



Электромагнитный телеграф Якоби

Ю.В. Черников

(Окончание. Начало см. ЭП, № 11, 2010 г.)



Б.С. Якоби

Начало работы Бориса Семеновича Якоби, члена-корреспондента Петербургской академии наук с 1838 г. и впоследствии академика этой же академии с 1848 г., в области электротелеграфии относится к 1841 г., когда ему было поручено устройство телеграфа между Зимним дворцом и Инспекторским департаментом Главного штаба в Петербурге. 1841 г. считается годом начала работ Якоби по телеграфии на основании высказывания

самого ученого, который в своем докладе Академии наук в декабре 1843 г. прямо говорит: «Осенью 1841 г. мне повелено провести электрический телеграф между Зимним дворцом и Главным штабом [1]».

К этому времени, кроме телеграфного аппарата Шиллинга, были известны другие, более поздние конструкции электротелеграфов: пятистрелочный мультипликаторный телеграф Кука и Уитстона, пишущий телеграф Штейнгейля. Якоби было также известно, что в Америке Морзе использовал в своем телеграфном аппарате электромагнит, но с устройством телеграфа Морзе Якоби знаком не был, так как патент на свой аппарат Морзе получил 20 июня 1840 г., а описание его (телеграфа) конструкции в печати отсутствовало.

Хорошо понимая достоинства и недостатки мультипликаторных телеграфных аппаратов, Якоби уже в своем первом телеграфном аппарате основным действующим элементом сделал электромагнит.

В пишущем телеграфе Якоби (рис. 1) принимаемая депеша записывалась карандашом в виде ломаной (зигзагообразной) линии на белом матовом стекле, которое приводилось в тихое и

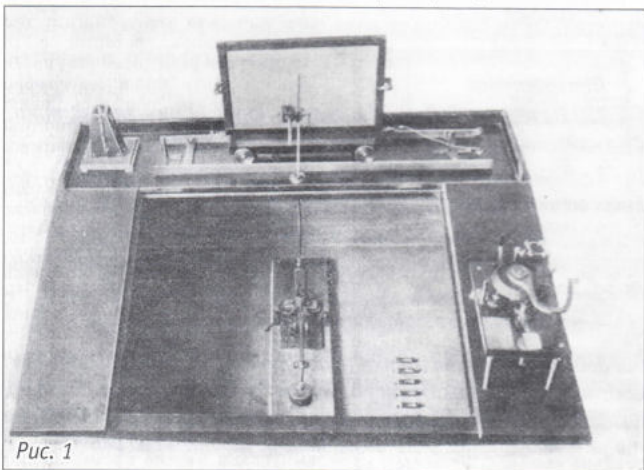


Рис. 1

равномерное движение по рельсам посредством часового механизма. В этом телеграфе Якоби предложил новый вид записи неравномерного кода [2].

Практическое использование созданной Якоби телеграфной аппаратуры осложнилось жестким правительственным требованием скрытой прокладки телеграфных линий для обеспечения «абсолютной секретности» передаваемых сообщений. Император Николай I назначил князя Цицианова ответственным за составление «особого словаря» по расшифровке передаваемых депеш.

В 1841 г. телеграф Якоби уже работал на линии, соединяющей Зимний дворец с Главным штабом; с 1842 г. — на линии между Зимним дворцом и Главным управлением министерства путей сообщения. Первая подземная линия, проложенная Якоби между Зимним дворцом и Главным штабом, состояла из металлических труб, внутри которых находились железные гильзы с замурованными в них медными проводами, покрытыми изоляционной мастикой. Но при прокладке второй линии в 1842 г. Якоби отказался от металлических труб из-за возможных побочных соединений проводников и использовал стеклянные трубки, помещенные в деревянные желоба.

Первые подземные линии были сравнительно короткими — 360 и 2700 м. Опыт их прокладки и эксплуатации Якоби использовал в 1843 г. при подготовке и прокладке телеграфной линии между Петербургом и Царским Селом (летней резиденцией царей). На царскосельской линии длиной 25 км Якоби применил подземные провода с каучуковой изоляцией. Масштабы этой линии побудили его разработать целый ряд приспособлений для обмотки проводов пенькой, пропитки пеньки смолами, наложения каучука, а также ряд приборов для электрических испытаний изолированного провода. Он организовал специальные мастерские для изготовления кабеля, положив этим начало кабельному производству в России.

Однако сразу добиться стабильной работы царскосельской телеграфной линии Якоби не удалось. Якоби, как и Морзе, выяснил, что при передаче сигнала на большие расстояния из-за сопротивления проволоки величина импульса тока ослабевала настолько, что он уже не мог управлять электромагнитом.

Ознакомившись с предложенной известным американским ученым профессором Генри схемой дистанционного управления гальванической цепью [3], Якоби при помощи этих «реле» добился стабильной работы царскосельской телеграфной линии.

На построенных под его руководством телеграфных линиях Якоби проводил исследования проводящих свойств земли. В докладе Академии наук Якоби прямо указывал, что «...измерительные опыты над царскосельским проводом, выяснившие на практике возможность совсем обойтись без целой половины проводной цепи, показали, что бремя телеграфной службы можно возложить на мать сыру землю».

Однако со временем состояние изоляции царскосельской телеграфной линии стало ухудшаться, росла утечка тока. После упорных исследований Якоби пришел к выводу, что в линии вследствие плохой изоляции и наличия в почве растворов кислот и солей при пропускании тока вокруг проводников



происходит электролиз растворов, что приводит к появлению э.д.с. поляризации между проводниками [4]. Поляризация проводников приводила к тому, что ток от этой э.д.с. иногда был достаточен для того, чтобы удерживать якорь электромагнита телеграфного аппарата в притянутом состоянии. Все это приводило к уменьшению быстродействия его работы. Якоби разработал способ уменьшения действия поляризации путем включения в линию связи контрбатареи (рис. 2).

При замыкании ключа K от батареи E в цепи будет протекать ток в направлении, указанном стрелками. Платиновые пластины a и b контрбатареи B зарядятся при этом соответственно положительно и отрицательно. Возникшую э.д.с. поляризации можно условно представить батареей C . При отключении батареи E э.д.с. поляризации контрбатареи и э.д.с. поляризации линии будут действовать встречно по отношению к электромагниту M . В случае, когда э.д.с. поляризации контрбатареи имеет величину равную э.д.с. поляризации проводников, действие последней будет уничтожено. Метод контрбатареи получил известность и признание в других странах.

Контрбатарея из платины позволила продолжить на некоторое время использование подземных проводников на Царскосельской линии, но вследствие быстрой порчи этих проводников зимой 1847 г. даже платиновая батарея не приносила существенной пользы.

Опыт прокладки телеграфных линий с использованием кабельной техники того времени и их эксплуатации позволил Якоби сделать уверенный вывод о том, что только воздушный подвес проводов позволяет рассчитывать на успех при прокладке этих линий значительной протяженности.

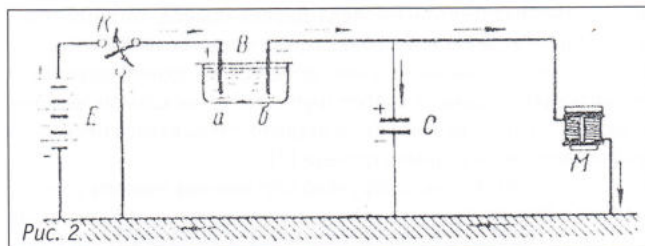
Следует отметить, что пишущий телеграф Якоби, как и пишущий телеграф Штейнгейля, обладали безусловным достоинством, которое заключалось в автоматизации процесса записи поступающих сигналов, но оба телеграфа нуждались в достаточно сложных переводных кодах. Палка оказалась о двух концах.

В 1842 г. Якоби приступил к разработке однострелочных телеграфов, которые не требовали для расшифровки передаваемого сигнала переводного кода. К тому времени уже имелся положительный опыт работ Уитстона в этой области, состоявший в том, что наиболее осуществимой системой телеграфирования постепенно определялась такая, в которой синхронность поддерживалась принудительно с помощью шагового движения.

В 1842 – 1845 гг. Якоби создал несколько конструкций электромагнитных стрелочных телеграфных аппаратов. Суммируя сведения, имеющиеся о стрелочных аппаратах Якоби, можно сказать:

- что все они были изготовлены на одном принципе действия, заключавшемся в том, что стрелки передатчика и приемника принудительно перемещались с позиции на позицию синхронно и синфазно;
- конструктивно аппараты отличались друг от друга манипуляторными устройствами (либо штепсель, либо клавиатура) и расположением циферблатов (вертикальным или горизонтальным);
- в последних моделях телеграфных аппаратов автоматический электромеханический привод заменил механический (гиревой или часовой).

Сначала Якоби заменил в аппарате Уитстона приводную ручку передатчика, которую крутил отправитель сообщения, на часовой механизм. Но такой аппарат функционировал не очень устойчиво. Якоби понял причину сбоев, заключавшихся в недостаточной длительности интервала времени между двумя соседними импульсами напряжения, поступившими в линию связи от передатчика, а также в наличии индуктивности катушки электромагнита и емкости связи между проводами линии. При этом последующий сигнал сливался с задним фронтом преды-



дущего сигнала, в результате чего работоспособность аппарата нарушалась.

Главным результатом работ Якоби в этот период явилось создание им в 1844 г. штифтового телеграфа, а в 1845 г. – клавишного телеграфа с вертикальным циферблатом [5]. Оба этих телеграфа имели электромагнитный привод. В каждый из телеграфов Якоби встроил самопрерыватель, который представлял в современной терминологии электромагнитное реле с нормально закрытым контактом. Катушка реле и его контакт были соединены последовательно. При протекании тока по этой цепи якорь реле притягивался к полюсам электромагнита и контакт разрывался. Пружина возвращала якорь реле в исходное состояние, так как катушка была обесточена, и цикл повторялся. Самопрерыватель, по существу, представлял собой генератор импульсов, длительность которых и частота повторения зависели от жесткости пружины и величины контактного промежутка, который регулировался. Самопрерыватель четко разделял импульсы, поступающие в линию связи между передатчиком и приемником. Одновременно Якоби преобразовал колебания якоря в угловые возвратные перемещения рычага, связанного с этим якорем. Собачка, укрепленная на конце, сообщала через храповик шаговые движения стрелке циферблата. Таким образом, самопрерыватель поддерживал стрелки циферблатов передатчика и приемника в непрерывном движении с одинаковой скоростью (синхронно) и с одинаковым пространственным положением (синфазно). Синфазность обеспечивалась тем, что перед началом работы стрелки устанавливались на определенном месте. При установке штифта возле выбранной буквы или цифры или же при нажатии соответствующей клавиши (в телеграфе другого типа) стрелка передатчика останавливалась возле него, останавливалось и функционирование самопрерывателя. Соответственно в нужном месте останавливалась и стрелка на циферблате приемного устройства.

Исторической справедливости ради следует отметить, что схему самопрерывателя впервые представил 25 февраля 1837 г. в своем докладе на заседании Франкфуртского физического общества некий Иоганн Филипп Вагнер, бухгалтер в фирме по торговле железом. Это устройство впоследствии получило название «молоточек Вагнера».

Стрелочные синхронные аппараты Якоби в 1843 – 1846 гг. успешно применялись на телеграфных линиях «Петербург – Царское Село», «Зимний дворец – Главное управление путей сообщения».

В 1846 – 1847 г. созданием стрелочного телеграфного аппарата в Германии успешно занимались совместно молодой артиллерийский офицер Эрнст Вернер Сименс и механик Иоганн Георг Гальске. 8 июля 1847 г. Сименс и Гальске подключили свои телеграфные аппараты к обоим концам кабельной линии между Берлином и Потсдамом и успешно провели публичную демонстрацию телеграфа в действии [6].

Знал ли Сименс о работах Якоби, которые предвосхищали разработанный им телеграф? Сам Якоби, не обвиняя никого в плагиате, говорил о возможности знакомства Сименса с конструкцией его телеграфа.

Вероятно, создание стрелочного синхронного телеграфа представляет собой один из многих примеров, иллюстрирующих



взгляд американского науковедера Дерека Прайса, который говорил: «Наука есть система, обладающая очень большой избыточностью. Любое открытие в ней делается не одним, двумя или несколькими людьми, а скорее группами из нескольких человек в разных странах. Все, что было открыто, открывалось несколько раз независимо в разных странах» [7].

В 1844 г. Якоби было поручено составление проекта и сметы первой в России телеграфной линии общественного назначения «Петербург – Москва». Она стала необходимой ввиду строительства Петербургско-Московской железной дороги. Имея большой опыт научной и практической работы по созданию подземных телеграфных линий, Якоби возражал против устройства подземной линии на таком большом расстоянии (651 км). Так, ни он сам, ни современная ему техника не располагали возможностями для производства кабелей нужного высокого качества. Только при воздушном подвесе можно было рассчитывать на успех. Тем не менее, получив категорический приказ строить подземную линию, который объяснялся необходимостью обеспечить секретность связи, Якоби был вынужден взяться за ее проектирование.

В 1846 г. был проложен опытный отрезок кабеля длиной около 6,4 км от Петербурга до Александровского завода. Испытания не дали благоприятных результатов. Искключительная научная добросовестность и честность Якоби, отдавшего много сил созданию кабельных подземных линий, но видевшего, что они не дают уверенности в успехе, заставили его вовсе отказаться от дальнейшей работы.

Правительство сдало подряд на строительство этой линии Вернеру Сименсу. Был проложен подземный кабель с гуттаперчевой изоляцией. Однако уже в 1854 г. совершенно разрушившуюся и непригодную к эксплуатации кабельную линию были вынуждены заменить воздушной. Убыток исчислялся сотнями тысяч рублей.

Принцип синхронно-синфазной связи был применен Якоби в 1850 г. и в буквопечатающем аппарате (рис. 3) [8]. В передатчике стерженек останавливал движение стрелки по циферблату. Приемник имел принципиально такое же устройство, как и приемник стрелочных аппаратов, но включал в себя дополнительное звено – буквопечатающее приспособление. В состав этого приспособления входил барабан (типовое колесо), имевший по окружности 28 отверстий, в которые были вставлены 28 деревянных типовых стерженьков. На нижней торцевой части последних были вырезаны 26 букв алфавита и 2 служебных знака. Типовые стерженьки были снабжены противодействующими пружинами. В этом буквопечатающем телеграфном аппарате под воздействием серии импульсов, посылаемых с передающей станции таким же образом, как и в системе стрелочного телеграфа, одновременно со стрелкой циферблата совершал равномерно-прерывистое

пульсационное (шаговое) движение указанный выше барабан с буквенными типами. С прекращением серии импульсов это движение прекращалось, и срабатывал печатающий электромагнит, под воздействием якоря которого стерженек, преодолевая сопротивление пружины, выдвигался из своего гнезда вперед (опускался вниз) и прижимался к бумажной ленте. С началом поступления новой серии импульсов бумажная лента передвигалась на один знак.

Буквопечатающий телеграф Якоби представлял выдающееся достижение не только в телеграфии, но и в электротехнике в целом.

Из-за соображений секретности, которой в России были окружены работы Якоби в области телеграфии, подробное описание конструкции первого буквопечатающего аппарата появилось в печати спустя сто лет со дня его изобретения.

Принцип синхронно-синфазного движения, использованный Якоби, был положен в основу всех последующих аппаратов Юза, Сименса, Бодо, которые внесли значительный вклад в усовершенствование теории и практики буквопечатающего телеграфа.

Самая последняя работа Якоби в области конструирования телеграфных аппаратов, выполненная им в 1854 г. – изобретение первого в мире электромагнитного стрелочного телеграфа для связи между капитаном и механиком парохода.

У капитана парохода и механика имеются одинаковые круги со стрелками. Капитан ручкой телеграфа устанавливает стрелку против какого-либо деления круга, например, с надписью «полный вперед» или «стоп машина». В момент поворота ручки раздается звонок. Механик смотрит, против какого деления установилась стрелка его приемного устройства телеграфа, и выполняет команду капитана.

Впервые такой телеграф был установлен на 44-пушечном паровом фрегате «Полкан», который был построен под наблюдением выдающегося русского инженера-кораблестроителя Степана Онисимовича Бурачека, впоследствии (с 1869 г.) генерал-лейтенанта Корпуса корабельных инженеров.

Петербургская газета «Северная пчела», отмечая смелость новаторских идей и изобретений Якоби, писала: «В средние века фанатики сожгли бы г-на Якоби, а поэты и сказочники выдумали о нем легенду, как о Фаусте. В наше время мы не сожжем его, а согреем чувством признательности за его полезные труды и вместо легенды скажем правду, а именно, что г-н Якоби сверх учености отличный человек во всех отношениях и что наука вправе на него надеяться на многое, потому что в нем нет педантизма, а есть истинная пламенная страсть к наукам и столь же пламенное желание быть полезным гостеприимной и благодарной России» [9].

Литература:

1. Бочарова М.А. Электротехнические работы Б.С. Якоби. – М.-Л.: ГЭИ, 1959, с. 115.
2. Яроцкий А.В. Основные этапы развития телеграфии. – М.: «Знание», 1963, с.36 – 37.
3. Первый пишущий телеграф в России. К 200-летию со дня рождения академика Б.С. Якоби. – CONNECT! Мир связи, 2001, № 10. <http://www.connect.ru/article.asp?id=2443>.
4. Кудрявцев Е.А., Кудрявцев А.А. Электролиз, как окислительно-восстановительный процесс. <http://www.rabbit.narod.ru/chem/elektr.htm>.
5. Там же, где и 1, с. 119 – 120.
6. Черников Ю.В. Вернер Сименс – пионер дальней связи. – «Электропанорама», 2009, № 5, с. 52 – 54.
7. Церава Г.К. Джозеф Генри. – Л.: НАУКА, 1983, с. 76.
8. Там же, где и 2, с. 49 – 50.
9. Там же, где и 3.

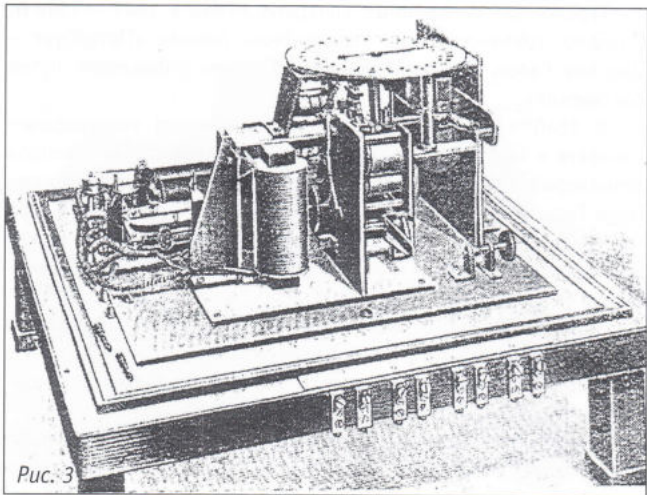


Рис. 3