

Из истории техники
From the History of Technology

DOI: 10.31857/S020596060014102-4

**ЗАРОЖДЕНИЕ И НАЧАЛЬНЫЙ ЭТАП РАЗВИТИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТЕЛЕГРАФА В ГЕРМАНИИ (1810–1840-е гг.)**

БОРИСОВА Нина Александровна — *Центральный музей связи имени А. С. Попова; Россия, 190121, Санкт-Петербург, Почтамтский пер., д. 4;*
E-mail: borisova@rustelecom-museum.ru

© Н. А. Борисова

Целью статьи является анализ истории зарождения и начального этапа развития электрического телеграфа в Германии. Рассмотрены такие темы, как исследования немецких ученых в области электрической телеграфии в начале XIX в., становление практической электрической телеграфии в Германии, строительство первых линий железнодорожного, военного и общественного телеграфа, производство телеграфной техники. Установлено, что работы немецких ученых в 1810–1830-х гг. оставили заметный след в истории науки, но практического применения не нашли. В 1840-е гг. ситуация меняется: начав с импорта английских технологий (телеграфов Уитстона — Кука и применения гуттаперчи для изоляции проводов), немецкие специалисты и предприниматели пришли к экспорту продукции и специалистов в области электрической телеграфии (в том числе к завоеванию рынка России). Отмечается, что отказ от патентования в Германии зарубежных образцов телеграфной техники способствовал изобретательской инициативе немцев и созданию конкурентной среды внутри страны. Особенностью Германии было и то, что в этой стране удалось создать телеграфное производство на основе кустарных мастерских, а телеграфные сети в 1840-х гг. строились и эксплуатировались местными усилиями. Изложенные в статье результаты будут полезны для дальнейших исследований, посвященных таким темам, как формирование целостной картины истории телекоммуникаций, оценка отечественных достижений в области электрической телеграфии с учетом достижений зарубежных, осмысление причин, по которым телеграфный рынок России с начала 1850-х гг. оказался монополизирован немецкой компанией «Сименс и Гальске».

Ключевые слова: электрическая телеграфия, история телеграфной связи, телеграф в Германии, Вернер Сименс, «Сименс и Гальске», Павел Львович Шиллинг, Борис Семенович (Мориц Герман) Якоби.

Статья поступила в редакцию 23 декабря 2019 г.

THE GENESIS OF ELECTRICAL TELEGRAPHY IN GERMANY (1810s – 1840s)

BORISOVA Nina Aleksandrovna – A. S. Popov Central Museum of Communications; Pochtamtsky per., 4, St. Petersburg, 190121, Russia; E-mail: borisova@rustelecom-museum.ru

© N. A. Borisova

Abstract: This article aims to analyze the history of emergence and early development of electrical telegraphy in Germany. The themes reviewed here include the studies conducted by the German scientists in the field of electrical telegraphy in the early 19th century; the making of practical electrical telegraphy in Germany; the construction of the first railroad, military and public telegraph lines; and telegraph equipment manufacturing. It is established that the works of the German scientists carried out in the 1810s – 1830s left a significant mark in the history of science but have not been translated into practice. The situation changed in the 1840s: having started with importing the English technologies (the Cooke and Wheatstone telegraph and the use of gutta-percha for wire insulation), the German specialists and entrepreneurs eventually began to export both their products and professionals in the field of electrical telegraphy, and won the Russian market. It is noted that the refusal to patent foreign telegraph equipment helped to boost the inventing initiatives of the Germans engineers and create competitive environment in the country. It was also characteristic for Germany that the telegraph industry was created based on handicraft workshops and, in the 1840s, the telegraph networks were being built and operated by local companies. The findings expounded in this article will be helpful for future studies aiming to reconstruct a comprehensive picture of the history of telecommunications, to analyze Russian achievements in the field of electrical telegraphy in the context of international accomplishments in this field, and to understand why Russia's telegraph market happened to be monopolized by Siemens & Halske since the 1850s.

Keywords: electrical telegraphy, history of telegraph communications, telegraph in Germany, Ernst Werner von Siemens, Siemens & Halske, Pavel Lvovich (Paul) Schilling, Boris Semyonovich (Moritz Hermann) Jacobi.

For citation: Borisova, N. A. (2021) Zarozhdenie i nachal'nyi etap razvitiia elektricheskogo telegrafa v Germanii (1810–1840-e gg.) [The Genesis of Electrical Telegraphy in Germany (1810s – 1840s)], *Voprosy istorii estestvoznaniia i tekhniki*, vol. 42, no. 1, pp. 9–28, DOI: 10.31857/S020596060014102-4.

Введение

Воссоздать целостную картину эволюции отечественных телекоммуникаций невозможно без исследования ее взаимосвязи с историей мировых телекоммуникаций, тем более нельзя делать выводы

о приоритетности российских работ и изобретений. Сравнительные оценки отечественного и зарубежного вклада в историю телеграфии затруднены в связи с отсутствием систематизированной информации по зарубежным разработкам, в частности немецким. Научные интересы изобретателя первого в мире электромагнитного телеграфа П. Л. Шиллинга и немецких ученых нередко совпадали. В ряде научных направлений параллельными путями шли русский академик Б. С. Якоби, немецкий ученый К. А. Штейнгейль, немецкий изобретатель и предприниматель В. Сименс.

Все это происходило в 1810–1840-х гг. Указанный временной промежуток представляет интерес еще по одной причине. В конце 1840-х – начале 1850-х гг. «германские контрагенты со своими техниками и механиками пришли для постройки телеграфных линий в России»¹ и положили начало монополизации русского телеграфного рынка иностранцами. Что этому предшествовало?

Редкие упоминания о начальном этапе развития электрической телеграфной связи в Германии можно найти в дореволюционной периодической литературе. В советской отечественной историографии этот вопрос затрагивал А. В. Яроцкий – биограф русских изобретателей П. Л. Шиллинга и Б. С. Якоби². Отдельные документы, косвенно связанные с исследуемой темой, хранятся в документальном фонде Центрального музея связи имени А. С. Попова. Достаточно много сведений можно почерпнуть из известных воспоминаний Сименса³. Целью данного исследования является воссоздание картины возникновения и становления электрического телеграфа в Германии в 1810–1840-х гг. Для ее достижения необходимо решить ряд задач: во-первых, исследовать работы немецких ученых в области электрической телеграфии и определить их влияние на развитие электрической телеграфии в стране и мире; во-вторых, проследить динамику становления практической телеграфии в Германии; в-третьих, найти ответ на вопрос, как удалось наладить производство телеграфной техники в условиях не самой благоприятной политической и экономической обстановки в стране.

Работы немецких ученых начала XIX в. в области электрической телеграфии

В мировой предыстории электрической телеграфной связи большое место принадлежит немецким ученым, таким как С. Т. Земмеринг, К. Ф. Гаусс, В. Э. Вебер и А. Штейнгейль.

¹ История телеграфа в России // Электричество. 1881. № 15. С. 230.

² Яроцкий А. В. Павел Львович Шиллинг. М.: Изд-во АН СССР, 1963; Яроцкий А. В. Борис Семенович Якоби (1801–1874). М.: Наука, 1988.

³ Сименс В., фон. Как я изобретал мир. СПб.: Питер, 2015.

Самуэль Томас Земмеринг (1755–1830) стал одним из первых в мире, кто использовал для передачи информации электрические сигналы. Произошло это при следующих обстоятельствах. Германия в конце XVIII – начале XIX в. представляла собой совокупность множества государств, которые были вовлечены в различные внутренние и внешние военные конфликты. 9 апреля 1809 г., в начале войны с Францией, австрийские войска неожиданно вторглись в Баварию. Баварский король Максимилиан I был вынужден бежать из Мюнхена на запад королевства. К его удивлению, неожиданно быстро на помощь подоспели французские войска, отправленные Наполеоном, и отбили атаку. По мнению современников, успеху способствовал оптический (семафорный) телеграф Шаппа, действовавший от французской границы до Парижа ⁴. Под впечатлением этих событий баварский министр М. Монжела, обедая 5 июля 1809 г. вместе с немецким ученым-анатомом Земмерингом, выразил желание, чтобы Мюнхенская академия наук, членом которой ученый являлся, подготовила проект устройства телеграфа в Германии. Предложение касалось оптического телеграфа, аналогичного французскому, но Земмеринг изготовил электролитический телеграф. Он использовал явление выделения пузырьков газа на электродах при пропускании через электролиты гальванического тока. 6 августа 1809 г. Земмеринг телеграфировал на расстояние 110 м, а через три дня – на 457 м. 28 августа 1809 г. ученый продемонстрировал изобретение на заседании Мюнхенской академии наук. Почти весь следующий год ушел на решение проблем взаимосвязи передающей и приемной станции телеграфа. В результате Земмерингу «удалось устроить будильник, приводимый в действие часовым механизмом» ⁵. Еще одно усовершенствование произошло в 1811 г. «За счет применения кодовой комбинации удалось уменьшить число электродов до 8 и, соответственно, линейных проводов – до 10» ⁶. В опыте, продемонстрированном 15 марта 1812 г., Земмеринг достиг максимального расстояния связи около 3 км ⁷.

Электролитический телеграф Земмеринга показывали государственным деятелям и царским особам. Знакомство с технической новинкой вызывало интерес, но не более того. Телеграф был непригоден для практического применения: большое количество проводов, медленная передача, сложная эксплуатация, большая вероятность ошибок. Вместе с тем он вошел в историю науки как символ определенного этапа развития телеграфии и как устройство, пробудившее интерес к электричеству у русского изобретателя П. Л. Шиллинга, ставшего впоследствии первым изобретателем электромагнитного стрелочного

⁴ Самуэль Томас фон Земмеринг // Почтово-телеграфный журнал. Неофициальный отдел. 1888. № 3. С. 155.

⁵ Там же. С. 156.

⁶ Яроцкий. Павел Львович Шиллинг... С. 42.

⁷ Самуэль Томас фон Земмеринг... С. 158.

телеграфа. История знакомства и совместных работ Земмеринга и Шиллинга в Мюнхене хорошо известна.

Знакомство с телеграфом Земмеринга оказало также влияние на немецкого ученого-математика Карла Фридриха Гаусса (1777–1855). Впервые он увидел изобретение Земмеринга в 1810 г.⁸ Возможность применить на практике информацию, полученную от Земмеринга, представилась Гауссу только в начале 1830-х гг., так как до этого сфера его деятельности была далека от электричества. К исследованиям Гаусса присоединился молодой ученый Вильгельм Эдуард Вебер (1804–1891), занявший в 1831 г. кафедру физики в Гёттингенском университете в качестве ординарного профессора⁹.

С целью проведения сравнительных испытаний земного магнетизма ученые установили два магнитометра: один в обсерватории, где работал Гаусс, а второй – в физическом кабинете Вебера. Расстояние между ними было, по одним данным, около 1 км¹⁰, по другим, – 2,5 км¹¹. Ток создавался, когда отправитель двигал катушкой провода вдоль магнита. Каждая буква кодировалась как последовательность движений влево / вправо на шкале. В приемном устройстве с другой стороны провода длинный магнит, подвешенный внутри плотно намотанной катушки, отклонялся. Зеркально-оптический метод позволял считывать малейшие изменения положения магнита на шкале. 18 ноября 1833 г. был испытан другой способ, аналогичный методу Шиллинга и предполагавший использование гальванических источников тока¹². Из двух способов Гаусс отдавал предпочтение первому – использованию индуктивных токов. Заблуждаясь относительно их перспективности, он советовал Шиллингу обратить внимание на этот метод и писал: «У меня это остается только идеей, ибо я не могу заниматься дорогостоящими опытами, не имеющими непосредственно научной цели»¹³.

Практического применения телеграф Гаусса – Вебера не нашел, хотя в одном из своих писем к Шиллингу (от 11 сентября 1835 г.) Гаусс ссылался на предварительный расчет параметров телеграфной линии между Лейпцигом и Дрезденом протяженностью около 100 км¹⁴. Совместная деятельность двух немецких ученых прекратилась в 1837 г. Вебер был вынужден уехать из Гёттингена, находившегося в Королевстве Ганновер. Его уволили из университета после участия в акции

⁸ Garratt, G. R. The Early History of Telegraphy // Philips Technical Review. 1965. Vol. 26. No. 8–9. P. 274.

⁹ Некролог. В. Э. Вебер (24 октября 1804 – 11 июня 1891) // Почтово-телеграфный журнал. Неофициальный отдел. 1891. № 12. С. 566.

¹⁰ Яроцкий. Павел Львович Шиллинг... С. 104.

¹¹ Creatures of Thought. Entrepreneurs // <https://technicshistory.wordpress.com/2017/01/09/the-entrepreneurs>.

¹² Яроцкий. Павел Львович Шиллинг... С. 104.

¹³ Центральный музей связи. Документальный фонд. Ф. 44. Оп. 1. Д. 163. С. 1.

¹⁴ Там же.

протеста против отмены либеральной конституции новым королем Ганновера.

Последователем Гаусса и Вебера в электрической телеграфии стал профессор математики и физики из Мюнхена Карл Август Штейнгейль (1801—1870). Он учился сначала в Гёттингенском университете под руководством Гаусса, затем в Кёнигсберге под руководством известного профессора астрономии Ф. В. Бесселя. Гаусс, обнаружив в молодом Штейнгейле большие способности, постарался «пробудить в нем склонность и любовь к делу, которому сам был предан»¹⁵. По мнению отечественного историка телеграфии Яроцкого, это стало «единственным практическим последствием интереса Гаусса к вопросам телеграфии»¹⁶.

Штейнгейль, навестив в 1835 г. Гаусса в Гёттингене, впервые увидел телеграф и заинтересовался вопросом, нельзя ли каким-либо образом воспроизвести принимаемые знаки, т. е. сделать телеграф пишущим. 10 февраля 1836 г. ученый написал Гауссу, что он успешно проверяет принцип записи телеграфных сигналов на изобретенном им устройстве. Благодаря поддержке Гаусса власти выделили Штейнгейлю средства для устройства телеграфа между Мюнхеном и Богенгаузенем (около 5 км). В июне того же года были начаты прокладка линии и изготовление аппаратов.

Однако с намеченной сначала прокладкой телеграфной линии под землей Штейнгейль не справился и в 1837 г. приступил к прокладке воздушных проводов, частично по высоким зданиям и церквям, частично по деревянным мачтам, установленным через каждые 350 м¹⁷.

Первое известие о телеграфных опытах немецкого профессора было помещено в «Аугсбургской газете» от 23 июля 1837 г.¹⁸ Штейнгейль опубликовал описание своего телеграфа в небольшой брошюре, озаглавленной «О телеграфии с гальваническими токами в особенностях»¹⁹. Это был текст его публичной лекции, прочитанной на заседании Мюнхенской академии наук 25 августа 1838 г.²⁰ Русскоязычное описание того, как была устроена первая телеграфная линия Штейнгейля, нам оставил Г. Шедлинг. Его отец, помощник начальника Московского почтово-телеграфного округа, в 1849 г. был слушателем лекций профессора, а также имел с ним «неоднократно личные сношения и работал под его руководством в 1850 г. на линии Вена — Краков»²¹. Первая телеграфная линия, построенная Штейнгейлем в июле 1837 г.

¹⁵ Шедлинг Г. Штейнгейль Карл Август // Почтово-телеграфный журнал. Неофициальный отдел. 1888. № 6. С. 325.

¹⁶ Яроцкий. Павел Львович Шиллинг... С. 85.

¹⁷ Там же. С. 106.

¹⁸ См.: Шедлинг. Штейнгейль Карл Август... С. 328.

¹⁹ Там же.

²⁰ Там же.

²¹ Там же. С. 331.

в Мюнхене, состояла из двух рядов проволоки (для протекания тока в оба конца), протянутых в городе над домами, а за городом на столбах. Эта линия была устроена почти за неделю до первого удачного опыта передачи сигналов в Англии посредством электромагнитного телеграфа, осуществленного У. Куком и Ч. Уитстоном.

В 1838 г. баварское правительство выделило Штейнгейлю средства для строительства еще одной опытной телеграфной линии длиной 8 км вдоль участка железной дороги Нюрнберг — Фюрт²². На этой линии ученый летом 1838 г. пытался использовать в качестве проводника электричества рельсы железной дороги. Предположение о том, что оба рельса железной дороги смогут служить проводниками для электрического телеграфа, высказывал Гаусс. Опыты Штейнгейля доказали, что это невозможно. Хотя он и отделял рельсовые скрепления от земли смолеными кусками войлока, но изоляция рельсов оказалась недостаточной; дальность распространения самого сильного индуктивного тока не превышала 300 м (около «тридцати рельсов»²³).

Несмотря на отрицательный результат, Штейнгейль впоследствии утверждал, что в процессе проведения этих опытов он

напал на счастливую мысль вместо обратного тока гальванического провода к прибору, его произведшему, отвести ток в землю и тем сберечь половину длины проводника²⁴.

Впоследствии Штейнгейль по этому поводу вступил в спор о приоритете с русским ученым-физиком Якоби, впервые применившим на практике в качестве обратного провода землю.

Проект Штейнгейля по строительству телеграфной линии длиной около 56 км вдоль железной дороги от Мюнхена до Аугсбурга был отклонен баварскими властями. Они сочли его экономически невыгодным — слишком дорогим и малонадежным по причине использования воздушных проводов. Это мнение, характерное для чиновников многих стран на этапе зарождения электрической телеграфии, вскоре было опровергнуто первыми практическими применениями телеграфов Уитстона — Кука на железных дорогах Англии²⁵.

Подводя итог ключевым работам немецких ученых начала XIX в. в области электрической телеграфии, следует отметить их эволюционный характер и последовательную преемственность на пути от электрохимического телеграфа Земмеринга до пишущего телеграфа Штейнгейля. Последний, несмотря на преимущества по сравнению с предшественниками, не был введен в эксплуатацию.

²² *Huurdeman, A.* The Worldwide History of Telecommunications. New York: Wiley-Interscience, 2003. P. 52–53.

²³ *Шедлинг.* Штейнгейль Карл Август... С. 329.

²⁴ Там же.

²⁵ *Garratt.* The Early History of Telegraphy... P. 276.

Но причиной тому были не недостатки его изобретения, а, скорее, посторонние обстоятельства, не благоприятствовавшие распространению телеграфа вообще в первое время его зарождения ²⁶.

Зарождение практической электрической телеграфии в Германии

Несмотря на теоретические успехи немецких ученых, практическое внедрение электрической телеграфии в Германии задержалось. По воспоминаниям Сименса, «в то время между наукой и техникой существовала непреодолимая пропасть» ²⁷, «немецкие ученые издавна делали особый акцент на том, что они занимаются наукой ради утоления жажды знаний» ²⁸. И не только немецкие, все «высокочтимые представители науки считали несовместимым со своим достоинством выражать личную заинтересованность в техническом прогрессе» ²⁹. По мнению Сименса ³⁰, отсутствие связи теории с практикой как в Германии, так и в Англии, тормозило внедрение практической электрической телеграфии, но не являлось определяющим. И тот факт, что начало практической телеграфной связи в экономически развивающейся Англии было положено раньше, чем в Германии, тому подтверждение.

Основные причины позднего зарождения электрической телеграфии в Германии — экономические и политические. Начиная с середины XVI в. страна стала постепенно отставать от ряда западноевропейских держав, имевших колонии и выход к морю, способствовавшие развитию торговли. Экономическому развитию и созданию единого национального государства препятствовала феодальная раздробленность. Большим шагом вперед принято считать решение Венского конгресса, зафиксировавшего итоги наполеоновских войн. Тогда был подписан акт о создании Германского союза, объединившего 34 монархии и четыре вольных города. Однако еще много лет Германия оставалась конгломератом автономных территорий и независимых городов, имевших возможность поддерживать контакты друг с другом только с помощью почтовой связи.

Потребность в электрической телеграфной связи стала формироваться в Германии с началом строительства железных дорог. Первая немецкая железная дорога была построена в 1835 г. между Нюрнбергом и Фюртом ³¹. Именно на этой линии Штейнгейлю была представлена возможность построить опытную линию и осуществить экспериментальное электрическое телеграфирование.

²⁶ Шедлинг. Штейнгейль Карл Август... С. 331.

²⁷ Сименс. Как я изобретал мир... С. 66.

²⁸ Там же. С. 427.

²⁹ Там же. С. 67.

³⁰ Там же. С. 167, 210.

³¹ Huurdeman. The Worldwide History... P. 74.

Активное железнодорожное строительство, последовавшее в 1840-х гг., способствовало строительству линий электрического телеграфа, предназначенных для обеспечения функционирования железнодорожных коммуникаций, в частности для сигнализации. К 1850 г. в Германии были построены 5856 км железнодорожных путей и сооружены телеграфные линии, использовавшие около 600 электрических телеграфов. В их числе 237 были сделаны А. Э. Крамером, 144 — компанией «Сименс и Гальске», 135 — Э. Штерером, 40 — А. Бейном, 30 — У. Фардели, 15 — К. Ф. Леонхардтом³². Оснащение железных дорог Германии телеграфной связью осуществлялось главным образом силами немецких изобретателей и производителей. В Германии система Уитстона — Кука, как и многие другие иностранные пионерские разработки, не была запатентована, что позволяло немцам производить собственные телеграфные аппараты, модернизируя известные иностранные образцы.

В строительстве первой в Германии телеграфной железнодорожной линии (1843) принимал участие сам Уитстон в компании с немецким инженером Ганнибалом Мольтрехтом (1812–1885), имевшим опыт сотрудничества со Штейнгейлем в Мюнхене³³. Использовались английские аппараты Уитстона — Кука. Линия протянулась вдоль небольшого (2,74 км) крутого участка железнодорожного пути между Ахеном и Антверпеном, при этом использовали простейший 5-стрелочный комплект оборудования Уитстона — Кука. Локомотивам, отходившим от Ахена в направлении Антверпена, не хватало тяги, чтобы самостоятельно преодолеть гористый участок пути до Ронхейде. Поэтому вплоть до 1855 г., пока не появились более мощные локомотивы, железнодорожный состав буквально втягивали на гору, используя энергию парового двигателя, находившегося в Ронхейде. Связь с помощью телеграфных аппаратов, установленных в Ахене и Ронхейде, позволяла синхронизировать действия участников этого процесса³⁴.

В 1844 г. в Германии была построена вторая электрическая телеграфная линия. Она пролегла вдоль участка железной дороги длиной около 9 км, соединившего Висбаден с районом Бибрих-Кастель. Впоследствии линию продлили до Франкфурта. Строительством занимался немецкий специалист с английскими корнями Уильям Фардели из Мангейма (1810–1869). В 1840–1842 гг., будучи в Англии, он приобрел опыт работы с телеграфными аппаратами Уитстона — Кука. Фардели дополнил английскую конструкцию часами, которые управляли указателем телеграфного знака, и назвал свой аппарат «типотелеграфом». Предшествующий опыт Штейнгейля также не остался без внимания. При строительстве второй железнодорожной телеграфной линии в качестве обратной линии была использована земля.

³² Ibid. P. 75.

³³ Roberts, S. A History of the Telegraph Companies in Britain between 1838 and 1868. The Rest of the World 1838–1868 // <https://distantwriting.co.uk/Comparisons.html>.

³⁴ Huurdeman. The Worldwide History... P. 74.

Воздушная линия состояла из медной проволоки диаметром 1,5 мм, прикрепленной к деревянным столбам. На обоих концах имелись большие медные пластины, погруженные в землю, чтобы увеличить проводимость. В 1846–1847 гг. телеграфами Фардели были оборудованы железнодорожные телеграфные линии на Саксонско-Силезской и Саксонско-Баварской железных дорогах ³⁵.

Два года спустя, в мае 1846 г., моряк Иоганн Вильгельм Вендт (1802–1847), будучи в Англии, ознакомился с телеграфом Уитстона — Кука на Великой западной железной дороге между Паддингтоном и Слау. Под впечатлением от увиденного он организовал компанию и заменил оптический телеграф, идущий из порта Бремен в Бремерхафен, двухстрелочными телеграфными аппаратами Уитстона — Кука. Открытие телеграфной линии состоялось в ноябре 1846 г.

Вендта можно считать предпринимателем, Фардели — инженером-практиком, а следующего участника телеграфного строительства, немецкого изобретателя Эмиля Штерера (1813–1890), — специалистом, которому удалось соединить теорию с практикой. Он известен в истории науки и техники как изобретатель многочисленных устройств: электрических генераторов, двигателей, машин, телеграфов и пр. В юности Штерер обучался у известного механика Лейпцигского университета И. Г. Визнера, чьи научные инструменты пользовались хорошей репутацией. Затем он продолжил образование в Париже, где познакомился с теоретическими основами электротехники и электромагнетизма, а также прошел практику изготовления научных приборов и точных инструментов. После возвращения в Германию Штерер открыл собственную мастерскую в Йене (недалеко от Лейпцига) и женился на дочери своего учителя Визнера. В конце 1842 г. Визнер умер, и молодому изобретателю пришлось возглавить семейный бизнес — механическую мастерскую в Лейпциге. Штерер заинтересовался электрической телеграфией после знакомства с Вебером, который после вынужденного расставания с Гёттингенским университетом и совместными опытами по телеграфии, проводимыми с Гауссом, стал профессором физики в Лейпцигском университете. В 1846 г. Штерер разработал конструкцию стрелочного телеграфа с питанием от переменного тока, создаваемого с помощью магнитного индуктора. Его аппарат, начиная с 1847 г., использовался на Саксонско-Баварской государственной железной дороге на маршруте Лейпциг — Хоф протяженностью более 300 км. В 1849 г. в лейпцигской компании Штерера был разработан опытный образец буквенного пишущего телеграфа. Планировалось его использование на электрической телеграфной линии Бремен — Бремерхафен протяженностью около 60 км, но в конкурентной борьбе победил аппарат Морзе.

В 1851 г. мастерскую Штерера в Лейпциге посетил Якоби и осмотрел аппараты, изготавливаемые для Саксонии и Баварии. С одной

³⁵ Ibid. С. 75–76.

стороны, он отметил их сложность в эксплуатации, с другой, — признал, что «в аппарате с циферблатом Штерер применил несколько удачных и хорошо задуманных механизмов»³⁶. Обсуждая со Штерером вопросы совершенствования аппарата Морзе, русский ученый «выразил удовлетворение тем, что такая же система, которую он ранее впервые ввел в России, была затем принята в Америке и в большинстве стран в Европе»³⁷.

В число поставщиков телеграфных аппаратов для железнодорожных линий связи Германии входили также Карл Фердинанд Леонхардт из Берлина, известный как «искусный механик и часовой мастер»³⁸, и лейтенант прусской армии Эрнст Вернер фон Сименс (1816–1892). Их знакомство состоялось в начале 1840-х гг. Занимавшийся изобретательством лейтенант заказал у мастера изготовление изобретенной им ротационной скоростной машины с использованием цинкографии. Потом были и другие встречи, когда пересеклись их работы по использованию электричества для измерения скорости полета снарядов.

В 1844 г. Леонхардт получил от прусских военных, которые готовились к замене оптического телеграфа электрическим, заказ на разработку аппарата по образцу Уитстона — Кука. Разработанную конструкцию он запатентовал в 1846 г. Его телеграф во многом походил на систему Уитстона — Кука, но был дополнен часами. Равномерные тики от часового механизма использовались для выбора букв на дисковом циферблате и последующей отправки импульсного сигнала в линию³⁹.

По воспоминаниям Сименса, ему довелось принять участие в некоторых рабочих испытаниях телеграфов Уитстона — Кука, которые проводил Леонхардт на территории, где располагался дом одного из сослуживцев Сименса. Именно тогда у молодого изобретателя возник интерес к электрической телеграфии. Это было время, когда Сименс искал область деятельности, способную принести доход, в котором он остро нуждался, так как после смерти родителей стал опекуном многочисленных сестер и братьев. В ходе испытаний ни разу не удалось наладить устойчивую связь между двумя разнесенными в пространстве аппаратами. Обдумывая эту проблему, Сименс сформулировал принцип, легший в дальнейшем в основу множества электротехнических устройств: «Сделать из стрелочных телеграфов самодействующие работающие машины, каждая из которых самостоятельно прерывает и устанавливает ток»⁴⁰. Сотрудничая в 1845–1846 гг. с механиком Иоганном Георгом Гальске (1814–1890), Сименсу удалось изготовить конструкцию синхронно-синфазного стрелочного аппарата, запатентовать ее во второй половине 1846 г. и переключить свой творческий

³⁶ Яроцкий. Борис Семенович Якоби... С. 150.

³⁷ Бочарова М. Д. Электротехнические работы Б. С. Якоби. М.: Госэнергоиздат, 1959. С. 125.

³⁸ Сименс. Как я изобретал мир... С. 61.

³⁹ Huurdeman. The Worldwide History... P. 77.

⁴⁰ Сименс. Как я изобретал мир... С. 71.

потенциал на электрическую телеграфию. Открытие 1 октября 1847 г. компании «Сименс и Гальске» (*Siemens & Halske*) стало «мостом к совершенно новой жизни» ⁴¹.

Еще раз взглянем на цифры объема поставок телеграфных аппаратов разных производителей для железнодорожных линий связи Германии в конце 1840-х гг.: компания «Сименс и Гальске» на втором месте (144 аппарата из 600), а на первом месте — малоизвестный в истории науки и техники Крамер (237 аппаратов из 600) ⁴².

Август Эфраим Крамер (1817–1885) после окончания школы изучал математику и естественные науки в Лейпциге и Берлине, в 1839 г. получил докторскую степень, с 1840 г. работал учителем математики и естественных наук в Нордхаузене. Экспериментируя с электричеством, он создал стрелочный телеграф, опытный образец которого ему помог изготовить часовщик. Публичная демонстрация изобретения состоялась в период с 27 июля по 1 августа 1846 г. Телеграфная связь была установлена между двумя гостиницами в Нордхаузене, находившимися на расстоянии около 1,1 км друг от друга. В ноябре 1846 г. Крамер продемонстрировал свой аппарат в Берлине и установил контакты с Сименсом и Леонхардтом.

По одним сведениям ⁴³, он продал свою первую модель Леонхардту, который занимался проектом строительства телеграфных линий в Берлине. Потом по заказу железнодорожных компаний и Прусской телеграфной комиссии разработал улучшенную версию и в мае 1847 г. реализовал ее на железной дороге Магдебург — Лейпциг. В конце 1847 г. построил телеграфную линию из Кёльна в Минден для железной дороги Кёльн — Минден.

Другую версию изложил в своих воспоминаниях Сименс. Первый аппарат Крамера купил не Леонхардт, а он сам, заплатив при этом 500 талеров, «пожалев бедного учителя, истратившего все сбережения на создание аппарата» ⁴⁴. Улучшенная версия, с которой Крамер появился в Берлине через полгода, использовала тот же, что у Сименса, «механизм самопрерывания с той разницей, что для механического передвижения стрелки был добавлен часовой механизм» ⁴⁵. Патентное ведомство, посчитав использование самопрерывания не самым существенным признаком в изобретении, выдало Крамеру патент.

Конкуренция среди строителей телеграфа набирала темпы, и Крамер достаточно быстро сошел с дистанции, так как занимался только стрелочными телеграфами с самопрерыванием, которые в большом количестве были установлены на железных дорогах Германии. Победителем в конкурентной борьбе стал Сименс, оперативно переключившийся

⁴¹ Там же.

⁴² *Huurdeman. The Worldwide History...* P. 75.

⁴³ *Wichert H. W. August Ephraim Kramer* // https://www.nordhausen.de/allgemein/cblock_lang.php?CBINr=11511.

⁴⁴ *Сименс. Как я изобретал мир...* С. 71.

⁴⁵ Там же.

на усовершенствование более перспективных электромагнитных пишущих телеграфов Морзе.

Первые линии военного и общественного телеграфа в Германии

Германия — первая в Европе страна, в которой электрический телеграф стал общественным. Право пользования им частным лицам впервые было предоставлено в Пруссии в 1849 г. Плата за депеши была так велика, что пользоваться телеграфом могли только богатые люди. Телеграмма в 20 слов из Берлина в Кёльн стоила 14 марок, а из Гамбурга в Кёльн — 20 марок ⁴⁶.

В истории строительства телеграфных линий в Германии, которые в 1849 г. были переданы в частное пользование, много общего с историей строительства первых железнодорожных и экспериментальных линий связи. Та же техника, те же имена, тот же главный вопрос — подземная или воздушная прокладка телеграфных проводов. Отличает историю общественного телеграфа то, что он появился в результате замены военного оптического (семафорного) телеграфа электрическим.

История семафорного телеграфа в Пруссии началась в 1832 г. с постройки линии Берлин — Кобленц. В течение всего периода его существования (1832—1848) во главе семафорного телеграфа находился генерал Франц Август фон Эцель, который подчинялся непосредственно Генеральному штабу прусской армии. Прусские военные впервые задумались о замене оптического телеграфа в конце 1830-х гг. Как и железнодорожники, они решили использовать единственный известный тогда в Европе стрелочный телеграф Уитстона — Кука — больше равняться было не на кого. Ближайшие соседи, французы, настолько были удовлетворены разветвленной сетью семафорного телеграфа, существовавшей в стране, что присоединились к разработкам в области электрической телеграфии слишком поздно. Америка в те годы не входила в число стран, где успешно развивалась техника, в частности телеграфная. О российских засекреченных телеграфах Якоби в Германии не знали.

Эцель, поощряемый известным немецким физиком А. Гумбольдтом, пробовал сам экспериментировать со стрелочным электромагнитным телеграфом простейшей конструкции. Король Пруссии Фридрих Вильгельм IV заинтересовался его опытами и предложил устроить демонстрацию во дворце Сан-Суси, расположенном в Потсдаме, неподалеку от Берлина. После успешной демонстрации Эцелю поручили проложить телеграфную линию от Берлина до Потсдама. Строительство пришлось прекратить, как только до Эцеля донеслись вести о проблемах, возникших в Англии у Кука с воздушными проводами,

⁴⁶ Пятидесятилетие электрических телеграфов в России как общественно-го средства сообщения // Почтово-телеграфный журнал. Неофициальный отдел. 1905. № 4. С. 367.

и о том, что подземная прокладка телеграфных проводов — альтернативное более дорогое решение — имеет не меньше недостатков.

Всеми вопросами, связанными с внедрением электрической телеграфии, занималась Комиссия Генерального штаба Пруссии по замене оптических телеграфов, возглавлявшаяся Эцелем. Именно по ее поручению в строительстве и экспериментах со стрелочными телеграфными аппаратами Уитстона — Кука начиная с 1844 г. занимался Леонхардт. В 1846 г. в состав комиссии включили Сименса, который вызвал интерес к себе содержательной запиской. В ней давалась «оценка состояния телеграфии того времени и описание ожидаемых в ней усовершенствований»⁴⁷. К тому времени он уже задумал посвятить себя новому виду связи, но еще не был готов расстаться с военной службой, поэтому новое назначение пришлось кстати.

Воздушная прокладка телеграфного кабеля пугала своей ненадежностью. Повреждения вследствие непогоды, а также животными и людьми приводили к постоянным проблемам с техническим обслуживанием. Сименс занимался поиском изоляционного материала для подземного телеграфного кабеля. Получив от брата из Англии заморскую новинку — гуттаперчу, — он предложил комиссии опробовать ее в качестве изоляции. Испытания, начавшиеся летом 1846 г. и продолжившиеся в 1847 г., показали, что стыки швов гуттаперчевого покрытия со временем расходятся. Сименс сконструировал, а его компаньон по мастерской Гальске изготовил винтовой пресс, с помощью которого проблема на первый взгляд была решена. Летом 1847 г. была проложена первая длинная (около 19 км) подземная телеграфная линия из центра Берлина в пригород Гросберен, состоявшая из проводов, изолированных по методу Сименса. Испытания прошли успешно.

Слухи об успехах прусского лейтенанта — еще не было известно, что срок службы изолированного кабеля не более двух лет — облетели Берлин, и ему была предоставлена возможность выступить с докладом перед королем Пруссии. Работая в комиссии, Сименс вел борьбу «за позволение общественности использовать создающиеся телеграфные линии, что было с негодованием воспринято в военных кругах»⁴⁸. Доклад перед королем и высшим светом о возможностях и перспективах электрических телеграфов, если сделать их общественными, содействовал переходу общественного мнения на его сторону. Сименс предчувствовал потребность в новом виде связи. Не желая больше никому служить, он «отказался от заманчивой перспективы добиться доминирующего положения в комиссии, став директором будущих прусских государственных телеграфов»⁴⁹ и принял решение полностью посвятить себя телеграфии.

⁴⁷ Сименс. Как я изобретал мир... С. 79.

⁴⁸ Там же. С. 84.

⁴⁹ Там же. С. 83.

В марте 1848 г. должен был состояться конкурс на телеграфное строительство. В немецкой газете от 19 декабря 1847 г. сообщалось о том, что лейтенант Сименс,

скорее всего, победит в развернувшейся конкурентной борьбе среди подобных систем на лучшую пригодность для прусских государственных телеграфных линий, так как его система является наиболее простой, совершенной и вдобавок самой дешевой⁵⁰.

Но конкурс не состоялся. В марте 1848 г. до Берлина докатились либеральные волнения, начавшиеся в Европе в феврале 1848 г. и сопровождавшиеся требованиями парламентских выборов, конституции и свободы прессы. Революционные события ясно показали важность надежной и быстрой связи для прусских военных командиров и правительственных чиновников. Новый конкурс был объявлен прусским королем 24 июля 1848 г. Предлагалось построить две телеграфные линии: Берлин — Кёльн и Берлин — Франкфурт-на-Майне.

В конкурсе приняли участие девять компаний, среди них упомянутые выше Мольтрехт, Фардели, Крамер, Леонхардт, Сименс, а также американец Робинсон. Для того чтобы доставить на конкурс телеграф Морзе, ему потребовалось договариваться о праве проезда с правительствами восьми независимых немецких государств и администрациями девяти самостоятельных железнодорожных компаний⁵¹.

В результате контракт на строительство линии Берлин — Кёльн достался Крамеру, а Сименс получил право соединить электрической телеграфной связью Берлин (место пребывания прусского правительства) и Франкфурт-на-Майне, где в 1848—1849 гг. заседало Франкфуртское национальное собрание, первый общегерманский парламент, возникший вследствие революции 1848 г. Компания «Сименс и Гальске» завершила строительство как раз к выбору парламентом 28 марта 1849 г. прусского короля Фридриха Вильгельма IV наследным императором Германии. Передача результатов выборов в течение одного часа в Берлин, находящийся на расстоянии 500 км, стала триумфом для электротелеграфии⁵².

Осенью того же года состоялась передача телеграфной службы от Военного министерства Министерству торговли. Телеграф в Пруссии стал общественным, и началось его бурное строительство. В 1849 г. линии протянулись до Кёльна, Гамбурга, Бреслау, Кёнигсберга и Ахена, а затем на запад до Верве в Бельгии. В Пруссии использовалась в основном подземная прокладка по методу Сименса.

В 1851 г., будучи в научной командировке в Западной Европе, Якоби посетил Германию. В своем отчете о командировке он отразил впечатления, которые вынес из ознакомления с теми областями научных

⁵⁰ Там же. С. 86.

⁵¹ *Huurdeman. The Worldwide History...* P. 79.

⁵² *Reif-Acherman, S. Ernst Werner von Siemens and the Early Evolution and Diffusion of Electric Telegraphy // Proceedings of the IEEE. 2017. Vol. 105. No. 11. P. 2280.*

знаний и их практическими приложениями, в которых сам работал. Большое место в деятельности Якоби в 1840-е гг. занимала электрическая телеграфия — ее теоретические вопросы и практическая реализация. Встречи Якоби с теми, кто эксплуатировал телеграфные линии, часто носили характер обмена опытом.

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 ⁵³.

В Баварии, в отличие от Пруссии, использовались воздушные телеграфные линии, подвешенные к изоляторам на деревянных столбах. В связи с увиденным Якоби в своем отчете о командировке подчеркнул, что такое решение для строительства телеграфной линии из Петербурга в Петергоф предлагал в 1835–1836 гг. еще Шиллинг, но его не поддержали ⁵⁴.

Несмотря на эксплуатационные проблемы (с ними сталкивались пионеры телеграфного строительства во всех странах), телеграфная сеть сыграла большую роль в объединении отдельных немецких государств в единую Германию. Среди немцев практически не было изобретателей первых в мире телеграфных аппаратов, но им удалось, используя зарубежные новинки, достаточно быстро наладить процесс телеграфного строительства.

Производство телеграфной техники в Германии в 1840-х гг.

Потребность в производстве телеграфной техники в Германии возникла вместе со строительством первых телеграфных линий в начале 1840-х гг. Политическая и экономическая раздробленность страны в то время тормозила начало промышленного переворота. Вместе с тем отсутствие централизации в государственном устройстве Германии способствовало возникновению в различных ее частях мелкого кустарного производства. Изобретательская инициатива в области создания телеграфной техники не сдерживалась германским патентным правом и позволяла заимствовать зарубежные изобретения.

Таким образом, телеграфный рынок Германии быстро пополнялся новыми участниками — изобретателями и создаваемыми при их участии мастерскими по производству самих телеграфных аппаратов, а также запасных частей и полуфабрикатов для них. По мнению Сименса, начинавшего с кустарной мастерской, «прокладывать новый путь почти всегда тяжело и рискованно, для этого нужен кладезь

⁵³ Яроцкий. Борис Семенович Якоби... С. 149.

⁵⁴ Там же... С. 150.

специальных знаний и опыта», которым обладают «давно существующие компании, дела которых передаются по наследству»⁵⁵.

Некоторые изобретатели обращались к крупным мастерским, у которых был давний опыт производства деталей, родственных тем, что использовались в телеграфе. Например, типотелеграф Фардели имел в своем составе часы и производился на Шварцвальдской часовой фабрике, да и внешне аппарат напоминал конструкцию маятниковых часов. Зарождение часового производства в Шварцвальде относится к 1667 г., когда отдельные мастера, жители Шварцвальдских гор, стали изготавливать кустарным способом деревянные часы-ходики⁵⁶. Иногда изобретателями в области телеграфии становились сами владельцы мастерских, бывшие «кладезем специальных знаний», как это было в случае с Леонхардтом.

С развитием техники множилось число мастерских, специализировавшихся на производстве электротехнических изделий, магнитов, проволоки и т. п. Якоби, будучи в научной командировке в Германии, посещал подобные производства во всех городах, где бывал. В условиях конкуренции производители отдельных деталей и всего того, что требовалось для производства телеграфной техники, стремились к повышению качества. «В Нюрнберге торговец скобяными изделиями некий Геккер, — писал Якоби, — многолетними усилиями дошел до высокой степени совершенства в производстве стальных магнитов»⁵⁷. Там же в Нюрнберге Якоби «обнаружил давно искомое производство тончайшей железной проволоки и листовой кованой меди, которые он также заказал»⁵⁸. В Ройтлингене Якоби встретился с механиком, у которого приобрел

хроноскоп, допускавший измерение малых отрезков времени с точностью до 0,001 с, а также новый телеграфный аппарат с оригинальным решением некоторых его узлов⁵⁹.

Новые мастерские по производству телеграфных аппаратов создавались, как правило, изобретателями с учетом предшествующего производственного опыта компаньонов. Так было и в случае с Сименсом. В мастерской «Бетхер и Гальске» изобретатель заказывал первые телеграфные аппараты. Приняв решение посвятить себя телеграфии и воодушевив своей идеей Гальске, в октябре 1847 г. он организовал телеграфную мастерскую «Сименс и Гальске». Свободного капитала не было. Пришлось обратиться к кузену Сименса. Инвестировав 6 тыс. прусских талеров, кузен стал на шесть лет партнером с пятой долей прибыли.

⁵⁵ *Сименс. Как я изобретал мир...* С. 434.

⁵⁶ *Канн Г.* Краткая история часового искусства. Ленинград: Гублит, 1926. С. 27–31.

⁵⁷ *Яроцкий.* Борис Семенович Якоби... С. 151.

⁵⁸ Там же.

⁵⁹ Там же.

Небольшие производства часто организовывались с помощью родственников, но случай с бизнесом Вернера Сименса является особенным, так как он стал процветающим во многом благодаря дальнейшей слаженной работе членов семьи Сименс. В 1849 г. брат Вернера, Карл Вильгельм Сименс (1823–1883), открыл первое подразделение компании «Сименс и Гальске» за пределами Германии, в Лондоне. Важное место в международной экспансии бизнеса Сименсов принадлежало Российской империи. Организованное там в 1853 г. представительство возглавил другой брат, Карл Генрих фон Сименс (1829–1906). Заказы русского правительства спасли бизнес Сименсов, когда в начале 1850-х гг. прусское правительство на несколько лет прекратило заключать контракты с компанией «Сименс и Гальске» из-за проблем с подземными кабелями, проложенными по их методу.

Гальске в 1867 г. покинул компанию, потому что разошелся с братьями Сименс во взглядах на политику компании. Он предпочитал ремесленное, а не крупное промышленное производство. Вернер Сименс, пытаясь впоследствии осмыслить, что лучше, мастерские или крупные предприятия, напишет:

Там, где ремесленное производство развито настолько, что удастся получить пригодную для экспорта продукцию, конкуренция с большими фабриками приносит лишь вред. Но если речь идет о развитии новой отрасли промышленности или выходе нового направления на мировой рынок, необходимы крупные централизованные предприятия с филиалами и значительным капиталом ⁶⁰.

Анализируя историю своей компании, Сименс признавал, что ему удалось вырваться вперед и не остаться на уровне ремесленничества благодаря тому, что, как офицер, он «имел доступ в высшие социальные круги» ⁶¹. По его мнению,

Пруссия до середины XIX в. была в значительной мере военно-бюрократическим государством, в котором особой честью и правами пользовались только дворяне и крупные землевладельцы. Достойная промышленность практически отсутствовала, несмотря на тщетные попытки наиболее просвещенных членов правительства развить ее из мелких ремесленных хозяйств. А поскольку и торговля в стране была крайне ограниченной, то не было и развитого среднего класса, нормального противовеса военным, чиновникам и дворянству ⁶².

Произошедшие во второй половине XIX в. в Германии политические и экономические изменения способствовали превращению кустарных мастерских 1840-х гг. в телеграфные фабрики и заводы. Они

⁶⁰ *Сименс. Как я изобретал мир...* С. 433.

⁶¹ Там же.

⁶² Там же.

не только изготавливали аппараты для германских линий, но и снабжали своей продукцией телеграфные ведомства других стран⁶³.

Заключение

Работы немецких ученых начала XIX в. в области электрической телеграфии оставили заметный след в истории науки. Учитывая большой научный задел, Германия была близка к тому, чтобы стать страной-пионером в деле практического внедрения электрической связи в Европе. Этого не произошло из-за политической раздробленности и экономической отсталости страны — промышленный переворот здесь был еще впереди.

Зарождение практической телеграфии в Германии базировалось на лучших изобретательских идеях ученых разных стран, в частности на использовании принципов стрелочного телеграфа англичан Кука и Уитстона. С оглядкой на их опыт и с проявлением немецкой прагматичности в стране строились первые железнодорожные и военные телеграфные линии, решался вопрос, какими им быть — воздушными или подземными. Несмотря на сложную политическую обстановку, именно Германия первой в Европе пошла на то, чтобы сделать телеграф общедоступным.

Отказ от патентования зарубежных образцов телеграфной техники в Германии способствовал изобретательской инициативе немцев и созданию конкурентной среды внутри страны. Для реализации своих изобретений пионеры телеграфной связи создавали кустарные мастерские, некоторые из них впоследствии превратились в фабрики, поставлявшие аппаратуру во многие страны мира. Наиболее яркий пример — компания «Сименс и Гальске».

References

- Bocharova, M. D. (1959) *Elektrotechnicheskie raboty B. S. Iakobi [Electrotechnical Works by B. S. Jacobi]*. Moskva: Gosenergoizdat.
- Garratt, G. R. (1965) The Early History of Telegraphy, *Philips Technical Review*, vol. 26, no. 8–9, pp. 268–284.
- Huurdeman, A. (2003) *The Worldwide History of Telecommunications*. New York: Wiley-Interscience.
- Iarotskii, A. V. (1963) *Pavel L'vovich Shilling [Pavel Lvovich Schilling]*. Moskva: Izdatel'stvo AN SSSR.
- Iarotskii, A. V. (1988) *Boris Semenovich Iakobi (1801–1874) [Boris Semyonovich Jacobi]*. Moskva: Nauka.
- Istoriia telegrafa v Rossii [The History of Telegraph in Russia] (1881), *Elektrichestvo*, no. 15, pp. 229–230.
- Kann, G. (1926) *Kratkaia istoriia chasovogo iskusstva [A Brief History of the Art of Watchmaking]*. Leningrad: Gublīt.

⁶³ Коузов А. И. Краткий обзор развития телеграфов в России в связи с ролью инженеров-электриков в почтово-телеграфном ведомстве // Почтово-телеграфный журнал. Неофициальный отдел. 1915. № 11–12. С. 420–443.

- Kouзов, А. И. (1915) *Kratkii obzor razvitiia telegrafov v Rossii v sviazi s rol'iu inzhenerov-elektrikov v pochtovo-telegrafnom ведомstve* [A Brief Overview of the Development of Telegraphs in Russia in Relation to the Role of Electrical Engineers in the Postal and Telegraph Office], *Pochtovo-telegrafnyi zhurnal, neofitsial'nyi otdel*, no. 11–12, pp. 420–443.
- Nekrolog. V. E. Veber (24 oktiabria 1804 – 11 iyunia 1891) [Obituary. W. E. Weber (October 24, 1804 – June 11, 1891)] (1891), *Pochtovo-telegrafnyi zhurnal, neofitsial'nyi otdel*, no. 12, p. 566.
- Piatidesiatiletie elektricheskikh telegrafov v Rossii kak obshchestvennogo sredstva soobshcheniia [Fifty Years of Electric Telegraphs in Russia as a Public Means of Communication] (1905), *Pochtovo-telegrafnyi zhurnal, neofitsial'nyi otdel*, no. 4, pp. 367–377.
- Reif-Acherman, S. (2017) Ernst Werner von Siemens and the Early Evolution and Diffusion of Electric Telegraphy, *Proceedings of the IEEE*, vol. 105, no. 11, pp. 2274–2284.
- Roberts, S. (2014) A History of the Telegraph Companies in Britain between 1838 and 1868. The Rest of the World 1838–1868, <https://distantwriting.co.uk/Comparisons.html>.
- Samuel' Tomas fon Zemmering [Samuel Thomas von Sömmerring] (1888), *Pochtovo-telegrafnyi zhurnal, neofitsial'nyi otdel*, no. 3, pp. 155–161.
- Shedling G. (1888) Shteingeil' Karl Avgust [Carl August von Steinheil], *Pochtovo-telegrafnyi zhurnal, neofitsial'nyi otdel*, no. 6, pp. 325–341.
- Simens, V., fon (Siemens, W., von) (2015) *Kak ia izobretal mir* [How I Invented the World]. Sankt-Peterburg: Piter.
- Wichert, H. W. (2019) August Ephraim Kramer, https://www.nordhausen.de/allgemein/cblock_lang.php?CBINr=11511.

Received: December 23, 2019.