [170, с. 110—116].

9. Über die Benutzung der Naturkräfte zu menschlichen Arbeiten: Vortr. aus dem Gebiete der Naturwiss. und der Ökon., gehalten in der phys.-ökon. Ges. Königsberg, 1834. Bd. 1. S. 99—123.

Доклад «Об использовании сил природы для нужд человека», сделанный Б. С. Якоби для Кенигсбергского физико-экономического общества 14 июня 1834 г. Высокая оценка речи дана в книге [104, с. 410].

10. Über den Einfluss der Chausseen, Eisenbahnen und Wasserverbindungen auf den Nationalreichtum // Preuss. Provinzialbl. Königsberg, 1834. Bd. 11. S. 484—497.

Доклад «О влиянии шоссежных, железнодорожных и водных путей сообщения на народное богатство» явился развитием мыслей, изложенных в газетной заметке двумя годами ранее [5]. Произнесен в 1834 г. на собрании членов Кенигсберг-

ского союза искусств и ремесел. В русском переводе не опубликовался.

11. Über die Bedeutung der innern Kommunikation. Dorpat, 1836. 34 S.

После вступления в должность профессора гражданской архитектуры Дерптского университета Б. С. Якоби была представлена возможность выступить 22 августа 1836 г. в Большом актовом зале с торжественной речью, в основу которой он положил занимавшую его проблему транспорта с точки зрения значения внутренних путей сообщения для России. В русском переводе не публиковалась.

12. Expériences électromagnétiques, formant suite an «Memoire sur l'application de l'électromagnetisme au mouvement des machines». 2^e ser. (Note) // Bull. Sci. St.-Pbg., 1837. T. 2. Col. 17—31, 37—44.

Содержит описание опытов с применением полых трубок из мягкого железа в качестве сердечников для электромагнитов электродвигателя. Это описание Б. С. Якоби рассматривал как продолжение «Памятных записок о применении электромагнитной силы к движению машин» [7]. Докладывая об этих опытах в Петербургской Академии наук 20 января 1837 г., Б. С. Якоби обозначил их второй серией «Исследований по электромагнетизму». В русском переводе не публиковалась.

13. Galvanische und electromagnetische Versuche.

Результаты экспериментальной работы, связанной с техническими задачами, Б. С. Якоби систематически докладывал Петербургской Академии наук в сериях «Гальванических и электромагнитных опытов»:

1. R. Über electrotelegraphische Leitungen // Bull. Phys.-Math. St.-Pbg., 1845. T. 4. Col. 113—135.

Первую серию, доложенную 13 декабря 1844 г., «Об электротелеграфных линиях» Якоби посвятил многочисленным опытам, которые осуществил для решения задачи прокладки подземных телеграфных линий.

2.R., 1.Abt.

Über die Leitung galvanischer Ströme durch Flüssigkeiten // Ibid. 1847. T. 5. Col. 86—91.

Первую часть второй серии докладов о «Гальванических и электромагнитных опытах» Б. С. Якоби посвятил опровержению утверждения И. Х. Погендорфа будто бы при пропускании тока через металлическую проволоку, находящуюся в проводящей жидкости, весь ток течет по проволоке, не отвлекаясь в жидкость.

2.R., 2.Abt.

Über magneto-electrische Maschinen // Ibid. Col. 97—113.

Во второй части серии «Гальванических и электромагнитных опытов» Б. С. Якоби доложил академии о сконструированной им магнетоэлектрической машине, указал на обратимость электромагнитной и магнетоэлектрической машин, пояснил изученное им явление реакции якоря и указал на необходимость разработки всеобщее признанной единой системы электротехнических единиц измерения. Русский перевод дан в книге [148, с. 112—126].

3.R., 1.Abt.

Über einige neue Volta'sche Combinationen // Ibid. Col. 209—224.

Первая часть третьей серии опытов посвящена некоторым новым вольтовым комбинациям, т. е. поиску таких пар электродов для гальванических элементов, которые обеспечивали бы наибольшую стабильность их работы, электродвижущую силу. Русский перевод дан в книге [58, с. 148—161].

4.R., 1.Abt.

Über electrotelegraphische Leitungen // Ibid. 1848. Т. 6. Col. 17—44.

Первую часть четвертой серии «Опытов» Б. С. Якоби посвятил результатам исследований, проведенных в связи с задачей впервые осуществить прокладку подземной телеграфной линии столь большой протяженности (25 км) между Петербургом и Царским Селом. Описаны методы и приборы, придуманные Б. С. Якоби для проверки целостности изоляции кабеля, измерения сопротивления его жил, линейных токов и токов утечки.

4.R., 2.Alt.

Über die Polarisation der Leitungsdrähte // Ibid. 1849. Т. 7. Col. 1—21.

Вторая часть четвертой серии «Гальванические и электромагнитные опыты» посвящена явлению *поляризации проводов*, о наблюдении которого Б. С. Якоби впервые сообщил в 1843 г. [40].

5.R., 1.Abt.

Von der Resorption der Gase im Voltmeter // Ibid. Col. 161—170.

Первая часть пятой серии «Опытов» посвящена описанию исследований явления поглощения газов в вольтаметрах с целью определения степени точности показаний прибора при измерениях на гальванических цепях.

5.R., 2.Abt.

Das Quecksilber Voltagometer // Ibid. 1850. Т. 8. Col. 1—17.

Вторая часть пятой серии «Опытов» посвящена подробному описанию устройства ртутного вольтаметра и его преимуществ по сравнению с предшествовавшими электроизмерительными приборами.

14. Über Becquerel's einfache Sauerstoff—Kette // Ann. Phys. Chem. Leipzig, 1837. Bd. 40. S. 67—73.

Статья касается опытов А. С. Беккереля над «простой кислородной цепью», как он назвал гальванический элемент, состоявший из двух платиновых электродов, из коих один соприкасался с концентрированной азотной кислотой, другой — с концентрированным раствором едкого калия. Б. С. Якоби повторил опыты Беккереля и в статье подтверждает справедливость полученных Беккерелем результатов. Статья в русском переводе дана в книге [58, с. 29—34].

15. Extrait d'une lettre de M. le professeur jacobi a Dorpat à M. Lenz // Bull. Szi. St.-Pbg., 1837. Т. 2. Col. 60—64.

Письмо Б. С. Якоби к Э. Х. Ленцу, написанное им из Дерпта, содержало описание сконструированного им гальванического элемента и первое сообщение о наблюдениях над гальваническим осаждением меди, которые привели к разработке методов гальванопластики. Опубликовано по просьбе Ленца в выдержках в академической печати письмо Якоби в переводе на русский язык дано в книге [58, с. 35—42].

16. Письмо Б. С. Якоби министру народного просвещения и президенту Академии наук С. С. Уварову // Архив истории науки и техники. Л., 1934. Вып. 3. С. 242—262. Также в книге [170,

- с. 230—247]. Содержит описание достигнутого в разработке электродвигателя и доказательства выгод, которые принесет его практическое использование. Там же [с. 256—262] записка, представленная Б. С. Якоби в комитет в дополнение к его докладу министру народного просвещения.
17. Доклад, представленный Петербургской Академии наук профессором Б. С. Якоби 9 октября 1857 г., по работам, произведенным им в области телеграфии // Почтово-телегр. журн. СПб., 1895. № 4. С. 1—8. Этот документ не был опубликован своевременно по причине того, что невольпо обнажал реакционное отношение русского правительства к строительству телеграфных линий в России.
 18. Über die Gesetze der Electromagnete // Bull. sci. Acad. sci. de St.-Pbg. 1838. T. IV, N 22/23 (94/95). Col. 337—367.— Idem // Bull. cl. phys.-math. Acad. sci. St.-Pbg. 1844. T. II, N 5/7, col. 65—108.— Idem // Ann. Phys. und Chem. Leipzig, 1839. Bd. XLVII. S. 225—270; 1844. Bd. LXI. S. 254—280, 448—465. Статьи под общим названием «О законах электромагнитов» отражали результаты совместных исследований Б. С. Якоби и Э. Х. Ленца, продолжавшиеся 6 лет. Они состоят из введения и трех разделов. Во введении дана характеристика состояния знаний в рассматриваемом вопросе и сформулирована задача намеченного исследования. В первом разделе рассмотрены вопросы о влиянии силы тока на интенсивность возбуждаемого в железе магнетизма, о влиянии толщины проволоки намагничивающей катушки на возбуждаемый магнетизм, о влиянии ширины оборотов электромагнитной катушки на магнетизм железного сердечника, о влиянии числа оборотов на намагничивание железа и в заключение устанавливаются общие законы для электромагнитных катушек. Во втором разделе рассмотрены вопросы о влиянии, какое оказывает толщина железного сердечника на возбуждаемый в нем магнетизм, о свободном магнетизме концевых плоскостей для электромагнитных стержней одинакового диаметра и неодинаковой длины. Третий раздел посвящен вопросу об индукции магнитной жидкости в железных брусках, обмотанных по всей длине электромагнитными катушками. Имеется русский перевод в книге [111, с. 241—337].
 19. Note sur la préparation et l'emploi du gaz oxygène et hydrogène // Bull. Sci. St.-Pbg., 1839. T. 5. Col. 193—194. Статья содержит описание разработанного Б. С. Якоби совместно с Г. И. Гессом способа получения кислорода и водорода путем разложения воды при помощи специально для этой цели сконструированного Якоби гальванического элемента и применения полученного таким образом гремучего газа для освещения по способу Друммонда. В русском переводе не публиковалась.
 20. Письмо к академику П. Н. Фуссу об изобретении гальванопластики // Зап. Рус. техн. о-ва. СПб., 1889. Т. XXIII. С. 9—12. Письмо содержит самое раннее сообщение Б. С. Якоби об изобретении им гальванопластики. Оно было доложено в Петербургской Академии наук 5 октября 1838 г., и этот день рассматривается как официальная дата изобретения гальванопластики. Письмо было впервые переведено на русский язык с архивного экземпляра, написанного по-немецки и опубликованного сыном ученого Н. Б. Якоби спустя полвека.

- Воспроизведено также на русском языке в книгах [58, с. 43—49; 134, с. 130—131] и на немецком языке [1, с. 263—266].
21. Über Anziehung der Electromagnete // Bull. Sci. St.-Pbg., 1839. T. 5. Col. 257—272.
Статья «О притяжении электромагнитов» является продолжением статей «О законах электромагнитов» [18] и написана также совместно Б. С. Якоби и Э. Х. Ленцем о результатах их опытов, установивших, что притягивающая сила электромагнита пропорциональна квадрату силы тока, действию которого подвергается электромагнит. Имеется в русском переводе в книге [111, с. 339—358].
 22. Über das chemische und magnetische Galvanometer // Ibid. Col. 353—377.
В статье о химическом и магнитном гальванометре описываются опыты, осуществленные Б. С. Якоби для возможности сравнения показаний обоих типов приборов. В русском переводе не публиковалась.
 23. On the method of producing copies of engraved copper-plates by voltaic action; on the supply of mixed gases for Drummond's light by electrolysis; on the application of electromagnetic currents. Letter (Inne 21 1839) to Mr. Faraday, communicated by dr. Faraday // Phil. Mag. L., 1839. Vol. 15. P. 161—165.
Письмо, написанное 21 июня 1839 г. Б. С. Якоби к М. Фарадею, содержит описание достижений Якоби в вопросах о способе производства копий с гравированных медных пластинок посредством гальванического действия, о получении смешанных газов для друммондова света при помощи электролиза, о применении электромагнетизма в качестве движущей силы в навигации и об электромагнитных токах. М. Фарадей рекомендовал журналу «Philosophical Magazine» опубликовать письмо как весьма интересный документ. Письмо в русском переводе дано в книгах [58, с. 50—54; 170, с. 331—338].
 24. Über den galvanischen Funken // Bull. Sci. St.-Pbg., 1838. T. 4. Col. 102—106.
Статья содержит подтвержденные опытами поправки и критические замечания к некоторым выводам М. Фарадея по поводу гальванической искры. Английский ученый признал их справедливость.
 25. Über die Induction-Phänomene beim Öffnen und Schliessen einer Volta'schen Kette // Ibid. Col. 212—224.
В статье изложены доводы Б. С. Якоби, подтверждающие справедливость суждений М. Фарадея о явлениях индукции при размыкании и замыкании гальванической цепи на основании произведенных им собственных опытов и отвергающие критику суждений Фарадея немецким физиком Л. Ф. Мозером.
 26. Гальваноластика, или способ по данным образцам производить медные изделия из медных растворов с помощью гальванизма. СПб., 1840. Т. XII. 66 с. с черт.— То же // Журн. мануфактур и торговли. 1840. Ч. 2. № 4. С. 57—139.
В соответствии с уставом о присуждении Демидовских премий Б. С. Якоби в качестве ее соискателя должен был опубликовать описание представляемого к награде изобретения гальваноластики. К этому обязало Якоби и русское правительство в качестве условия приобретения у него прав на изобретение. Во исполнение этих требований книга издана в Петербурге не только на русском, но и на немецком языках.

- По инициативе У. Стерджена книга в 1841 г. была переведена на английский язык и издана в Манчестере. Русский текст воспроизведен в советском издании [58, с. 58—95].
27. Über die Principien der electromagnetischen Maschinen // Brit. Assoc. Rep. 1840. P. 18—24.
Статья содержит доклад Б. С. Якоби съезду Британской ассоциации содействия развитию науки в Глазго «Об основах электромагнитных машин», сделанный 22 сентября 1840 г., и была тогда же перепечатана несколькими английскими и немецкими журналами. В русском переводе дана в книге [170, с. 367, 385].
28. Communication préalable sur les lois des machines électromagnétiques // Bull. Sci. St.-Pbg., 1840. T. 7. Col. 225—228.— То же // Журн. М-ва нар. просвещения. СПб., 1840. Ч. 28, отд. 3. С. 59—62.
Статья «Предварительное сообщение о законах электромагнитных машин» представляет собой первую попытку сформулировать законы, управляющие работой электромагнитных машин, сделанную накануне поездки на съезд Ассоциации британских естествоиспытателей в Глазго, для доклада на котором статья послужит основой [27].
29. Über meine electromagnetischen Arbeiten im Jahre 1841 // Bull. Sci. St.-Pbg., 1842. T. 10. Col. 71—79.
Доклад «О моих работах по электромагнетизму в 1841 г.» подвел итоги четырехлетней работе Якоби над электродвигателем и привел его к убеждению, что питание электродвигателя от гальванических элементов нерентабельно. Имеется в русском переводе в книге [148, с. 90—97].
30. Rapport sur le procédé galvanoplastique de M. Audinet // Ibid. 1840. T. 7. Col. 210—212.— То же // Журн. М-ва нар. просвещения. СПб., 1840. Ч. 28, отд. 3. С. 54—58.
Доклад о гальванопластическом способе Одине был сделан 29 мая 1840 г. в Петербургской Академии наук Б. С. Якоби в связи с тем, что Одине безосновательно настаивал на выдаче патента на произведенные им усовершенствования и упрощения способа Якоби.
31. Bericht über die galvanische Vergoldung // Bull. Phys.-Math. St.-Pbg., 1843. T. 1. Col. 72—78.
Доклад содержит краткое описание и оценку наиболее известных старых способов золочения и характеризует достижения докладчика и одного из его учеников зубного врача Бриана в деле гальванического золочения. Русский перевод дан в книге [58, с. 125—131].
32. Bericht über die Entwicklung der Galvanoplastik // Ibid. Col. 65—71.
Доклад о развитии гальванопластики содержит описание усовершенствований, внесенных в нее после ее открытия, и достижений лаборатории М. Лейхтенбергского в выполнении гальванопластическим способом художественных изделий. Русский перевод дан в книге [58, с. 119—124].
33. Rapport sur la galvanographie // Bull. Sci. St.-Pbg., 1842. T. 10. Col. 91—95.— То же // Посредник. СПб., 1842. № 10. С. 77—79.— То же // Журн. М-ва нар. просвещения. СПб., 1852. Ч. 36, отд. 6. С. 80—84. Доклад о гальванографии содержал сведения о новом методе, разработанном в 1840 г. на основе открытия гальванопластики Б. С. Якоби профессором Мюнхенского

- университета Ф. Кобелем, усовершенствованном датским офицером Гофманом и практически освоенном М. Лейхтенбергским. Русский перевод дан в книге [58, с. 106—109].
34. *Über galvanische Messing — Reduction* // *Bull. Phys.-Math. St.-Pbg.*, 1844. Т. 2. Col. 296—300.
Статья содержит описание способа покрытия латуню различными металллическими изделиями, изобретенного Б. С. Якоби. Русский перевод дан в книге [58, с. 136—138].
35. *Sur la pile à effet constant du prince P. Bagration* // *Ibid.* Col. 188—192.
Сообщение содержало описание сухого гальванического элемента, изобретенного П. Р. Багратионом, и предложение поддержать изобретателя предоставлением ему необходимых измерительных приборов. Перевод на русский язык дан в книге [58, с. 132—135].
36. Записка министру финансов М. Х. Рейтерну. 1872 г. // *Успехи физ. наук. М.*, 1948. Т. XXXV, вып. 4. С. 582—588.
В записке Б. С. Якоби дает краткий обзор своей 37-летней научной деятельности в России. Записка впервые опубликована с некоторыми сокращениями по подлиннику, хранящемуся в Архиве АН СССР (Ф. 178. Оп. 1. № 299).
37. *Elektro-magnetische Telegraphen* // *Osterr. Beobachter*. 1838. N 96. S. 465—466.— *Idem* // *St. Petersburg. Ztg.* 1838. N 102. S. 455, 456.
Статья написана в защиту приоритета П. Л. Шиллинга — изобретателя первого практически пригодного электромагнитного телеграфа.
38. *Über Electro-Telegraphie* // *Recueil des actes de la séance publique tenue le 29 décembre 1848. St.-Pbg.*, 1844. P. 73—97.— *Idem* // *Arch. Electr. P.; Genève*, 1845. Т. 5. P. 574—595.— То же // *Почт.-телегр. журн.* СПб., 1901. № 1. С. 1—18.
Речь «Об электротелеграфии», предназначенная для произнесения в публичном заседании Академии наук 29 декабря 1843 г. и уже отпечатанная в очередном академическом сборнике документов, была изъята на основании запрещения Николаем I публиковать труды Б. С. Якоби по телеграфии. Только спустя полвека сын Якоби Н. Б. Якоби перевел ее на русский язык со случайно сохранившегося в библиотеке Петербургской Академии наук экземпляра и опубликовал ее в указанном журнале. Речь явилась одним из главных литературных источников, описывающих работы Б. С. Якоби по конструированию первых телеграфных аппаратов с электромагнитами в приемниках, подробности прокладки первых в России телеграфных линий и оценивающих предшествовавшие работы по электротелеграфии.
39. Краткое описание употребления электромагнитного телеграфа, изобретенного членом Петербургской Академии наук надворным советником Якоби. СПб., 1841. Краткий словарь для электромагнитного телеграфа. СПб., 1841.
40. *Einige Notizen über galvanische Leitungen* // *Bull. Phys.-Math. St.-Pbg.*, 1843. Т. 1. Col. 129—141.
В виде *некоторых замечаний о гальванических проводниках* Б. С. Якоби доложил Петербургской Академии наук результаты работы по совершенствованию изоляции подводных и подземных кабелей, а также сообщил впервые о наблюдаемых явлениях поляризации проводов, об опытах по использованию воды и земли в качестве второго провода в гальванической цепи.

41. Notice préliminaire sur la télégraphie électromagnétique entre St.-Pétersbourg et Tsarskoi Selo // Ibid. 1844. T. 2. Col. 257—260.— То же // Журн. М-ва нар. просвещения. СПб., 1844. Ч. 41, отд. 7. С. 15—18.— То же // Посредник. СПб., 1844. № 3. С. 20—22.

Предварительной заметкой об электромагнитном телеграфе между Петербургом и Царским Селом Б. С. Якоби поставил Петербургскую Академию наук в известность 24 ноября 1843 г., что подземная телеграфная линия закончена строительством и передана в эксплуатацию. Этому сообщению ученый предпослал краткое описание линии.

42. Description d'un télégraphe électrique naval, établi sur la fregate à vapeur le Polkan // Bull. Phys.-Math. St.-Pbg., 1857. T. 5. Col. 145—150.

Весьма подробное «Описание электрического корабельного телеграфа, установленного на паровом фрегате „Полкан“» явилось первым появившимся в печати после снятия запрета Николая I публиковать сведения о телеграфных работах Якоби.

43. Note sur les télégraphes électriques // Ibid. St.-Pbg. 1849. T. 7. Col. 30—32.

Первое сообщение Б. С. Якоби в виде «Заметки об электрических телеграфах», которое он сделал устно в Петербургской Академии наук 5 ноября 1847 г. об изобретенной им контрбатарее, включение которой в телеграфную линию нейтрализует экстратоки, возникающие вследствие явления «поляризации проводов», описанного им ранее в [40, 42].

Note sur l'emploi d'une contre-battarei de platine aux lignes électro-télégraphiques // C. r. Acad. sci. Paris, 1859. T. 49. P. 610—614.

Заметка о применении платиновой контрбатареи на линиях электротелеграфа является содержанием сообщения Б. С. Якоби в Парижской академии наук об усовершенствованиях, сделанных им в этом изобретении за последние 12 лет.

Vorläufige Notiz über die Anwendung secundärer oder Polarisations-Batterien auf electromagnetische Motoren // Bull. Acad. St.-Pbg., 1871. T. 15. Col. 510—517.

Сообщение Б. С. Якоби Парижской академии наук в 1859 г. о контрбатарее [43] побудило Г. Планте к соответствующим исследованиям, которые привели его к созданию мощных вторичных или поляризационных батарей (свинцовых аккумуляторов), в применении которых Б. С. Якоби увидел более перспективный источник для питания электродвигателя, о чем он поспешил заявить настоящей *предварительной запиской*. Донесение Физико-математическому отделению Академии наук о работах по электромагнетизму // Зап. Акад. наук. СПб., 1874. T. 23. С. 278.

В донесении Б. С. Якоби поставил в известность Петербургскую Академию наук, что продолжает исследовать, несмотря на болезнь, вопрос о применении поляризационной батареи и готовит соответствующее сообщение. Однако этот последний труд остался незаконченным из-за кончины ученого, последовавшей через полтора месяца, и хранится в Архиве АН СССР (Ф. 187. Оп. 1. № 55).

44. Einige Bemerkungen zu dem Aufsätze über electromagnetische Telegraphen // St.-Petersburg Ztg. 1844. 1. Juli, N 147. S. 662. Заметка «Некоторые замечания к статье об электромагнитных

- телеграфѣх» Б. С. Якоби опубликовал в ответ на претензии К. Штейнгейля считаться первооткрывателем возможности применять землю взамен одного из пары проводников телеграфной линии.
- Acten eines gegen mich erhobenen Prioritätsstreites // Bull. Phys.-Math. St.-Pbg., 1845. Т. 3. P. 8.
- «Материалы, касающиеся возбужденного в отношении меня спора о приоритете» Б. С. Якоби представил академии в виде протоколов, газетных и журнальных вырезок и писем в связи с письмом К. Штейнгейля на имя президента Петербургской Академии наук, содержащим обвинение Якоби в плагиате.
45. Über eine Vereinfachung der Uhrwerke, welche zur Hervorbringung einer gleichförmigen Bewegung bestimmt sind // Bull. Phys.-Math. St.-Pbg., 1848. Т. 6. Col. 104—106.
- В 1846 г. Якоби доложил академии об упрощении часовых механизмов, предназначенных для получения равномерного движения, необходимого в разработанных им стрелочных телеграфѣх.
- Die galvanische Pendeluhr // Ibid. 1857. Т. 15. Col. 25—32.
- «Гальванические маятниковые часы», изобретенные Якоби, явились, по-видимому, первым историческим шагом в направлении электрификации часового дела.
46. Über einige electromagnetische Apparate // Bull. Sci. St.-Pbg., 1842. Т. 9. Col. 173—187.
- В докладе «О некоторых электромагнитных аппаратах» Якоби впервые дает описание изобретенных им на протяжении 1838—1841 гг. электрических измерительных приборов двух типов: регуляторов электрического тока (реостатов) с жидкими и с твердыми проводниками.
- Beschreibung eines verbesserten Voltameters // Ibid. Т. 10. Col. 285—288.
- В докладе «Описание улучшенного вольтметра» Якоби представил сведения о регуляторе электрического тока (реостате) с твердыми проводниками улучшенной конструкции, который он назвал вольтметром или просто агометром.
- Eine Methode die Constanten der Voltaschen Ketten zu bestimmen // Ibid. Col. 257—267.
- «Способ определения констант гальванических цепей», разработанный Якоби, позволял с помощью усовершенствованного им агометра [46] определять электродвижущую силу и сопротивление в электрической цепи. Это изобретение было сделано Якоби одновременно и независимо с изобретением Ч. Уитстоном измерительного мостика.
47. Rapport sur l'établissement d'un système décimal et uniforme des poids, mesures et monnaies de tous les pays. ИО ААН СССР. Ф. 187. Оп. 1. № 132. Л. 497—499. Annexe au 195 du procès verbal de la séance de la Classe phisico-mathématique de l'Académie des Science du 10 juin 1859.
- «Доклад об установлении единой десятичной системы весов, мер и монет для всех стран» был подготовлен комиссией, назначенной Физико-математическим отделением Петербургской Академии наук в составе Купфера, Остроградского и Якоби.
48. Sur la nécessité d'exprimer la force des courants électriques et la résistance des circuits en unites unanimement et généralement adoptées // Bull. Phys.-Math. St.-Pbg., 1858. Т. 16. Col. 81—103.

В докладе «О необходимости выражать силу электрических токов и сопротивлений общепринятыми единицами» Якоби, подвергая критическому анализу существующие различнейшие приборы и методы для электрических измерений, предлагает выбрать наиболее рациональные из них с целью унификации электроизмерительного дела.

Sur quelques expériences concernant la mesure des résistances // Ibid. 1859. Т. 17. Col. 321—324.

В докладе «О некоторых опытах, касающихся измерения сопротивлений» Якоби излагает результаты многолетней работы по измерению сопротивления проволок из различных материалов с целью определения наилучшего варианта эталона электрического сопротивления.

49. Объявление от Департамента неокладных сборов // Бирж. вед. СПб., 1863. № 246.

Составленное Якоби объявление об условиях конкурса на изобретение лучшего спиртометра.

50. Контрольный снаряд // Сенат. вед. СПб., 1858. 7 янв. № 2. Составленное Якоби описание контрольного аппарата, изобретенного Леловским, для измерения количества и крепости разных жидкостей.

51. Bull. Acad. St.-Pbg., 1860. Т. 2. Col. 429—430.

На этих страницах опубликованы выдержки из доклада, сделанного Якоби министру финансов 17 августа 1860 г. о результатах его совместной работы с французскими изобретателями нового метода обработки сырой платины Девилем и Дебреем.

О платине и употреблении ее в виде монеты. СПб., 1860. 57 с. Статья содержит исторический очерк добычи и обработки платины, детальное описание опытов, осуществленных Якоби с французскими изобретателями нового способа обработки платины Девилем и Дебреем, и результаты исследования пригодности способа для чеканки монет, выполненное по заданию русского правительства.

52. Rapport sur la degré d'exactitude que présentent les alcoolometres fabriqués à Berlin et poinçonnées par la Commission royale des vérification // Bull. Acad. St.-Pbg., 1862. Т. 4. Col. 394—395.

В докладе «О степени точности спиртометров, изготовленных в Берлине и клейменных Королевской контрольной комиссией» Якоби на основании произведенных им опытов установил погрешности в их показаниях.

Сенатские ведомости, СПб., 1863. 19 апр., № 32.

Опубликовано описание аппарата для измерений жидкостей, которое явилось приложением к привилегии, выданной Якоби на это изобретение.

Bull. Acad. St.-Pbg., 1863. Т. 6. Col. 376—377.— То же // Записки Академии наук 5 июня 1863 г. об изобретенном им аппарате для измерения количества и крепости спирта, вытекающего из холодильника.

Notice sur quelques expériences faites avec un mesureur de liquides // Bull. Acad. St.-Pbg., 1864. Т. 7. Col. 320—322.

Сообщение о некоторых усовершенствованиях в изобретенном им спиртометре Якоби представил Академии в виде «Заметки о некоторых опытах с измерителем жидкостей».

Note sur l'application du bronze d'aluminium à la confection des alcoolomètres // Ibid. Col. 370—372.

«Заметка о применении сплава меди и алюминия для изготовления спиртометров» написана совместно с академиком Фрицше.

53. Recherches sur les alcoolomètres du système d'Atkins // Ibid. Col. 438—451.

В настоящей записке Якоби в качестве эксперта Мануфактурного совета представил результаты порученного ему «Исследования алгоолометров Аткинса», отметив его недостатки и несоответствие размеров с требованиями конкурса, объявленного Министерством финансов.

Вторая записка о спиртометрах Аткинса // Зап. Акад. наук. 1865. Т. 7. С. 75—78.

54. Об устройстве тождественных между собой ареометров, в особенности же металлических алгоолометров со скалою и прибавочными тяжестями, и о влиянии явлений волосности на показания алгоолометров // Там же. 1872. Т. 20, прил. № 4. С. 1—97, с 2 табл. черт.

Подробно описывается конструкция спиртометра, методика расчетов, технология изготовления, обеспечивающие полную тождественность всех изготавливаемых экземпляров.

55. Доклад о единстве мер и весов. Всемирная выставка 1867 г. СПб.: Ком. весов, мер и монет, 1868. 20 с.

Доклад, который Якоби представил в качестве председателя Комиссии мер и весов Международному комитету по выработке средств для всеобщего введения единой системы мер, весов и монет, учрежденного при Всемирной выставке 1867 г. в Париже.

56. Rapports adressés à l'Académie des sciences de St.-Petersbourg, concernant la nomination d'une Commission internationale pour la création des prototypes équivalents aux étalons métriques des archives de France et destinés à l'usage de toutes les nations civilisées. St.-Pbg., 1870. 42 p.

«Доклады, представленные в Петербургскую Академию наук по вопросу о назначении Международной комиссии для создания прототипов, эквивалентных метрическим эталонам архивов Франции и предназначенных для употребления всеми цивилизованными народами» представляют собой сборник, в который входят следующие сообщения, сделанные Якоби персонально или в составе комиссии совместно с другими академиками:

Доклад комиссии в составе академиков Якоби, Вильда и Струве о необходимости созыва Международной комиссии для выработки правил изготовления эталонов образцовых метрических мер, сделанный 20 мая 1869 г. в Петербургской Академии наук.

Доклад Якоби о необходимости созыва Международной комиссии по выработке правил изготовления эталонов-прототипов метрической системы для создания подлинно всеобщего и действительно интернационального единства мер, сделанный 18 октября 1869 г. в Парижской академии наук.

Доклад Якоби о результатах совещания с учеными Парижа, Лондона и Берлина по вопросу созыва Международной комиссии для обсуждения вопросов, касающихся изготовле-

ния нормальных мер метрической системы, сделанный 18 ноября 1869 г. в Петербургской Академии наук.

Донесение комиссии в составе академиков Якоби, Струве, Веселовского и Вильда, назначенной Физико-математическим отделением для обсуждения вопроса об участии России в Международной комиссии, созываемой французским правительством для рассмотрения некоторых вопросов, касающихся метрической системы мер, сделанное 13 января 1870 г. Петербургской Академии наук.

57. О получении осадков гальванического железа.

Зап. АН. 1868. Т. 13. С. 151.

Демонстрация на заседании Физико-математического отделения 20 февраля 1868 г. образцов гальванопластических изделий из железа, полученных горным инженером Клейном.

Зап. АН. 1868. Т. 13. С. 156.

О получении гальванических осадков из железа.

Зап. АН. 1868. Т. 14. С. 139.

Представление Физико-математическому отделению образцов железных оттисков, изготовленных с помощью гальванопластики Клейном в Экспедиции заготовления государственных бумаг.

Зап. АН. 1871. Т. 18. С. 205.

Сообщение о некоторых свойствах железа, осажденного гальваническим путем.

Зап. АН 1872. Т. 21. С. 168.

О гальваническом осаждении железа под воздействием сильного электромагнитного соленоида.

58. Работы по электрохимии: Сб. ст. и материалов / Под ред. акад. А. Н. Фрумкина. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 1957. 304 с. Сборник содержит перевод на русский язык следующих работ Б. С. Якоби:

1. О простой кислородной цепи Беккереля (с. 29—34);
2. Выдержки из письма Якоби к Ленцу (с. 35—42);
3. Сообщение Б. С. Якоби: неперемому секретарю П. Н. Фуссу о сделанном им открытии (с. 43—49);
4. О способе производства копий с награвированных медных пластинок (с. 50—54);
5. Сравнительное измерение действия двух voltaических пар: медь — цинк и платина — цинк (с. 55—57);
6. Гальванопластика, или способ по данным образцам производить медные изделия помощью гальванизма (с. 58—95);
7. Письмо Б. С. Якоби М. Фаррадею (с. 96—99);
8. О замечаниях г-на Беккереля (с. 100—105);
9. Доклад о гальваногрании (с. 106—109);
10. Метод определения постоянных гальванических цепей (с. 110—118);
11. Доклад о развитии гальванопластики (с. 119—124);
12. Доклад о гальваническом золочении (с. 125—131);
13. Цепь князя П. Багратиона постоянного действия (с. 132—135);
14. О гальваническом покрытии латунию (с. 136—138);
15. Письмо Б. С. Якоби к Беккерелю (с. 139—147);
16. О некоторых новых voltaических сочетаниях (с. 148—161);
17. Предварительное сообщение о гальванопластическом восстановлении (с. 162—163);
18. О ресорбции газа в voltaметре (с. 164—172);
19. Предварительная заметка об измерении гальванического тока разложения сульфата меди (с. 173—175);
20. Заметка о применении платиновой контрбатареи на электротелеграфных линиях (с. 176—179);
21. Заметка о получении отложений гальванического железа (с. 180—182);
22. О поглощении во-

дорода гальваническим железом (с. 183—184); 23. Предварительное сообщение о применении вторичных или поляризационных батарей (с. 185—191).

III. Использованная литература

59. *Баумгарт К. К.* Работы Э. Х. Ленца и Б. С. Якоби по электромагнетизму // Вопросы истории отечественной науки. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. С. 174—186.
60. *Белинский В. Г.* Собр. соч.: В 3 т. М.: ОГИЗ: Изд-во худ. лит., 1948. Т. I. 800 с.
61. *Белькинд Л. Д.* Александр Ильич Шпаковский. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1949. 110 с.
62. *Белькинд Л. Д.* Павел Николаевич Яблочков: Труды, документы, материалы. М.: Изд-во АН СССР, 1954. 464 с.
63. *Белькинд Л. Д., Веселовский О. Н., Конфедератов И. Я., Шнейберг Я. А.* История энергетической техники. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1960. 664 с.
64. *Бернал Дж.* Наука в истории общества. М.: Изд-во иностр. лит., 1956. 735 с.
65. Биографии знаменитых математиков XIX столетия / Собр. В. В. Бобынин, М., 1894. Вып. 2. С. 25—49.
66. Биографический словарь профессоров-преподавателей императорского Юрьевского, бывшего Дерптского университета за столет его существования (1802—1902). Т. 1 / Под ред. Г. В. Левидского. Юрьев, 1902. 440 с.
67. *Бочарова М. Д.* Электротехнические работы Б. С. Якоби. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1959. 232 с.
68. *Бренев И. В., Лунев П. А.* Новые сведения о телеграфе И. П. Кулибина // Из истории энергетики, электроники и связи. М.: Связь, 1979. Вып. 10. С. 164—176.
69. *Буданов В. И.* Об использовании пишущих телеграфных аппаратов Б. С. Якоби с электромагнитом в приемнике // Вопросы истории естествознания и техники. 1986. № 1. С. 111—117.
70. *Бэр К. М.* Автобиография. М.: Изд-во АН СССР, 1950. 544 с.
71. *Вавилов С. И.* Академия наук в развитии отечественной науки // Вопросы истории отечественной науки: Общее собрание Академии наук СССР, посвященное истории отечественной науки, 5—11 января 1949 г. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. С. 41—59.
72. *Вавилов С. И.* Речь при открытии мемориальных досок // Там же. С. 799—901.
73. *Вавилов С. И.* Собр. соч. Т. 3. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 870 с.
74. *Вавилов С. И.* Физический кабинет, физическая лаборатория, физический институт АН СССР за 220 лет. 1725—1945. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1945. 74 с.
75. *Вильд Г. И.* О жизни и ученых трудах академика Б. С. Якоби: Речь, читанная в публичном заседании Академии наук 29-го декабря 1875 г. СПб., 1876. 22 с.
76. *Виргинский В. С.* Ефим Алексеевич и Мирон Ефимович Черепановы. М.: Наука, 1986. 240 с.
77. Вопросы истории отечественной науки: Общее собрание Академии наук СССР, посвященное истории отечественной науки, 5—11 января 1949 г. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. 912 с.
78. Газета «Русский инвалид». 1856. № 124. С. 541—542; «Инженерные записки». 1856. Ч. XII. С. 388 — из газеты «Times» от 9 июня 1856 г.

79. *Гамель И. Х.* Исторический очерк электрических телеграфов // Журн. Упр. путей сообщ. и публ. зданий. Петербург. 1886. Т. 32. С. 73—128.
80. *Гаусс К. Ф.* Письмо к П. Л. Шиллингу // Вестн. АН СССР. 1955. № 4. С. 109—111.
81. *Гельмгольц Г.* О сохранении силы / Пер., ред, биограф. очерк и примеч. акад. П. П. Лазарева. М.; Л.: Гостехтеориздат, 1934. 141 с.
82. *Гесс Г. И.* Донесение о гальванопластическом способе Якоби и Одине // Журн. М-ва нар. просвещения. СПб., 1840. Ч. 28, отд. 3. С. 55—58.
83. *Голубцова В. А.* Электрическая изоляция в работах П. Л. Шиллинга и Б. С. Якоби // Электричество. 1953. № 4. С. 80—83.
84. *Городничин Н. Т., Шляпоберский В. И.* Работы русских новаторов в области телеграфии во второй половине XIX в. // Труды по истории техники. М.: Изд-во АН СССР, 1953. Вып. 4. С. 59—73.
85. *Гусев С. А.* Открытие явления обратимости электрических машин // Электричество. 1954. № 12. С. 70—71.
86. *Гусев С. А.* Очерки по истории развития электрических машин. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1955. 246 с.
87. *Депман И. Я. К. Ф. Гаусс и Дерптско-Юрьевский университет* // Вопр. истории естествознания и техники. 1956. Вып. 1. С. 241—245.
88. *Дешевов М. М.* Гальванопластическая выставка в память 50-летия открытия гальванопластики акад. Якоби // Зап. Рус. техн. о-ва. СПб., 1889. Т. 23. С. 1—15.
89. Донесение министру народного просвещения Комиссии, учрежденной для производства опытов относительно приспособления электромагнитной силы к движению машин по способу профессора Якоби // Журн. М-ва нар. просвещения. СПб., 1839. Ч. 21. С. 37—46.
90. *Дорфман Я. Г.* Всемирная история физики с начала XIX до середины XX в. М.: Наука, 1979. 317 с.
91. *Елисеев А. А. Б. С. Якоби.* М.: Просвещение. 1978. 128 с.
92. Изобретатель электромагнитного телеграфа барон П. Л. Шиллинг фон Канштадт. СПб. Типография Мин-ва внутренних дел. 1886. 40 с.
93. *Ильин А. А.* Борис Семенович Якоби: Истор. очерк изобретения гальванопластики. СПб., 1889. 72 с.
94. История Военной Краснознаменной академии связи им. С. М. Буденного: Крат. очерк (1919—1957 гг.) Л.: Типография ВКАС, 1957. 304 с.
95. История телеграфа в России // С.-Петербургские ведомости. 1881. 5 июня, № 122.
96. История техники: Библиогр. указ. 1951—1968 гг. М.: Наука, 1962, 1963, 1964, 1967, 1976, 1978, 1981.
97. *Кайданов В.* Рассуждение о взаимных отношениях гальванических токов и магнитов. СПб., 1841. 231 с.
98. *Каргин Д. И.* Оптический телеграф Кулибина // Архив истории науки и техники. Т. 3. Л., 1934. С. 77—103.
99. Каталог Электротехнической выставки 1886 г. VI отдела РГО. СПб., 1886 г.
100. Кенигсберг — город восточно-европейских ярмарок. Пг., 1923.
101. *Клейн Е. И.* Производство железных осадков посредством гальванизма // Типограф. журн. 1869. № 19. С. 74.

102. *Константинов К. И.* Материалы для истории применения электричества к баллистическим изысканиям // Арт. журн. СПб., 1868. № 4. С. 1—25.
103. *Кравец Т. П.* К истории изобретения фотографии // Труды Архива АН СССР. Вып. 7. Документы по истории изобретения фотографии. М., 1949. 509 с.
104. *Кравец Т. П.* К семидесятилетию со дня кончины Б. С. Якоби (1874—1949) // Успехи физ. наук. 1949. Т. 38, вып. 3. С. 410—413.
105. Краткий исторический очерк Технического гальванического заведения // Инж. журн. СПб., 1869. № 12.
106. *Крючков Ю. С.* К истории оптического телеграфа в России / Вопр. истории естествознания и техники. М.: Наука, 1981. Т. 1. С. 169—170.
107. *Лазарев П. П.* Очерки истории русской науки. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1950. 248 с.
108. *Лежнева О. А., Ржонсницкий Б. Н.* Эмилий Христианович Ленц. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1952. 190 с.
109. *Лейхтенбергский М.* Некоторые новые эксперименты по гальванопластике // Журн. М-ва нар. просвещения. 1840. Ч. 28, отд. 3. С. 65.
110. *Лейхтенбергский М.* Посредник. СПб., 1845. С. 57.
111. *Ленц Э. Х.* Избр. тр. М.: Изд-во АН СССР, 1950. 520 с.
112. *Ленц Э. Х.* Разбор сочинения г. адъютанта Академии наук Якоби «Гальванопластика» // Девятое присуждение учрежденных П. Н. Демидовым наград, 17 апреля 1840 г. СПб., 1840. С. 65—70.
113. *Любарский А.* Свет русской науки. Таллин: Эст. гос. изд-во, 1952. 316 с.
114. *Лукина Т. А.* Иоганн Фридрих Эшпшольц. Л.: Наука, 1975. 175 с.
115. *Мазюкевич М.* Жизнь и служба генерал-адъютанта Карла Андреевича Шильдера. СПб., 1876.
116. *Маргинец Н. В.* К 100-летию первых исследований в России по электрохимической защите металлов от морской коррозии (1856—1956) // Журн. физ. химии. 1956. Т. 30, вып. II. С. 2613—2616.
117. Материалы по истории связи в России XVIII — начало XX в.: Обзор документ. материалов. Л., 1966. 336 с.
118. *Мозилевский П.* Жизнь Пирогова. М.; Л., 1953. 204 с.
119. *Модзалевский Б. М.* Архив акад. Б. С. Якоби // Тр. Ин-та истории науки и техники. Сер. 1. Л., 1934. Вып. 4. С. 385—395.
120. *Модзалевский Б. М.* Императорская Академия наук (1725—1907). СПб., 1908. 440 с.
121. *Мюрсепп П. В.* Петербургская Академия наук и Эстония / Сост. Ин-т истории АН ЭССР. Таллин: Валгус, 1978. 214 с.
122. Новая машина для непрерывного кругообращения // Журн. мануфактур и торговли. СПб., 1834. № 10. С. 60—61.
123. Новые успехи на поприще электромагнетических опытов и радостные надежды на будущее // Сев. пчела. СПб. № 216 от 26 сент. 1839 г.; № 217 от 27 сент. 1839 г. С. 863—864, 867—868.
124. *Новлянская М. Г.* Борис Семенович Якоби: Библиогр. указ. / Под ред. К. И. Шафрановского. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 1953. 320 с.
125. *Новокишанова З. К. (Соколовская).* Василий Яковлевич Струве. М.: Наука, 1964. 295 с.

126. Очерк работ русских по электротехнике с 1800 по 1900 г. СПб., 1900. 129 с.
127. *Павлова О. И.* Новые материалы по истории гальванотехники // *Вопр. истории естествознания и техники.* 1962. Вып. 13. С. 129—131.
128. *Панаев И. И.* Галерная гавань // *Современник.* СПб., 1857. № 10. С. 10—35.
129. *Петрушевский Ф. Ф.* Курс наблюдательной физики // *Университетские чтения.* СПб., 1872. Т. 2. 858 с.
130. *Пионеры машинной индустрии* / Под ред. В. Ф. Миткевича. М.; Л.: АН СССР. 1937. 294 с.
131. *Полибий.* Всеобщая история в сорока книгах / Пер. с греч. Ф. Г. Мищенко. М.: Изд-во А. Г. Кузнецова. 1895. Т. 10. 285 с.
132. Политехническая выставка 1872 г. в Москве. М., 1871. 46 с.
133. *Прюллер П. К.* Физики Тартусского университета и Петербургская АН // *Петербургская Академия наук и Эстония* / Сост. П. В. Мюрсепп. Таллин: Валгус, 1978. С. 31.
134. *Радовский М. И.* Борис Семенович Якоби: Биогр. очерк. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1953. 264 с.
135. *Радовский М. И.* Б. С. Якоби в своей научной и практической деятельности // *Успехи физ. наук.* 1948. Т. 35. С. 582—588.
136. Развитие минного оружия в русском флоте: Документы / Под ред. подполк. А. А. Самарова и майора Ф. А. Петрова. М.: Военмориздат, 1951. 351 с.
137. *Ржонсницкий Б. Н.* Дмитрий Александрович Лачинов. М.; Л.: Госэнергоиздат. 1949. 108 с.
138. *Розенбергер Ф.* История физики. Ч. 3. Вып. 2. История физики за последнее (XIX) столетие. М.; Л.: ОНТИ: НКТП СССР, 1935/1936. 448 с.
139. *Родионов В. М.* Зарождение радиотехники. М.: Наука, 1985. 240 с.
140. Русский биографический словарь. СПб., 1913/1914.
141. Руководство для действия гальваническими приборами и принадлежностями. СПб.: Штаб генерал-инспектора по инженерной части. 1859. 272 с.
142. Северная пчела. СПб., 1839. 10 окт., № 228. С. 909.
143. *Сенковский О. И.* Гамбургеротип // Б-ка для чтения. 1839. Т. 36, отд. VII. С. 69—70.
144. *Соколовская З. К.* 300 биографий ученых: Биобиблиогр. справ. М.: Наука, 1982. 390 с.
145. *Соловьев Ю. И.* Неопубликованные письма А. Сент-Клер Девиля Б. С. Якоби // *Вопр. истории естествознания и техники.* 1963. Вып. 140. С. 82—87.
146. *Спасский И. Г.* Первые годы гальванопластики в России // Б. С. Якоби. Работы по электрохимии. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1957. С. 211—239.
147. *Тарле Е. В.* Крымская война. 2-е изд., испр. и доп. Т. 2. М.; Л.: АН СССР. 1950. 458 с.
148. Динамомашина в ее историческом развитии: Документы и материалы / Сост. Д. В. Ефремов, М. И. Радовский; Под ред. В. Ф. Миткевича. Л.: Изд-во АН СССР, 1934. 720 с. (Тр. Ин-та истории науки и техники; Вып. 1).
149. Электродвигатель в его историческом развитии. М.; Л., 1936. 334 с. (Тр. Ин-та истории науки и техники. Сер. 3; Вып. 2).
150. *Фарадей М.* Экспериментальные исследования по электричеству: Пер. с англ. / Под ред. П. П. Кравца. Т. 1. М., 1947. 848 с.

151. *Федоренко Н. В.* Развитие исследований платиновых металлов в России. М.: Наука, 1985. 264 с.
152. *Фонгон Ф. П.* Воспоминания. Юмористические, политические и военные письма из Главной квартиры Дунайской армии в 1828 и 1829 гг. Лейпциг, 1862.
153. *Фрумкин А. Н.* Работы Б. С. Якоби в области электрохимии // Якоби Б. С. Работы по электрохимии. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1957. С. 3—26.
154. *Фрумкин А. Н., Обручева А. Д.* Работы Б. С. Якоби в области химических источников тока // Электричество. 1953. № 2. С. 71—74.
155. *Хвольсон О. Д.* О метрической системе мер и весов. СПб., 1884. 152 с.
156. *Хвольсон О. Д.* Популярныe лекции об электричестве и магнетизме. СПб., 1884. 231 с.
157. *Храмой А. В.* Копьантин Иванович Константинов. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1951. 116 с.
158. *Цверева Г. К.* Джозеф Генри. Л.: Наука, 1983. 184 с.
159. *Цверева Г. К.* Аньош Йедлик (1800—1895). Л.: Наука, 1972. 88 с.
160. *Цверева Г. К.* Дмитрий Алексеевич Голицин (1734—1803). Л.: Наука, 1985. 186 с.
161. Центральный музей связи им. А. С. Попова: Кат. музейных вещей. М.: Связь, 1976. 144 с.
162. *Шамиссо Адельберт.* Удивительная история Петера Шлемиля / Вступ. ст. и примеч. А. В. Болдырева. Л.: Изд-во худ. лит., 1936. 160 с.
163. *Шателен М. А.* Из истории метрологии в России // Вопросы истории отечественной науки. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. С. 165—174.
164. *Шателен М. А.* Советские метрологи в Международных метрологических организациях // Электричество. 1945. № 7. С. 3—6.
165. *Шемиот В. П.* Общий список членов императорской Академии наук со дня ее основания // Зап. имп. Акад. наук. СПб., 1873. Т. XXII, кн. 2. С. 285—391.
166. *Шнейберг Я. А.* Михаил Матвеевич Боресков. М.: Госэнергоиздат, 1951. 148 с.
167. *Шнейберг Я. А.* Из истории электрических и магнитных единиц: К 100-летию Междунар. конгр. электриков // Электр. станции. 1981. № 10. С. 71—72.
168. *Шнейберг Я. А.* Василий Владимирович Петров. М.: Наука, 1985. 224 с.
169. *Шостин Н. А.* Из истории электрических эталонов // Электричество. 1945. № 7. С. 6—9.
170. Электродвигатель в его историческом развитии: Документы и материалы / Сост. Д. В. Ефремов, М. И. Радовский; Под ред. В. Ф. Миткевича. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1936. 660 с.
171. *Я[коби] Н. Б.* Электромагнитный бот В. С. Якоби (1837—1842): Первый опыт применения на практике электромагнетизма к судоходству. Материалы по истории работ русских в области электротехники // Зап. Рус. техн. о-ва. СПб., 1903. Т. XXXVII, № 2. С. 117—146.
172. *Яроцкий А. В.* Павел Львович Шиллинг. М.; Л.: Госэнергоиздат, 1953. 128 с.
173. *Яроцкий А. В.* Павел Львович Шиллинг. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 184 с.

174. Яроцкий А. В. О деятельности П. Л. Шиллинга как востоковеда // Очерки по истории русского востоковедения. М.: Изд-во вост. лит., 1963. Т. 6. С. 218—259.
175. Яроцкий А. В. Основные этапы развития телеграфии. М.: Госэнергоиздат, 1963. 80 с.
176. Яроцкий А. В. Техника электросвязи. Телеграфия // Очерки истории техники в России. М.: Наука, 1975. С. 150—164.
177. Cooke W. F. The electric telegraph: Was it invented by professor Wheatstone? L., 1866. P. 31.
178. Dirichlets. Gedächtnisrede auf C. G. J. Jacobi // Jacobis Werke, t. 1.
179. Fahie J. J. A history of electric telegraphy to the year 1837, Chap. VI // The electrician. London, 1884. P. 260—261.
180. Gamel J. Die Telegraphie // St.-Petersburg. Ztg. 1860. 31 Juli, N 166.
181. Handel- und Spenerschen Ztg. 1848. 27. April, N 99.
182. Henry J. On a reciprocating motion produced by magnetic attraction and repulsion // Silliman's J. 1831. 20. July. P. 340—343.
183. Henry J. On the application of the principle of the galvanic multiplier to electro-magnetic apparatus and also to development of great magnetic power in soft iron with a small galvanic element // Ibid. 1831. N 19. P. 400—408.
184. Henry J., Ph. Ten. Eyck. An accout of a large electromagnet, made for the laboratory of Yale college // Ibid. P. 609—610.
185. Jones A. Historical sketch of the electric telegraph including its rise and progress in US. N. Y., 1852.
186. Königsberger L. Carl Gustav Jacob Jacobi. Leipzig, 1904.
187. Plant G. // C. r. Acad. sci. 1860. T. 50. P. 600.
188. Rapports adresses à l'Académie des sciences de St.-Petersbourg concernant la nomination d'une Commission internationale pour la création des prototypes équivalents aux étalons méttriques des archives de France et destinés à l'usage de toutes les nations civilisées. St.-Pbg., 1870. P. 42.
189. Recueil des Actes de la Séance publique de l'Academie Imperiale des Sciences De St.-Pétersbourg, tenue le 29 décembre 1837 // C. r. Acad. sci. 1837.
190. Sainte-Claire Deville H., Debray H. Du platine et des metaux qui l'accompagnent // Ann. chim. et phys. Sér. 3. 1859. Vol. 56, N 8. P. 385—496.
191. Sturgeon W. A complet set of novel electromagnetic apparatus // Trans. Soc. Arts. 1826.
192. Werner F. Anweisung zur Vergoldung und Versilberung auf galvanischem Wege: Zum Gebrauch für galvanoplastische Abteilung der Zeichen. Schule für freie Schüler in St.-Pbg., 1842.

Именной указатель

- Абель Нильс Генрик (Abel Niels Henrik, 1802–1829) – норвежский математик 14
- Абих Герман Вильгельм (1806–1886) – геолог, академик (1853), почетный член Петербургской Академии наук (1866) 195
- Авенариус Михаил Петрович (1835–1895) – профессор физики Киевского университета, член-корреспондент Петербургской Академии наук (1876), член русской делегации на I Международном конгрессе электриков 1881 г. в Париже, на котором за научные заслуги награжден французским орденом Почетного легиона 202
- Александр I (1777–1825) – российский император (1801) 128
- Альбрехт Г. (Albrecht G.) – австрийский историк электротехники 203
- Ампер Андре Мари (Ampère Andre Marie, 1775–1836) – французский физик и математик, член Парижской академии наук (1814), почетный член Петербургской Академии наук (1830) 21, 90
- Аносов Павел Петрович (1799–1851) – русский металлург 31
- Араго Доменик Франсуа (Arago Dominique François, 1786–1853) – французский астроном, физик и политический деятель, член Парижской академии наук (1809) 71, 78, 152, 153
- Аренс Вильгельм (Ahrens Wilhelm) – издатель и комментатор переписки между Б. С. Якоби и его братом Карлом 10
- Багратион Петр Романович (1818–1876) – племянник героя Отечественной войны 1812 г. П. И. Багратиона, изобретатель сухого гальванического элемента 85, 86
- Барлоу Питер (Barlow Peter, 1776–1862) – английский естествоиспытатель 24
- Бартельс Иоганн Мартин Христиан (1769–1836) – профессор математики Дерптского университета (1820–1836) 33
- Беккерель Антуан Сезар (Becquerel Antoine Sèzare, 1788–1878) – французский физик и электрохимик, президент Парижской академии наук (1838) 23, 39, 40, 42, 57, 78, 79
- Белькинд Лев Давидович (1899–1969) – заслуженный деятель науки и техники РСФСР, доктор технических наук, профессор, автор работ по светотехнике, истории науки и техники 204
- Бернал Джон Десмонд (Bernal John Desmond, 1901–1971) – английский физик и общественный деятель, член Лондонского королевского общества (1937) 20
- Бессель Фридрих Вильгельм (Bessel Friedrich Wilhelm, 1784–1846) – немецкий астроном, член Берлинской академии наук (1812) 14, 19, 26
- Богарне Эжен (Beauharnais Eugen, 1781–1824) – французский генерал, герцог Лейхтенбергский, пасынок Наполеона I 82
- Бойт Вильгельм (Beuth Wilhelm, 1781–1853) – чиновник прусского ведомства торговли и строительства 17, 18

- Богман Иван Иванович (1849–1914) – русский физик 194
- Боресков Михаил Матвеевич (1829–1898) – русский военный инженер-электрик, специалист в области минного дела 159, 160, 193, 201
- Бреге Луи Франсуа Клеман (Breguet Louis François, 1808–1883) – французский механик по телеграфии и другим электроустройствам, внук знаменитого часовщика Луи Абрама Бреге (1747–1823) 150, 151
- Бретт Джекоб и Джон, братья (Brett Jacob and John) – английские инженеры, проложившие первую подводную линию электротелеграфа между Англией и Францией 123, 151, 155
- Буданов Болислав Иванович (род. 1919) – сотрудник Центрального музея связи им. А. С. Попова, исследователь и реставратор телеграфных аппаратов 103, 105
- Бувицкий Виктор Яковлевич (1804–1889) – русский математик, член Петербургской Академии наук (1830) и ее вице-президент (1864) 122
- Бурачек Степан Анисимович (1800–1876) – корабельный инженер, издатель реакционного журнала «Маяк» 52, 62, 71
- Бьюкенен Робертсон (Buchanan Robertson) – английский механик 13
- Бэр Карл Максимович (1792–1876) – естествоиспытатель, член Петербургской Академии наук (1828), ее почетный член (1862) 26, 27, 29, 55
- Вавилов Сергей Иванович (1891–1951) – советский физик, государственный и общественный деятель, академик (1932), президент Академии наук СССР (1945) 56, 195, 204
- Вебер Вильгельм Эдуард (Weber Wilhelm Eduard, 1804–1891) – немецкий физик, профессор Геттингенского университета 95, 152, 168
- Величко Федор Константинович (1832–1898) – председатель VI (электротехнического) отдела РТО 200
- Вернер Федор Карлович (1797–1847) – антиквар по части гравюр, дагеротипных изображений и художественной гальванопластики 76, 77, 81, 86
- Вильд Генрих Карлович (1833–1902) – швейцарец по происхождению, член Петербургской Академии наук (1868), директор Главной физической обсерватории до 1895 г., продолжатель некоторых работ Б. С. Якоби 182–184, 186, 203
- Виргилий Публий Марон (Vergilius Publius Maro, 70–19 до н. э.) – римский писатель и поэт 12
- Витовтов Павел Александрович (1797–1876) – военный инженер, специалист в области минного дела 133, 134, 137
- Власов Семен Прокофьевич (1789–1821) – русский химик и физик из крепостных 128, 139, 165
- Воронченко Федор Петрович (1797–1852) – министр финансов России (1844) 173
- Газенбергер В. (ум. 1865) – скульптор, один из пионеров гальванопластики в Петербурге 85
- Гальвани Луиджи (Galvani Luigi, 1737–1798) – итальянский физиолог, один из основателей учения об электричестве 87
- Гамель Иосиф Христианович (1788–1862) – член Петербургской Академии наук (1829), историк техники, биограф П. Л. Шиллинга 8, 99, 108

- Ганфштенгль Франц (Hanfstanngl Franz, 1807–1877) – основатель обширного литографического производства в Дрездене и Мюнхене 148
- Гарденберг Карл Август (Gardenberg Karl August, 1750–1822) – прусский государственный деятель, осуществил ряд буржуазных реформ, продолжая политику Г. Штейна 11
- Гаусс Карл Фридрих (Gauss Karl Friedrich, 1777–1855) – немецкий математик, астроном и геодезист, профессор Геттингенского университета, член Берлинской академии наук, иностранный почетный член Петербургской Академии наук (1824) 29, 34, 44, 95, 96, 98, 152, 174
- Гебель Карл Христиан (1794–1851) – заведующий кафедрой химии Дерптского университета (1828–1851) 38, 42
- Гегель Георг Вильгельм Фридрих (Gegel Georg Wilhelm Friedrich, 1770–1831) – немецкий философ, создатель теории диалектики 15
- Гейне Генрих (Heine Heinrich, 1797–1856) – немецкий поэт и публицист 12, 16
- Гельмгольц Герман Людвиг Фердинанд (Helmholtz Hermann Ludwig, 1821–1894) – немецкий естествоиспытатель, работавший в области физики, математики, физиологии и психологии 28, 190
- Генри Джозеф (Henry Joseph, 1797–1878) – американский физик, президент Национальной академии наук США (1868) 21, 23, 27, 47, 97, 109, 112, 191
- Геруа Александр Клавдиевич (1784–1852) – командир лейб-гвардии саперного батальона (1819), начальник штаба корпуса инженеров (1837) 141
- Гесс Герман Иванович (1802–1850) – член Петербургской Академии наук (1830), питомец Дерптского университета (окончил в 1825 г.), один из основателей термохимии. Совместно с П. Г. Соболевским разработал русскую номенклатуру химических соединений 62, 70, 78, 144
- Гете Иоганн Вольфганг (Goethe Johann Wolfgang, 1749–1832) – немецкий поэт 12
- Гиббс Джозайя Уиллард (Gibbs Johseia Willard, 1839–1903) – американский физик, один из основателей химической термодинамики и статической механики 190
- Гизе Фердинанд Иванович (1781–1821) – преподаватель химии Дерптского университета 165
- Гомер (Homer) – легендарный древнегреческий эпический поэт 12
- Гопкинсон Джон (Hopkinson John, 1849–1898) – английский физик и инженер, член Лондонского королевского общества (1877) 191
- Гофман Эрнст Карлович (1801–1871) – русский путешественник и геолог, участник многих экспедиций на Урал и в Сибирь 33, 42
- Грейг Алексей Самуилович (1775–1845) – почетный член Петербургской Академии наук, адмирал, мореплаватель и флотоводец, участник многих морских сражений, известный научной и инженерной деятельностью в области морского дела, кораблестроения, астрономии и экономики 100
- Гроув Вильям Роберт (Grove William Robert, 1811–1896) – член Лондонского королевского общества, профессор физики Лондонского института 68
- Гумбольдт Александр Фридрих Вильгельм Генрих (Humboldt Alexander Friedrich Wilhelm Heinrich, 1769–1859) – немецкий естествоиспытатель и путешественник, один из основоположников

- ков современной географии растений, геофизики, гидрографии 26, 29, 30, 31, 47, 95, 201
- Густав II Адольф (Gustaf II Adolf, 1594–1632) – шведский король (1611–1632) 32
- Даггер Луи Жак Манде (Daggerre Louis Jac Mandé, 1787–1851) – французский изобретатель в области фотографии 76, 77
- Даль Владимир Иванович (1801–1872) – русский писатель, этнограф и языковед 34
- Дандас Ричард Саундерс (Dundas Richard Sanders, 1802–1861) – английский контр-адмирал, командовавший англо-французским флотом в Балтийском море в 1855 г. 161, 164
- Даниэль Джон Фредерик (Daniell John Frederic, 1790–1845) – профессор химии Лондонского колледжа 40–42
- Дармштедтер Леопольд (Darmstædter Leopold) – автор капитального справочника по истории естествознания и техники 203
- Дебре Жан Анри (Debrau Jean Anri, 1827–1888) – французский химик-технолог 173, 175
- Девиль Сент-Клер Анри Этьен (Deville Saint-Claire Anri Etienne 1818–1881) – французский химик, член Парижской академии наук (1861) 173, 175, 176
- Демидов Анатолий Николаевич (1812–1870) – правнук основателя Уральских заводов, брат основателя Демидовской премии 71
- Демидов Павел Николаевич (1798–1840) – правнук основателя Уральских заводов, основатель Демидовской премии 70
- Деревянкин Иван Николаевич (ум. 1901) – главный механик Петербургского телеграфного округа (1877), реставратор телеграфных аппаратов Шиллинга и Якоби 197
- Дешевов Михаил Михайлович (ум. 1894) – горный инженер, председатель организационной комиссии гальванопластической выставки, посвященной памяти Б. С. Якоби (1889) 201, 203
- Джексон Чарльз Томас (Jackson Charles Thomas, 1805–1880) – американский геолог 108
- Диркс Генри (Dircks Henry, 1806–1873) – английский инженер 78
- Друммонд Томас (Drummond Thomas, 1797–1843) – английский военный инженер, изобретатель освещения водородом 62
- Дэвенпорт Томас (Davenport Tomas, 1802–1851) – американский изобретатель электродвигателя 59, 60
- Дэви Гемфри (Davy Hemy, 1778–1829) – английский химик и физик, член Лондонского королевского общества 165, 190
- Дюма Жан Батист Андре (Dumas Jean Battiste André, 1800–1884) – французский химик, член Парижской академии наук (1832), иностранный член-корреспондент Петербургской Академии наук (1845) 153, 183
- Еврейнов Михаил Григорьевич (1805–1871) – русский военный инженер-технолог 81, 86
- Егоров Николай Григорьевич (1849–1919) – профессор физики, член РТО, продолжатель исследований Б. С. Якоби в области метрологии. Один из инициаторов созыва I Всероссийского съезда электриков 202
- Жуковский Василий Андреевич (1783–1852) – русский поэт 33**
- Земмеринг Самуил Томас (Sömmering Samuel Thomas, 1755–1830) – немецкий анатом и физик, член Мюнхенской академии наук (1804) 88, 89, 142

- Зинин Николай Николаевич** (1812–1880) – русский химик-органик, член Петербургской Академии наук (1858) 172, 195
- Иноземцев Федор Иванович** (1802–1869) – русский врач, развивал анатомио-физиологическое направление в медицине 34
- Казин Николай Глебович** (ум. 1864) – командир гвардейского экипажа 133
- Канкрин Егор Францевич** (1774–1845) – министр финансов России (1823–1844), организатор денежной реформы 44, 46, 47, 51, 52, 62, 68, 71, 75, 80, 99, 163, 172, 174
- Карлейль Антони** (Carliele Antony, 1768–1840) – английский врач 87
- Карпов Епифан** – отставной унтер-офицер саперных частей русской армии, телеграфный механик у П. Л. Шиллинга и Б. С. Якоби 50
- Кемц Людвиг Мартынович** (1801–1867) – геофизик, член Петербургской Академии наук (1865) 195
- Кенигсбергер Лео** (Koenigsberger Leo) – профессор Гейдельбергского университета, биограф Карла Якоби 10
- Клаус Карл Карлович** (1796–1864) – русский химик и ботаник, член-корреспондент Петербургской Академии наук (1861), открыл химический элемент рутений 38, 175
- Клейнмихель Петр Андреевич** (1793–1869) – главноуправляющий путями сообщения и публичными зданиями (1842–1885) 155, 156
- Княжевич Александр Максимович** (1792–1872) – министр финансов России (1858–1862) 173, 176
- Козен Петр Андреевич** (1776–1853) – военный инженер, генерал-лейтенант (1839) 133, 137
- Константинов Константин Иванович** (1817–1871) – русский ученый в области артиллерии, ракетной техники и приборостроения, генерал-лейтенант 194
- Кох Роберт** (Koch Robert, 1843–1910) – немецкий микробиолог, один из основоположников современной бактериологии и эпидемиологии 146
- Коцебу Отто Евстафьевич** (1788–1846) – русский мореплаватель, капитан 1-го ранга, участник кругосветной экспедиции И. Ф. Крузенштерна (1803–1806) 33, 166
- Кравец Торичан Павлович** (1876–1955) – советский физик-оптик, член-корреспондент Академии наук СССР (1943), историк науки 9, 27, 77
- Крель Август Леопольд** (1780–1855) – член Берлинской академии наук, основатель и издатель «Журнала чистой и прикладной математики», в котором публиковал статьи Б. С. Якоби 14, 16, 17, 195
- Крестен Ф. Л.** – директор-распорядитель Общества электрического освещения в Петербурге, член организационной комиссии гальванопластической выставки, посвященной памяти Б. С. Якоби (1889) 201
- Крузенштерн Иван Федорович** (1770–1846) – почетный член Петербургской Академии наук (1806), адмирал (1841), начальник первой русской кругосветной экспедиции 1803–1806 гг. 31, 33, 52, 73
- Кук Вильям Фосергил** (Cooke William Fothergill, 1806–1879) – компаньон Ч. Уитстона, инициатор применения телеграфа Шиллинга в Англии 98, 102, 108, 116

- Кулибин Иван Петрович (1735–1818) – русский механик, заведующий механическими мастерскими Петербургской Академии наук (1769), создатель оригинальных механизмов и приборов 100
- Купфер Адольф Яковлевич (1799–1865) – член Петербургской Академии наук (1828), хранитель Главной палаты мер и весов 52, 144, 171–173, 177
- Кушелев-Безбородко Александр Григорьевич (1800–1855) – почетный член Петербургской Академии наук (1830), занимал высшие государственные должности 53
- Лазарев Петр Петрович (1878–1942) – советский физик, биофизик и геофизик, академик (1917) 8
- Лачинов Дмитрий Александрович (1842–1902) – физик и метеоролог, член-организатор VI (электротехнического) отдела РТО, изобретатель в области электротехники, комиссар русского отдела на Международной электротехнической выставке 1881 г. в Париже 197, 202
- Лежандр Андриен Мари (Legendre Adriene Marie, 1752–1833) – французский математик, член Парижской академии наук (1785) 15
- Лейхтенбергский Максимилиан (Leuchtenberg Maximilian, 1817–1852) – герцог, муж дочери Николая I, почетный член Петербургской Академии наук (1839), президент Императорской Академии художеств (1843) 82–84
- Лемман Вильгельм (Lehmann Wilhelm, 1770–1853) – дядя братьев Б. С. Якоби и К. Якоби со стороны матери, их воспитатель 12, 13
- Ленц Роберт Эмильевич (1833–1903) – физик, профессор Петербургского технологического института, член-корреспондент Петербургской Академии наук, член русской делегации на I Международном конгрессе электриков 1881 г. в Париже 202
- Ленц Эмилий Христианович (1804–1865) – русский физик, адъюнкт Петербургской Академии наук (1828), экстраординарный академик (1830), ординарный академик (1834) 33, 38, 40, 43, 52, 53, 55–58, 61, 66, 71–73, 90, 98, 107, 132, 138, 144, 166–168, 172, 177, 198
- Лессинг Готтольд Эфраим (Lessing Gotthold Ephraim, 1729–1781) – немецкий писатель 12
- Литке Федор Петрович (1797–1882) – русский мореплаватель и географ, адмирал, член-корреспондент (1829), почетный член (1855) и президент (1864) Петербургской Академии наук 159, 165, 184
- Лобачевский Николай Иванович (1792–1856) – русский математик, создатель неевклидовой геометрии 34
- Лодыгин Александр Николаевич (1847–1923) – электротехник, создатель лампы накаливания, член правления VI (электротехнического) отдела РТО 197
- Любарский Василий Васильевич (1795–1852) – горный инженер, обнаружил платиновые и иридиевые руды на Урале; совместно с П. Г. Соболевским разработал аффинаж и получение ковкой платины 173
- Меншиков Александр Сергеевич (1787–1869) – начальник Главного морского штаба (отстранен в 1856 г.) 49, 50, 52, 145, 159–161
- Михайлов Денис – отставной унтер-офицер саперных частей русской армии, телеграфный механик у П. Л. Шиллинга и Б. С. Якоби 50

- Мозер Людвиг Фердинанд (Moser Ludwig Ferdinand, 1850–1880) – профессор физики Кенигсбергского университета, почетный доктор философии 67
- Мойер Иван Филиппович (1786–1858) – ректор Дерптского профессорского института (1829–1834), ректор Дерптского университета (1834–1836) 34
- Монсель Теодор дю (Moncel Theodor du, 1831–1884) – французский физик, член Парижской академии наук 114
- Морзе Самуэль Финли Брис (Morse Samuel Finley Breese, 1791–1872) – изобретатель в области телеграфии, по образованию живописец 107–110, 150
- Мунке Георг Вильгельм (Muncke Georg Wilhelm, 1772–1847) – голландский физик, почетный член Петербургской Академии наук, член многих других академий 93, 96
- Нейман Франц Эрнст (Neumann Franz Ernst, 1798–1895) – профессор Кенигсбергского университета (1828), член Берлинской академии наук (1858) 19, 22, 25, 28
- Непир Чарльз (Napier Charles, 1786–1860) – английский вице-адмирал, безуспешно пытавшийся в 1854 г. атаковать Кронштадт 161
- Ниэпе Жозеф Нисефор (Nièpce Joseph Nicéphore, 1774–1883) – французский изобретатель, один из создателей фотографии 77
- Николай I (1796–1855) – российский император (1825–1855) 18, 51, 52, 71, 75, 79, 80, 110, 112, 119, 126, 127, 129, 133, 155
- Никольсон Уильям (Nickolson William, 1753–1815) – английский инженер 87
- Нобель Эммануил (Nobel Emanuel, 1801–1872) – шведский предприниматель и техник. Отец Альфреда Нобеля (1833–1896) – основателя премии (Нобелевской) 158, 159, 161, 164, 165
- Нобили Леопольдо (Nobili Leopoldo, 1784–1835) – итальянский физик, создатель прообраза гальванометра 21, 91, 169
- Новлянская Мария Григорьевна (1892–1985) – книговед, биограф 6, 9, 204
- Ом Георг Симон (Ohm Georg Simon, 1787–1854) – немецкий физик 27, 58, 59, 168
- Оствальд Вильгельм Фридрих (Ostwald Wilhelm Friedrich, 1853–1932) – немецкий физико-химик и философ-идеалист 41, 203
- Остроградский Михаил Васильевич (1801–1861) – русский математик, член Петербургской Академии наук (1830) 52, 53, 66, 70, 138, 171, 195, 204
- Пальмиери Луиджи (Palmieri Luigi, 1807–1896) – итальянский физик, профессор университета в Неаполе 22
- Паррот Егор Иванович (1767–1852) – член (1826) и почетный член (1840) Петербургской Академии наук, ректор Дерптского университета (1802–1826), заведующий физическим кабинетом Академии наук (1828) 32, 33, 55, 56, 70, 100
- Патрик Николай Петрович (1816–1885) – генерал-майор из матросов, минер, электротехник, заведующий Петербургским городским телеграфом (1876) 133, 160
- Паукер Магнус Георг (Paucker Magnus Georg, 1787–1855) – член-корреспондент Петербургской Академии наук, метролог, астроном и геодезист 100

- Петр I (1672–1725) – первый российский император (1682–1725) 86
- Петров Василий Владимирович (1761–1834) – русский физик и электротехник, член Петербургской Академии наук (1809) 21, 88, 89, 165, 204
- Петрушевский Федор Фомич (1828–1904) – русский физик, ученик и преемник Э. Х. Ленца, профессор Петербургского университета 194, 196
- Пирогов Николай Иванович (1810–1881) – русский хирург и анатом 34, 145
- Писаревский Николай Григорьевич (1821–1895) – основатель и первый директор Телеграфного училища и Электротехнического института в Петербурге, автор учебников по телеграфии и электротехнике, в которых освещал работы П. Л. Шиллинга и Б. С. Якоби 201
- Планте Раймонд Луи Гастон (Plantè Raimond Louis Gaston, 1834–1889) – французский физик, ученик Беккереля, построил свинцовый аккумулятор 81
- Погендорф Иоганн Христиан (Poggendorff Johann Christan, 1796–1877) – немецкий физик, член Берлинской академии наук (1839), иностранный член-корреспондент Петербургской Академии наук (1868) 22
- Полибий (Polibius, ок. 200 – ок. 120 до н. э.) – древнегреческий историк 115
- Понселе Жан Виктор (Poncelet Jean Victor, 1788–1867) – французский математик и инженер, член Парижской академии наук 153
- Попов Александр Степанович (1859–1906) – изобретатель радио 195
- Прейсс Эрнст Вильгельм (Preuss Ernst Wilhelm, 1796–1839) – астроном Дерптской обсерватории 33
- Пулье Клод Сервас Матиас (Pouillet Claude Servais Mathias, 1790–1868) – французский физик 78, 108, 169
- Пэно Шарль (Penaud Sharles, 1800–1864) – контр-адмирал, возглавлявший французскую эскадру сводного англо-французского флота под командованием Дандаса, пытавшуюся атаковать Кронштадт в 1855 г. 164
- Радовский Моисей Израилевич (1903–1964) – советский историк техники 6, 204
- Реньо Анри Виктор (Regnault Anri Victor, 1810–1878) – французский физик и химик, член Парижской академии наук (1840) 153
- Ритчи Уильям (Ritchie Wiliam, ум. 1837) – английский физик, профессор Королевского института 25
- Розенбергер Фердинанд (Rosenberger Ferdinand) – немецкий историк физики 203
- Романьози Гиан Доменико (Romagnosi Gian Domenico, 1761–1835) – профессор физики в Парме и Пизе 91
- Рональдс Френсис (Ronalds Francis, 1788–1873) – английский физик и астроном, изобретатель электростатического телеграфа 116
- Саблуков Александр Александрович (1820–1860) – военный инженер, генерал-лейтенант 133, 137
- Савельев Александр Степанович (1820–1860) – русский физик-электрик 194
- Савич Алексей Николаевич (1810–1883) – русский астроном, член Петербургской Академии наук (1862) 34, 196

- Севастьянов Александр Федорович (1771—1824) — русский естествоиспытатель, член Петербургской Академии наук (1803) 33
- Сенковский Осип Иванович (1800—1858) — русский писатель, журналист, востоковед, член-корреспондент Петербургской Академии наук (1828) 80
- Сервантес Сааведра Мигель де (Servantes Saavedra Migel de, 1547 — 1616) — испанский писатель 12
- Сименс Эрнст Вернер (Simens Ernst Werner, 1816—1892) — немецкий изобретатель и предприниматель в области электротехники, член Берлинской академии наук (1874) 120, 156, 157
- Славинский Николай Евстафьевич (1839—1911) — основатель и редактор «Почтово-телеграфного журнала», член организационной комиссии гальванопластической выставки, посвященной памяти Б. С. Якоби (1889) 201
- Слонимский Зиновий Яковлевич (1810—1904) — уроженец Польши, талантливый математик и инженер-изобретатель 195
- Соболевский Петр Григорьевич (1782—1841) — русский инженер и металлург, член-корреспондент Петербургской Академии наук (1830), совместно с В. В. Любарским разработал алмаз и получение ковкой платины 52, 53, 62, 69, 132, 133, 173, 174
- Сомов Осип Иванович (1815—1876) — русский математик и механик, член Петербургской Академии наук (1862) 196
- Срезневский В. Н. — член организационной комиссии гальвано-пластической выставки, посвященной памяти Б. С. Якоби (1889) 201
- Стерджен Уильям (Sturgeon William, 1783—1850) — английский изобретатель в области электротехники, в 1825 г. изобрел электромагнит 21
- Столетов Александр Григорьевич (1839—1896) — русский физик, профессор Московского университета 202
- Страхов Петр Иванович (1757—1813) — русский физик, член-корреспондент Петербургской Академии наук (1803), впервые доказал наличие электропроводности воды и влажной земли 142
- Струве Василий Яковлевич (1793—1864) — русский астроном и геодезист, член Петербургской Академии наук (1832), первый директор Пулковской обсерватории (1839—1862) 26, 29, 30, 33, 44—46, 55, 138, 152
- Струве Отто Васильевич (1819—1905) — русский астроном, член Петербургской Академии наук (1856—1879), директор Пулковской обсерватории (1862—1889), сын В. Я. Струве 182—184, 196
- Сухтелен Петр Корнильевич (1758—1836) — военный инженер, начальник Генерального штаба и Инженерного департамента (1801) 88, 128
- Тарле Евгений Викторович (1875—1955) — советский историк, академик (1927) 164
- Тибо Бернхард Фридрих (Thibaut Bernhard Friedrich, 1785—1832) — профессор математики Геттингенского университета 13, 121
- Толстой Федор Петрович (1783—1873) — русский скульптор, рисовальщик и гравер, вице-президент Академии художеств (1842) 79, 80
- Толь Карл Федорович (1791—1842) — главноуправляющий путями сообщения и публичными зданиями (1833—1842) 99, 155
- Тотлебен Эдуард Иванович (1818—1884) — русский инженер-фортификатор, почетный член Петербургской Академии наук (1855) 160

- Уваров Сергей Семенович (1786–1855) – почетный член Петербургской Академии наук (1811), ее президент (1818–1855) и министр народного просвещения (1833–1849) 31, 46, 47, 51, 62, 69, 71, 74, 75
- Уитстон Чарльз (Wheatstone Charles, 1802–1875) – английский физик, член Лондонского королевского общества (1836) 98, 116
- Фарадей Майкл (Faraday Michael, 1791–1867) – английский физик, член Лондонского королевского общества (1824), создатель учения об электромагнитном поле 22, 24, 47, 67, 68, 141, 169, 190, 199, 201
- Физо Ипполит Луи (Fizeau Hippolyte Louise, 1819–1896) – французский физик, член Парижской академии наук (1860) 154
- Фридрих Вильгельм III (Friedrich Wilhelm III, 1770–1840) – прусский король (1797–1840) 29
- Фрицше Юлий Федорович (1808–1871) – русский химик-органик, член Петербургской Академии наук (1852) 172
- Фролов Петр Козьмич (1775–1839) – русский горный инженер и изобретатель 31
- Фрумкин Александр Наумович (1895–1976) – советский электрохимик, академик (1932), Герой Социалистического Труда (1965) 41, 42, 189, 194, 204
- Фуко Жан Бернар Леон (Foucault Jean Bernar Leon, 1819–1868) – французский физик, член Парижской академии наук 154
- Фусс Павел Николаевич (1798–1855) – русский математик, член Петербургской Академии наук (1823), ее непреходящий секретарь (1826–1855) 52–54, 63, 64, 66, 69, 70, 138
- Хвольсон Орест Данилович (1852–1934) – советский физик, член-корреспондент Петербургской Академии наук (1895) и почетный член Академии наук СССР (1920) 194, 196, 197, 201
- Чебышев Пафнутий Львович (1821–1894) – русский математик и механик, член Петербургской Академии наук (1856) 196
- Чевкин Константин Владимирович (1803–1875) – начальник штаба корпуса горных инженеров (1834–1855), главноуправляющий путями сообщения и публичными зданиями (1855–1862) 99
- Черепановы Ефим Алексеевич (1774–1842) и Мирон Ефимович (1803–1849) – отец и сын, русские механики-изобретатели 31
- Чиколев Владимир Николаевич (1845–1898) – военный инженер-электрик, заместитель председателя VI (электротехнического) отдела РГО, организатор I Всероссийской электротехнической выставки 1880 г., инициатор создания и первый редактор журнала «Электричество» 197, 198, 202
- Чистяков Павел Егорович (1789–1851) – контр-адмирал (1840) 133, 137
- Шамиссо Адальберт фон (Chamisso Adalbert von, 1781–1838) – немецкий писатель, поэт и натуралист 31
- Шапп Клод (Charpe Claude, 1763–1805) – французский механик, изобретатель семафорного телеграфа 100, 101, 115, 150
- Шателен Михаил Андреевич (1866–1957) – советский электротехник, член-корреспондент Академии наук СССР (1931), Герой Социалистического Труда (1956) 6, 8, 9
- Шато Пьер (Château Pierre) – французский механик, построивший в 1832–1837 гг. в России самые протяженные в мире линии семафорного телеграфа 101, 102

- Швейггер Иоганн Салома Христоф (Schweigger Johann Salomo Christoph, 1779–1857) – немецкий математик и физик 21, 23, 88
- Швейкин Илья Алексеевич – бессменный телеграфный механик П. Л. Шиллинга, а затем Б. С. Якоби 135
- Шевалье Мишель (Chavalier Michel, 1806–1870) – французский экономист, публицист, политический деятель 179
- Шеврель Мишель Эжен (Chevreul Michel Eugen, 1786–1889) – французский химик-органик, член Парижской академии наук (1813) 153
- Шекспир Уильям (Shakespeare William, 1562–1616) – английский поэт и драматург 12
- Шиллер Иоганн Фридрих (Schiller Johann Friedrich, 1759–1805) – немецкий поэт и драматург 12
- Шиллинг Павел Львович (1786–1837) – русский востоковед и изобретатель-электротехник, член-корреспондент Петербургской Академии наук (1828) 8, 9, 21–24, 29, 34, 44, 48, 50–55, 75, 85, 87–99, 102–104, 127–132, 142, 169, 174, 198, 200
- Шильдер Карл Андреевич (1785–1854) – русский военный инженер, начальник инженеров Гвардейского корпуса (1836), погиб при обороне Севастополя 76, 130, 132, 133, 137, 159, 160
- Шлегель Фридрих (Schlegel Friedrich, 1772–1829) – немецкий философ и поэт, идеолог романтизма 47
- Шпаковский Александр Ильич (1823–1881) – русский изобретатель 194, 197
- Штейн Генрих Фридрих Карл (Stein Heinrich Friedrich Karl, 1757–1831) – прусский государственный деятель, осуществил вместе с К. А. Гарденбергом буржуазные преобразования в Пруссии 11
- Штейнгейль Карл Август (Steinheil Karl August, 1801–1870) – немецкий физик и изобретатель 96, 97, 144
- Штейнер Якоб (Steiner Jacob, 1796–1863) – швейцарский математик, член Берлинской академии наук (1834), близкий друг Карла Якоби 31
- Штерер Е. (Stoerer E., 1813–1890) – изобретатель и поставщик телеграфных аппаратов в Лейпциге 150
- Шуберт Федор Иванович (1758–1825) – астроном и геодезист, член Петербургской Академии наук (1789) 84, 128
- Шуберт Федор Федорович (1789–1865) – русский геодезист, сын Ф. И. Шуберта 84, 85

- Эйвери Томас (Avery Thomas) – американский механик, приглашенный С. Морзе в качестве ассистента и консультанта 110
- Энгельгардт Маврий Федорович (1779–1842) – профессор минералогии Дерптского университета (1820) 33
- Эрстед Ханс Христиан (Oersted Hans Christian, 1777–1851) – датский физик, иностранный почетный член Петербургской Академии наук (1830) 21, 47, 90
- Эшольц Иоанн Фридрих (1793–1831) – русский врач и естествоиспытатель, путешественник 33

- Юз Давид Эдуард (Hughes David Edward, 1831–1900) – физик и изобретатель в области электротехники, член Лондонского королевского общества (1880) 124

- Яблочков Павел Николаевич (1847–1894) – военный инженер-электрик, изобретатель 193, 197

- Якоби Анна (Аннета) Григорьевна, урожденная Кохановская (1810–1897) – жена Б. С. Якоби 35, 73
- Якоби Николай Борисович (1839–1902) – сын Б. С. Якоби, сенатор, популяризатор работ отца 110, 187
- Якоби Карл Густав Якоб (Jacobi Karl Gustav Jacob, 1804–1851) – немецкий математик, член Берлинской академии наук (1836), брат Б. С. Якоби 10–14, 18–20, 34, 35, 46, 51, 55, 121, 146, 147
- Якоби Рахиль (Jacobi Rachel, 1774–1848) – мать Б. С. Якоби 11, 18, 32
- Якоби Симон (Jacobi Simon, 1772–1832) – отец Б. С. Якоби 11, 14–17
- Ярослав Мудрый (ок. 978–1054) – великий князь киевский (1019), сын Владимира I 32

Оглавление

От редактора	5
От автора	8
Глава I	
Становление личности будущего ученого	11
Глава II	
Педагогическая и научная деятельность Б. С. Якоби в Дерптском университете	32
Глава III	
Начало деятельности Б. С. Якоби в Петербургской Академии наук	55
Глава IV	
Развитие гальванопластики	75
Глава V	
Наследие Шиллинга	87
Глава VI	
Первые телеграфы с электромагнитами	102
Глава VII	
Комитет о подводных опытах	127
Глава VIII	
Годы путешествий	145
Глава IX	
Участие Б. С. Якоби в Восточной (Крымской) войне 1853–1856 гг.	154
Глава X	
Союз теории и практики	167
Заключение	188
Основные даты жизни и деятельности Б. С. Якоби	205
Библиографический список	207
Именной указатель	226

Научное издание

Яроцкий Анатолий Васильевич

Борис Семенович Якоби
1801—1874

Утверждено к печати
Редколлегией научно-биографической серии
Академии наук СССР

Редактор издательства Н. С. Гуляева
Художественный редактор В. Алексеев
Технический редактор Т. С. Жарикова
Корректор Т. П. Вдов

ИБ № 37523

Сдано в набор 16.02.88

Подписано к печати 10.05.88.

Т-00292. Формат 84×108¹/₃₂

Бумага книжно-журнальная

Импортная

Гарнитура обыкновенная

Печать высокая

Усл. печ. л. 12,6. Усл. кр. отт. 12,81

Уч.-изд. л. 14

Тираж 6600 экз. Тип. зак. 1350

Цена 60 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство «Наука»
117864, ГСП-7, Москва, В-485,
Профсоюзная ул., 90

2-я типография издательства «Наука»
121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 6

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

Готовятся к печати:

Лавринович К. К.

ФРИДРИХ-ВИЛЬГЕЛЬМ БЕССЕЛЬ. 1784—1846.

Это первая в мировой литературе обстоятельная научная биография выдающегося немецкого астронома и геодезиста профессора Кенигсбергского университета Фридриха-Вильгельма Бесселя, более 30 лет возглавлявшего обсерваторию университета. Большой интерес представляют разработанная им теория ошибок астрономических инструментов, исследования параллаксов звезд, наблюдения солнечных затмений, определения масс планет, участие в градусных измерениях.

Для читателей, интересующихся историей мировой науки.

Лаптев Б. Л.

НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ ЛОБАЧЕВСКИЙ. 1792—1856.

Книга является наиболее полной научной биографией великого русского математика Николая Ивановича Лобачевского, профессора и ректора Казанского университета, создателя новой геометрической системы, так называемой неевклидовой геометрии, получившей название геометрии Лобачевского и явившейся поворотным пунктом в развитии математического мышления в XIX в.

Для читателей, интересующихся развитием отечественной науки.

**Для получения книг почтой
заказы просим направлять по адресу:**

117192 Москва, Мичуринский проспект, 12, магазин «Книга — почтой» Центральной конторы «Академкнига»; 197345 Ленинград, Петрозаводская ул., 7, магазин «Книга — почтой» Северо-Западной конторы «Академкнига» или в ближайший магазин «Академкнига», имеющий отдел «Книга — почтой».

Борис Семенович ЯКОБИ

А.В.Яроцкий



А.В.Яроцкий

**Борис Семенович
ЯКОБИ**

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»



ГОТОВИТСЯ К ПЕЧАТИ КНИГА:

Виргинский В. С.

ИВАН ИВАНОВИЧ ПОЛЗУНОВ

(1728—1766)

Книга является научной биографией известного русского гидротехника и теплотехника, младшего горного офицера (шихт-мейстера) Кольвано-Воскресенского, Барнаульского и других заводов на Алтае, создателя первого (пароатмосферного) двигателя заводского назначения Ивана Ивановича Ползунова. Ему принадлежит приоритет в создании парового двигателя для непосредственного приведения в действие заводских механизмов.

Для читателей, интересующихся историей отечественной техники.

Заказы просим направлять по одному из перечисленных адресов магазинов «Книга — почтой» «Академкнига»:

480091 **Алма-Ата**, 91, ул. Фурманова, 91/97; 370005 **Баку**, 5, ул. Джапаридзе, 13; 320093 **Днепропетровск**, проспект Ю. Гагарина, 24; 734001 **Душанбе**, проспект Ленина, 95; 252030 **Киев**, ул. Пирогова, 4; 277012 **Кишинев**, проспект Ленина, 148; 443002 **Куйбышев**, проспект Ленина, 2; 197345 **Ленинград**, Петрозаводская ул., 7; 220012 **Минск**, Ленинский проспект, 72; 117192 **Москва**, В-192, Мичуринский проспект, 12; 630090 **Новосибирск**, Академгородок, Морской проспект, 22; 620151 **Свердловск**, ул. Мамина-Сибиряка, 137; 700187 **Ташкент**, ул. Дружбы народов, 6; 450059 **Уфа**, 59, ул. Р. Зорге, 10; 720001 **Фрунзе**, бульвар Дзержинского, 42; 310078 **Харьков**, ул. Чернышевского, 87.

60 коп.