

УДК 621.37-621.39(091)

Ранние работы Ли де Фореста по беспроводной телеграфии

Пестриков В. М.

*Санкт-Петербургский государственный институт кино и телевидения
ул. Правды, д. 13, Санкт-Петербург, 191119, Российская Федерация
pvm205@yandex.ru*

Получено: 12 февраля 2021 г.

Отрецензировано: 21 февраля 2021 г.

Принято к публикации: 22 февраля 2021 г.

Аннотация: Рассмотрены научно-технические исследования американского радиоинженера Ли де Фореста на рубеже 19 и 20 вв. Показан научный поиск де Фореста в стремлении найти надлежащее устройство для замены ненадежного когерера. Подробно рассмотрены его разработки в области электролитических детекторов. Уделено внимание коммерциализации проектов де Фореста и деятельности компаний по их реализации. Отмечен юридический спор между Фессенденом и Форестом о приоритете изобретения оригинальной конструкции электролитического детектора. Представлены различные научные теории, в том числе де Фореста, объясняющие принцип работы электролитического детектора. В этом контексте проанализирован доклад де Фореста на Международном электротехническом конгрессе в Сент-Луисе в 1904 г.

Ключевые слова: беспроводная телеграфия, пластина Шефера, электролитический детектор, Ли де Форест, ответчик, Авраам Уайт, Всемирная Луизианская выставка 1904 г.

Для цитирования (ГОСТ 7.0.5—2008): Пестриков В. М. Ранние работы Ли де Фореста по беспроводной телеграфии // *Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии*. 2020. Т. 3, № 4. С. 456—507.

Для цитирования (ГОСТ 7.0.11—2011): Пестриков, В. М. Ранние работы Ли де Фореста по беспроводной телеграфии / В. М. Пестриков // *Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии*. — 2020. — Т. 3, № 4. — С. 456—507.

Lee de Forest's early work on wireless telegraphy

V. M. Pestrikov

*St. Petersburg State University of Film and Television
13, Pravda Str., St. Petersburg, 191119, Russian Federation
pvm205@yandex.ru*

Received: February 12, 2021

Peer-reviewed: February 21, 2021

Accepted: February 22, 2021

Abstract: *The scientific and technical research of the American radio engineer Lee de Forest at the turn of the 19th and 20th centuries is considered. De Forest's scientific quest to find an appropriate device to replace an unreliable coherer is shown. His developments in the field of electrolytic detectors are considered in detail. Attention is paid to the commercialization of de Forest's projects and the activities of companies for their implementation. A legal dispute between Fessenden and Forest over the priority of inventing an original electrolytic detector design is noted. Various scientific theories are presented, including de Forest, explaining the principle of the electrolytic detector. In this context, a report by de Forest at the International Electrical Congress in St. Louis in 1904 is analyzed.*

Keywords: *wireless telegraphy, Schafer's plate, electrolytic detector, Lee de Forest, defendant, Abraham White, 1904 Louisiana Purchase Exposition.*

For citation (IEEE): V. M. Pestrikov "Lee de Forest's early work on wireless telegraphy," *Infocommunications and Radio Technologies*, vol. 3, no. 4, pp. 456–507, 2020. (In Russ.).

1. Введение

Коммерциализация радиосвязи на рубеже XIX и XX вв. значительно ускорила ее развитие. 20 июля 1897 г. в Лондоне была основана компания *Wireless Telegraph and Signal Company Limited* для продвижения изобретений итальянского радиотехника Гульельмо Маркони. В марте 1900 г. название компании было изменено на *Marconi's Wireless Telegraph Company, Limited*, как правило, она именовалась *British Marconi*.

В 1900 г. практические возможности радиосвязи продемонстрировал русский ученый А. С. Попов во время спасательной операции броненосца «Генерал-адмирал Апраксин» в Финском заливе Балтийского моря. Для этих целей была построена информационная радиолиния между островами Гогланд и Куутсало, которая стала первым мировым примером примене-

ния радиосвязи для нужд общества. Для передачи информации была задействована искровая система радиосвязи с кодировкой сигналов азбукой Морзе (телеграф). Броненосец «Генерал-адмирал Апраксин» был спасен 12 апреля 1900 г. благодаря новым технологиям передачи информации на большие расстояния без проводов по системе А. С. Попова и технической поддержке ледокола «Ермак». Стоимость всей спасательной операции составила третью часть стоимости самого броненосца.

После этого и в других странах появились компании беспроводной телеграфии, которые оказались более эффективными конкурентами в этой области, чем, например, *Marconi Wireless*. Это способствовало прогрессу в развитии систем беспроводной телеграфии. Примером ускорения развития радиотехнологий может служить искровой передатчик. Этот передатчик, едва успев утвердиться в качестве основного, если не единственного генератора радиоволн, вынужден был потесниться с появлением дугового передатчика и генератора переменного тока. Совершенствование радиосистем связи не ограничивалось передающим оборудованием, большой успех был достигнут и в приемной радиоаппаратуре. Вскоре после осуществления Маркони трансатлантической связи, когерер был заменен магнитным детектором.

Реджинальд Фессенден, Ли де Форест и многие другие экспериментаторы давно поняли недостаток когерера и работали над изобретением улучшенного, более надежного приемного устройства. Разработка компаний *Fessenden* электролитического детектора и изобретение де Форестом детектора *Responder* могут рассматриваться как параллельные направления исследований, в результате которых два экспериментатора одновременно пришли к похожим результатам, которые позволили сконструировать разные версии теперь известного контактного детектора.

2. Путь в науку

Заменить ненадежный когерер в радиоприемнике другим по своей природе устройством предпринимал в начале 19 века молодой доктор философии (Ph.D in physics) американец Ли де Форест (Lee de Forest, 26.08.1873-30.06.1961), выпускник Йельского университета¹, рис. 1.

¹ Йельский университет (англ. *Yale University*) — частный исследовательский университет США. Расположен в Нью-Хейвене, штат Коннектикут. Третий из девяти колониальных колледжей, основанных до войны за независимость. Входит в «Лигу плюща» (англ. *The Ivy League*) — сообщество восьми наиболее престижных частных американских университетов. Вместе с Гарвардским и Принстонским университетами составляет так называемую «Большую тройку».



Рис. 1. Общий вид Йельского университета в начале XX века и Ли де Форест после защиты кандидатской диссертации (*Ph.D in physics*) в 1899 г.

Fig. 1. General view of Yale University at the beginning of the 20th century and Lee de Forest after receiving his doctorate. (*Ph.D in physics*) in 1899

Отец будущего американского изобретателя усилительной трехэлектродной электровакуумной лампы Ли де Фореста (*Lee de Forest*, 26.08.1873—30.06.1961) был священником Первой конгрегационной церкви² в городе Каунсил Блафс (штат Айова). Он хотел, чтобы сын после окончания школы связал свою карьеру с получением духовного сана. Однако Ли настоял на занятиях наукой. Осенью 1891 г. он поступил в Академию Маунт-Хермон (*Mount Hermon Academy*) в Нортфилде, штат Массачусетс (*Northfield, Massachusetts*), чтобы подготовиться к обучению в Шеффилдской научной школе³ при Йельском университете (*Sheffield Scientific School of Yale University*). В том же году для улучшения ясности изложения своих мыслей и написания писем Ли де Форест начал вести дневник, в который он записывал свои размышления, хотя и спорадически, в течение более чем полувека. На протяжении всей своей жизни он писал стихи, и его самая ранняя из дошедших до нас поэтических попыток была ода в честь его перехода от коротких штанов к длинным [1].

² Конгрегационная модель (большинство баптистских церквей; харизматические церкви). «Конгрегация» — это община, то есть поместная церковь. Для конгрегационного управления характерно, что поместная церковь автономна: нет внешней иерархии, которая диктовала бы церквям свои условия. Каждая церковь является самоуправляемой.

³ Научная школа Шеффилда была основана в 1847 г. как школа Йельского колледжа в Нью-Хейвене, штат Коннектикут, для обучения естествознанию и инженерии. Первоначально называвшаяся Йельской научной школой, она была переименована в 1861 г. в честь Джозефа Э. Шеффилда, руководителя железной дороги.

В 1893 г. Ли де Форест поступил в Шеффилдскую научную школу. Это было одно из немногих учебных заведений США, дававших перво-классное научное образование. Весной 1894 г. сербский изобретатель Никола Тесла читал в Йельском университете лекцию об электричестве. Де Форест посетил эту лекцию и купил книгу Теслы. Прослушав лекцию, он ушел с нее, полагая, что электричество — его будущее. После этого он сделал запись в дневнике: «Начал работать: лаборатория 16 часов, лекции — 7 часов. Математика у Кларка, Пирпонта и Гиббса, великого человека, с которым я хочу быть вместе из-за его характера, лекций и мыслей. Написал Тесле, просил совета; он поздравляет меня с тем, что Гиббс уделяет мне внимание. Я сказал Гиббсу, что я и Тесла задумали».

В сентябре 1896 г. Форест закончил бакалавриат за три года. Одно-классники называли его «самоуверенным» (англ. *nerviest*), но они также называли его и «невзрачным» (англ. *homeliest*). После окончания университета де Форест сделал такую запись в своем дневнике: «Дни нашей подготовки прошли. Быть может, она не была совершенной, но мы прожили эти дни, и теперь то, как мы сможем противостоять жизненным затрещинам и оплеухам, покажет, что стоили эти дни. И как ни сложится судьба, ты найдешь верные сердца в выпуске девяносто шестого года, которые сохранят любовь и преданность Шеффильду и Йелю» [2].

За время учебы в научной школе Ли де Форест проявил себя как скромный, трудолюбивый и очень способный к науке студент. Это не помешало ему в будущем стать большим жизнелюбом и жениться официально четыре раза. Как говорится, скромность бывает обманчивой. Однако, как показывает жизнь ученых, их успехи на научном поприще без любви к женщине вряд ли возможны, хотя бывают и исключения.

Ли де Форест перечитал несколько раз книгу Теслы и решил поступать в аспирантуру по электротехнике. Он стремился попасть в аспирантуру Йельского университета к профессору Уилларду Гиббсу (англ. *Josiah Willard Gibbs*, 11.02.1839—28.04.1903), рис. 2. Еще будучи студентом последнего курса Шеффилдской научной школы, Форест проникаться таким же восхищением к Гиббсу, которое проявляли к нему в университете профессора и преподаватели, а также его бывшие ученики.

В последующем Форест отметил в своем дневнике: «Я понял, что учиться у Гиббса было стремлением благоразумным, а способность следить за его лекциями являлась окончательным испытанием математической одаренности. Поэтому у меня появилось сильное желание следовать примеру своих профессоров, и я твердо решил сидеть у ног Великого Человека Йеля... Я должен заявить со всей страстностью, что решимостью

сделать исследовательскую работу и изобретательство делом моей жизни я целиком обязан вдохновению со стороны Уилларда Гиббса».

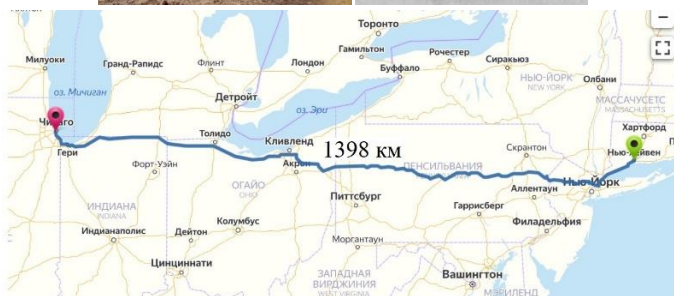
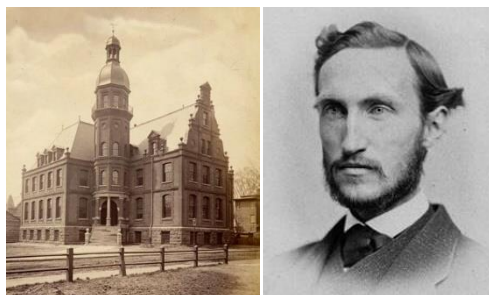


Рис. 2. Слоунская физическая лаборатория Йельского университета, которая находилась с 1882 по 1931 гг. на нынешнем месте колледжа Джонатана Эдвардса. Кабинет Гиббса находился на втором этаже, справа от башни на фотографии. Фото Гиббса в то время, когда он преподавал в Йельском университете. Расположение Нью-Хейвен по отношению к Чикаго, куда уехал Ли де Форест после защиты докторской диссертации.

Fig. 2. Yale's Sloane Physical Laboratory, as it stood between 1882 and 1931 at the current location of Jonathan Edwards College. Gibbs's office was on the second floor, to the right of the tower in the picture. Photo Gibbs during his time as a tutor at Yale. The location of New Haven in relation to Chicago, where Lee de Forest went after defending his doctoral dissertation

Молодой Ли де Форест был принят в аспирантуру к Гиббсону, где познакомился с работами Г. Герца и Г. Маркони, и увлекся изучением распространения электромагнитных волн. Он прочитал книгу Генриха Герца «Электрические волны» на немецком языке. Герц доказал существование электромагнитных волн, сконструировав примитивные передатчик и приемник. Это и предопределило выбор Форестом темы диссертации о «волнах Герца».

В июне 1899 г. он защитил докторскую диссертацию по физике (*Ph.D in physics*) на тему «Отражение герцевых волн от концов двухпроводной линии» (англ. *Reflection of Hertzian Waves from the Ends of Parallel Wires*) [3]. Эта работа считается первой в США докторской диссертацией

по радиосвязи. В экспериментах для диссертации Форест использовал когерер для поиска поляризации в поле вблизи проводов. Стеклянная трубка, наполовину заполненная крупными медными опилками, помещалась в носик большой цинковой воронки, впаянной в стенку жестяной коробки. Гальванометр, сухой элемент и графитовое сопротивление около 150 кОм были экранированы, оставлено было только небольшое отверстие для считывания показаний в зеркале. Защищенный таким образом когерер реагировал только на волны от параллельных проводов, расположенных рядом.

По длине проволока Лехера не было обнаружено абсолютно никаких поляризованных смещений, независимо от того, лежал ли когерер в плоскости двух параллельных проволок или в одной перпендикулярной к ней и на одинаковом расстоянии от обеих проволок, и был ли когерер близко к или далеко от них. В работе отмечено, что очень многое может быть определено в отношении точной природы поля в окрестностях проводов с помощью такого использования когерера, но только при разработке надлежащих экранов, анализаторов, резонаторов и т. д., хотя в том виде, в котором он использовался, можно получить лишь приблизительный количественный результат. Форест сделал вывод, что когерер является неприемлемым индикатором, особенно для любой системы, в которой использовались незатухающие волны. Для прогресса в этой области необходима другая конструкция волноуказателя, чем он и занялся в дальнейшем.

После защиты докторской диссертации, Ли де Форест стремился попасть на работу к Маркони или Тесла. Он написал письмо Гульельмо Маркони, а затем Николе Тесла, с просьбой стать их помощником. «С тех пор как я впервые начал работать с электрическими волнами, — писал он Маркони, — я стремился сделать это исследование делом всей своей жизни». Мечта Фореста стать сотрудником у Н. Теслы или Г. Маркони не воплотилась в реальность, ни один из них не ответил на его письма и тогда он поехал искать счастье в Чикаго, рис. 2.

3. Выбор научного направления

В августе 1899 г. Ли де Форест переехал в Чикаго (штат Иллинойс) и устроился на работу в отдел генераторов постоянного тока *Western Electric Company* (WE или *WECO*) производственного подразделения *American Telephone & Telegraph* (AT&T). После этого отдела он поработал в телефонном секторе, а потом еще и в экспериментальной лаборатории. Зарплата его была маленькой (\$8 в неделю), а рабочий день составлял 10 ч. 15 мин. После напряженных экспериментальных работ на кабельных теле-

фонных линиях, Ли де Форест проводил вечера в библиотеке Джона Кре-рара⁴, рис. 3.

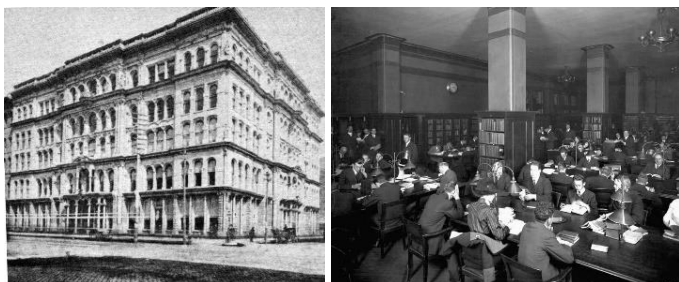


Рис. 3. Дом Зингера II, также известен как *Field Leiter & Co Building*, *Marshall Field Building*. Читальный зал 1 библиотеки Джона Крерара, здание Маршалл Филд. Около 1898 г. [4].

Fig. 3. Singer Building II, also known as *Field Leiter & Co Building*, *Marshall Field Building*. The John Crerar Library Reading Room 1 Marshall Field Building. About 1898 [4]

Однажды, Форест, просматривая научные журналы, и в одном из них, немецком журнале *Annalen der Physik und Chemie*, его внимание привлекла статья Альберта Нойгшвендера (нем. *Albert Neugschwender*) об оригинальной конструкции детектора [5]. Простейшая конструкция такого детектора представляла собой зеркальную пластинку с серебряным покрытием. Посредине пластинки, по всей ее длине, со стороны покрытия был сделан бритвой прямой разрез шириной около 0,3 мм со снятием серебра, в результате образовалось два металлических изолированных электрода. Если теперь включить такую пластинку с электродами последовательно в цепь с гальваническим элементом и гальванометром, а потом подышать на прорезь в зеркале, то стрелка гальванометра отклонится и останется. При воздействии на зеркало электрических волн электропроводимость мгновенно исчезает. Электропроводность восстанавливается при отсутствии электрических волн, если рядом с прорезью пластинки находится источник влаги, например, влажная губка. Этот детектор чутко реагировал на волны Герца, когда между двумя металлическими электродами находилась капля воды или спирта. При подключении такого детектора в цепь с гальваническим элементом и телефонной трубкой, было слышно изменение звука при воздействии на него импульсов радиосигнала. Нойгшвендер на описанный «Метод обнаружения электрических волн» получил немецкий патент DE107843. Формула изобретения сформулиро-

⁴ Библиотека Джона Крерара (*John Crerar Library*) — исследовательская библиотека Чикагского университета. Официальный девиз библиотеки выгравирован на ее нынешнем здании: «Не умер тот, кто дал жизнь знанию» (лат. *Non est mortuus qui scientiam vivificavit*).

вана следующим образом [6]: «Метод обнаружения электрических волн исходя из определения изменения сопротивления узкого электролитического разделительного слоя, подключенного к цепи источника постоянного тока, в котором тонкие, высокопроводящие металлические перемишки образуются исключительно под действием постоянного тока, которые затем разрушаются под воздействием волн в результате возникающих искр, а затем образуются снова после прекращения действия волн» [6].

Этим эффектом заинтересовался немецкий физик Эмиль Ашкинасс (*Emil Aschkinass*). Он исследовал этот эффект с помощью микроскопа и увидел, что при прорезании серебряного покрытия микроскопические частицы серебра попадают в узкий разрез, где они при наличии влаги или другой жидкости в результате электролиза образуют перемишки из серебра. В результате воздействия на эту смесь электромагнитных волн происходит их разрушение и уменьшается электрический ток, ранее протекавший через разрез [7].

Устройства, обладающие способностью увеличения сопротивления под воздействием электромагнитных волн, стали называть антикогерерами. В отличие от когерера с металлическим порошком, антикогерер подерживал свое чувствительное состояние только за счет действия постоянного напряжения в его цепи и восстанавливал свое первоначальное состояние только после получения сигнала. Главная особенность антикогерера состояла в том, что он являлся самовосстанавливающимся устройством и поэтому у него отсутствовал механизм встряхивания.

В мае 1899 г. австро-венгерский физик И. Шефер (*Johann Chr. Schäfer*) в соавторстве с П. Липпольдом (*Paul Lippold*) и Е. Рейсом (*E. Renz*) получили патент DE121663 на приемник для приема электромагнитных волн, в котором использовался антикогерер. Формула изобретения этого патента, следующая [8]:

«Устройство для приема электрических волн для их передачи в видимых признаках, отличающееся тем, что тонкое металлическое покрытие, разделенное узкими промежутками на две или более частей, прикреплено к подходящим непроводящим проводам, которые заключены в сухом виде либо на открытом воздухе, либо в сосудах, которые переносят электричество, проводящие газы заполняются или откачиваются, и когда прибывают волны, их сопротивление проводимости увеличивается, но когда они прекращаются, автоматически возвращается в исходное состояние».

Впоследствии реакцию антикогерера Шефера на воздействие волн Герца стали называть эффектом пластины Шефера (англ. *Schafer's plate*, нем. *Schäfersche Platte*). Первоначально антикогерер Шефера состоял из

стеклянной пластинки с покрытием из станиоля, в которой вырезана одна или несколько очень тонких прорезей. Вскоре вместо станиоля стекло стали покрывать серебром (серебряное зеркало), рис. 4. Ширина прорезей была не более 0,01 мм. Для придания прибору большей прочности и стабильности разрезы покрывали раствором целлулоида в эфире. Нормальное сопротивление такого антикогерера (при длине прорезей 30 мм) составляло 40—50 Ом, которое под действием волн Герца мгновенно возрастало до 5000 Ом и более, но затем, по прекращению электрического импульса, автоматически падало до первоначальной величины. Немецкий экспериментатор Эрих Маркс (*Erich Marx*) изучил этот вопрос более подробно и обнаружил довольно неожиданный результат, заключающийся в том, что сопротивление между двумя секциями не было бесконечно большим, как можно было ожидать [9]. Чувствительность антикогерера Шефера зависела от сорта стекла и размеров разрезов.

Схема приемника с антикогерером Шефера приведена на рис. 4 [10]. Приемник беспроволочной телеграфии, изготовленный по этой схеме, прошел испытания на Адриатическом море [11]. Телеграфирование с его помощью прекрасно удавалось на расстояние до 100 км при антенных мачтах высотой 20 м. Катушка искрового передатчика давала искру 30 см. В приемнике использовалась гальваническая батарея напряжением 4 В.

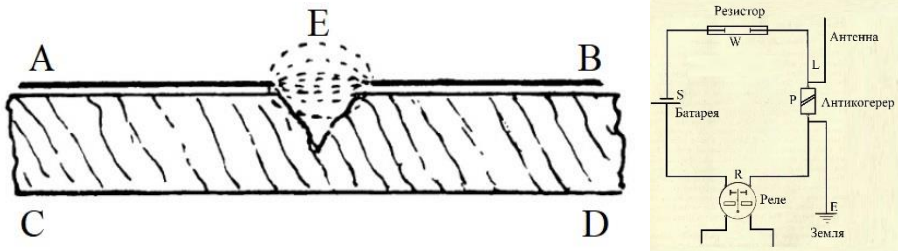


Рис. 4. Устройство антикогерера Шефера (слева): АВ — серебряная пленка; CD — стеклянная пластина; E — линии действия электрических сил в разрезе пленки.

Рисунок антикогерера примерно в 1000 раз больше натурального размера.

Принципиальная схема (справа) радиоприемника беспроволочной телеграфии на антикогерере [10].

Fig. 4. Schaefer anti-coherer device (left): AB – silver film; CD – glass plate; E – lines of action of electric forces in the cut of the film. The drawing of the anti-coherer is roughly 1,000 times natural size. A schematic diagram (right) of a wireless telegraphy radio receiver on an anti-coherer [10]

Эксперименты с приемником Шефера были продолжены Джозефом Тумой (*Joseph Tuma*), профессором физики Имперского университета в Триесте, а также другими исследователями, проведенными между Лавер-

нок-Пойнт (*Lavernock Point*) и Уэстон-сьюпер Мэр (*Weston-super Mare*, 1899 г.), в Бремене (*Bremen*, 1901 г.) и Франкфурте (*Frankfort*, 1902 г.) [12]. Полученные результаты позволили сделать вывод о том, что этот приемник по чувствительности равен приемнику с обычным когерером. Также было обнаружено, что специально подготовленное стекло дает наилучшие результаты, и рекомендовалось герметичное покрытие для его защиты от воздействия атмосферных осадков. Антикogerер Шефера не получил распространения из-за его нестабильности в работе. Этот волноуказатель, невзирая на его недостатки, благодаря своей простоте конструкции, нашел практическое применение в экспериментальных исследованиях.

4. Антикogerер Фореста — Смайта

Знакомство Ли де Фореста с эффектом пластины Шефера, особенно с возможностью его применения в беспроводной телеграфии, натолкнуло его на мысль о разработке стабильных в работе волноуказателей. Он с энтузиазмом взялся за разработку собственных конструкций самовосстанавливающихся электролитических детекторов. Местом его изысканий стал угол лаборатории *Western Electric Co.*, где он, пробуя различные металлы и жидкости, пытался преодолеть стойкую тенденцию пластины Шефера к «засорению» после короткого периода работы.

Примерно течение года он работал над конструкцией электролитического детектора. В результате было разработано устройство в виде емкости небольшого параллелепипеда с жидкостью, в которой размещались две плоские металлические пластины в виде сэндвича, разделенные тонким слоем жидкости или пористого материала, пропитанного жидкостью. Этому типу детекторов Форест дал название «ответчик» (англ. *responder*). Вместе с коллегой по работе Эдвином Х. Смайтом (*Edwin H. Smythe*), который помогал ему как технически, так и финансово, он подал заявку на получение патента на приемник беспроводного телеграфа на основе электролитического детектора «*responder*», рис. 5 [13]. В полученном патенте нет указания на конкретный тип жидкости и материал электродов. Отмечено, что жидкость, находящаяся между электродами, позволяет устройству работать более стабильно, чем пленка пара, которая из-за испарения требует постоянного обновления. Схема приемника (рис. 5) беспроводного телеграфа является типовой для начала XX в., только в данном случае вместо когерера используется электролитический детектор «*responder*». Это устройство в дальнейшем не получило развития как части работающей системы беспроводной связи. Однако это не означает, что оно явилось малозначимым изобретением, в данном случае, мы видим формирование стиля

работы Фореста как изобретателя и новатора. Обращает на себя внимание эмпирический метод исследования⁵ Фореста, когда он занимался разработкой этого устройства. В тот период времени ни Форест, ни кто-либо другой, не понимали, как работают электролитические детекторы.

Следует отметить, что де Форест умел читать на нескольких языках. Это позволяло ему проводить систематический поиск соответствующей литературы, и, в частности, с привлечением европейских журналов. Он знал, где искать. Если предположить, что де Форест не извлек из своего обучения в Йеле ничего большего, то его время не было потрачено впустую. Тогда и позже критики могли подвергать сомнению талант Фореста как ученого, но они никогда не обвиняли его в неспособности находиться в курсе актуальных научных публикаций.

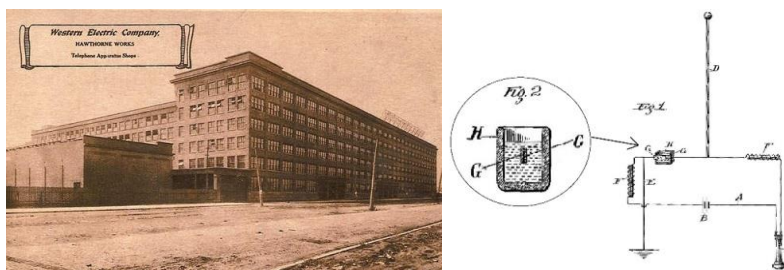


Рис. 5. Производственный комплекс (*Hawthorne Works*) *Western Electric Co.* в Чикаго (около 1920 г.). Эта компания стала первым местом работы Ли де Фореста, во время которой он изобрел электролитический детектор «ответчик». Справа представлена принципиальная схема приемника беспроволочного телеграфа с электролитическим детектором «ответчик» конструкции Ли де Фореста и Эдвина Х. Смайта (Патент US716203) [13].

Fig. 5. *Western Electric Co. Hawthorne Works* in Chicago (circa 1920). This company became the first place of work for Lee de Forest and during which he invented the “Responder” electrolytic detector. On the right is a schematic diagram of a wireless telegraph receiver with an electrolytic “Responder” detector designed by Lee de Forest and Edwin H. Smythe (Patent US716203) [13]

Ли де Форест, недовольный своим положением в *Western Electric Co.*, особенно небольшой зарплатой, стал искать новое место работы. Он написал письмо город Милуоки (*Milwaukee*, штат *Wisconsin*) профессору Уоррену С. Джонсону⁶ (*Warren Seymour Johnson*, 06.11.1847—05.12.1911),

⁵ Эмпирическое исследование — это набор методов, подразумевающих сбор информации, получаемой при изучении некоего объекта.

⁶ Уоррен С. Джонсон наиболее известен своим вкладом в регулирование температуры. Изобрел автоматическую многозонную систему контроля температуры с использованием пневматики. Изобретение защищено патентом US542733 (1895 г.). Новизна патента была оспорена в суде, однако, 26 февраля 1906 г. окружной суд округа Массачусетс вынес решение в пользу Джонсона.

который был президентом недавно созданной компании *American Wireless Telegraph Company*⁷. Письмо сдержало информацию об образовании, опыте работы и амбициях Фореста. Вскоре после этого профессор Джонсон приехал в Чикаго и встретился с Форестом в офисе *Western Electric Company*, где договорились о работе с заработной платой 15 долларов в неделю.

В апреле 1900 г. Ли де Форест ушел из *Western Electric Co.* и переехал в Милуоки, который находился 1,5 часах езды от Чикаго, чтобы приступить к работе в компании Уоррена С. Джонсона, рис. 6.

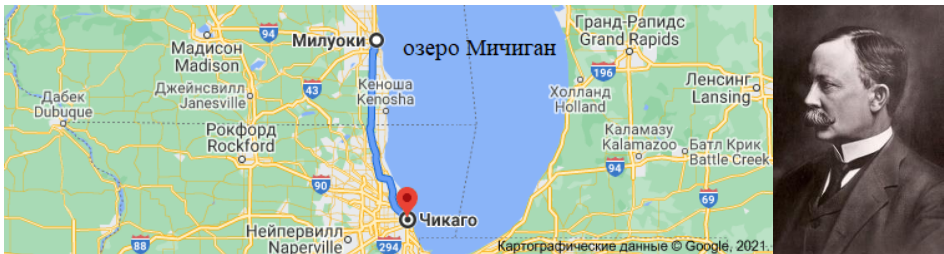


Рис. 6. Город Милуоки на карте США, в котором находилась компания *American Wireless Telegraph Co.* и ее президент Уоррен С. Джонсон.

Fig. 6. Milwaukee city on USA map, where the *American Wireless Telegraph Co.* was located and its president, Warren S. Johnson

5. Конфликт Ли де Фореста с *American Wireless Telegraph Co.*

Беспроводная телеграфия все больше увлекала Фореста, особенно после впечатляющих успехов итальянца Гульельмо Маркони, который получил свой первый патент в 1896 г. Он изучил систему радиосвязи Маркони и выявил ее недостатки, в частности, использование когерера в качестве приемника. Когерер хоть и обеспечивал постоянный прием сигналов, но делал это медленно, так как после получения каждого дискретного сигнала необходимо было его встряхивать. Де Форест был полон решимости разработать лучшую систему, включая самовосстанавливающийся детектор, который мог бы принимать сигналы на слух. В этом случае открывалась возможность приема более слабых сигналов, а также можно было использовать большую скорость отправки кода Морзе, чем было до этого. Он тайно начал проводить эксперименты по приему беспроводных электрических сигналов на свой «*Responder*».

В это время *American Wireless Telegraph Co.* разработала искровую систему беспроволочного телеграфа и подала на нее заявку для получения

⁷ Экспозиция компании на Парижской выставке *Universelle* в 1900 г. заняла второе место, опередив Гульельмо Маркони.

патента [14]. Передающая часть системы была построена на основе катушки Румкорфа, рис. 7а. В приемнике системы использовались когереры с металлическим порошком, а для их встряхивания были предложены сложные механизмы. Декогерирование производилось частыми небольшими порывами воздуха, продуваемым через камеру насоса с приводом от часового механизма или электродвигателя, рис. 7б, в. Такая конструкция когереров, по всей видимости, связана с тем, что сам Уоррен Джонсон был специалистом по пневматике, а его соавтор по изобретению Чарльз Фортье⁸ (*Charles L. Fortier*) — механиком. Большая часть полученных ими патентов на изобретение лежит в названных областях техники. При внедрении этой системы беспроволочного телеграфа компания столкнулась с трудностями эксплуатации приемника, который к тому времени морально устарел. Срочно потребовалась замена приемного устройства. Тогда Джонсон вспомнил о разработках Фореста, в частности, приемнике беспроволочного телеграфа на базе электролитического детектора «ответчик». Оказалось, что это приемное устройство намного превосходит подобные устройства, которые использовались в *American Wireless Telegraph Company*.

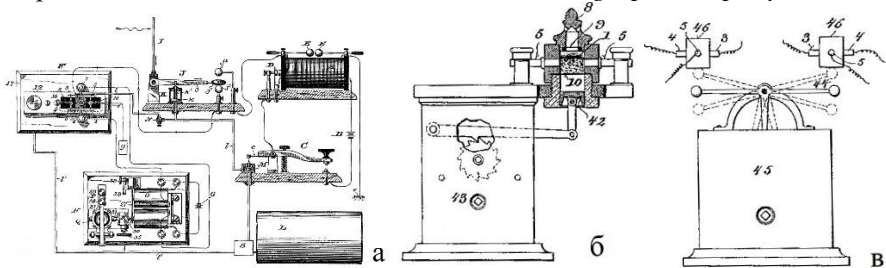


Рис. 7. Аппаратура системы радиосвязи *American Wireless Telegraph Co.*: а — искровой передатчик, б, в — конструкции когереров. Рисунки из патента US664869 [14].

Fig. 7. Equipment of the American Wireless Telegraph Co. radio communication system: а — spark transmitter, б, в — coherer designs. Drawings from patent US664869 [14]

Президент Уоррен Джонсон попросил Фореста передать «ответчик» компании, но он отказался это сделать. Из-за этого через пять месяцев (в январе 1900 г.), после отъезда из Чикаго, Форест в одночасье стал безработным. Он вернулся в «Город ветров»⁹ (англ. *Windy City*).

⁸ В 1903 г. Чарльз Фортье изобрел приемник с когерером (patent US796403), в котором между намагниченными электродами находился мелкодисперсный гомогенный оксид под давлением. Спротивление когерера уменьшалось или увеличивалось при приеме волн Герца.

⁹ По одной из версий, Чикаго заслужено называют «ветреным» городом. Это связано с одним из эффектов высоких зданий, который инженеры и архитекторы, по-видимому, не предвидели, когда ветер втягивается в улицы. Если пройти мимо Массонского храма (*Masonic Temple*) или Массонского здания (*Auditorium*) в любой день, даже если в другом месте может быть совершенно спокойно, то вы встретите живой ветерок у подножия здания, который заставит вас приложить руку к шляпе.

6. Система беспроводного телеграфа Фримен — Форест — Смайт

В Чикаго Форест сразу получил должность помощника редактора в журнале *Western Electrician*, главным образом благодаря его способности переводить многие интересные электротехнические статьи, которые только что были представлены на Международной выставке в Париже. Его зарплата снова стала десять долларов неделю.

Для Фореста основным приоритетом оставались экспериментальные исследования в области беспроводной телеграфии, для проведения которых требовалось время свободное от работы и лаборатория с оборудованием. Для решения возникшей ситуации, он устроился преподавателем в вечернюю школу Института Льюиса (*Lewis Institute*), что позволило ему проводить эксперименты в лаборатории Института Армора¹⁰ (*Armour Institute of Technology*) [15].

К 1900 г. Форест, используя передатчик с искровой катушкой и свой приемник «ответчик», увеличил передачу информации примерно до семи километров (четырёх миль). Профессор Кларенс Фримен (*Clarence E. Freeman*, 1840—27.10.1928) из Института Армора заинтересовался работой де Фореста и разработал новый беспроводной тип искровой передающей системы, на которую получил патент US773069, рис. 8 [16].

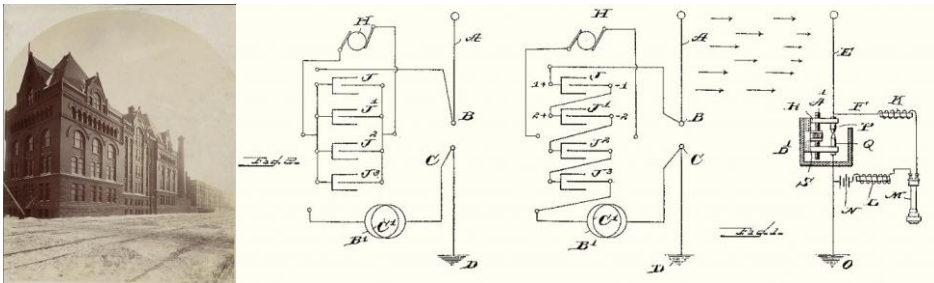


Рис. 8. Институт Армора. Главное здание (1895г.). Принципиальная схема системы беспроводного телеграфа Фремена по его патенту US773069 с приоритетом от 14 января 1901 г. [16].

Fig. 8. Armour Institute. Main Building (1895). Schematic diagram of Fremen's wireless telegraph system according to his patent US773069 with priority of January 14, 1901 [16]

Фремен в качестве прототипа выбрал устройство для передачи электрических сигналов по патенту Маркони US586193, который был выдан 13 июля 1897 г. Предлагаемое передающее устройство отличалось от прото-

¹⁰ В 1940 г. в результате объединения двух институтов, *Armour Institute of Technology* (основан в 1892 г.) и *Lewis Institute* (основан в 1895 г.), был основан Иллинойский технологический институт.

типа отсутствием катушки Румкорфа, что по утверждению автора позволяет получить мощный мгновенный искровой разряд в разряднике BC (рис. 8). Параметры электромагнитной волны, порожденной искрой, определяются емкостью конденсаторной батареи J, J^1, J^2, J^3 и индуктивностью катушки B^1C^1 , которые образуют колебательный контур. Для питания этого колебательного контура может быть использован генератор или другой источник электроэнергии. Выбор схемы передатчика без индукционной катушки объясняется тем, что прерыватели и переключающиеся устройства, как было обнаружено, в большинстве случаев отказывают при передаче беспроволочных сообщений из-за их несовершенства и сбоев.

Схемное решение приемной части системы полностью повторяло приемник беспроволочного телеграфа с электролитическим детектором конструкции Ли де Фореста по патенту US716203, за небольшим отличием. Отличием явилось только крепление компонента с жидкостью между контактами PQ , рис. 8. В патенте не приводится конструкция этого компонента. В тексте патента отмечается, что предложенная конструкция электролитического детектора не требует встряхивающего устройства.

Специально для высокоскоростной работы разработан специальный ключ, очень похожий на обычный ключ Морзе. Переключающий механизм находится под маслом, и оператор был полностью защищен от контакта с проводами высокого напряжения. Ключ также автоматически переключал вертикальный проводник или антенну с приемника на передатчик, так что оператор мог мгновенно «прослушивать» сообщение после его отправки. В то же время, когда приемник был подключен к антенне, то отсутствовала возможность замкнуть первичную цепь.

С системой беспроволочного телеграфа Фримен — Форест — Смайт было проведено в Чикаго несколько успешных испытаний с отправляющей станцией, расположенной в Институте Армор, и с приемными приборами, размещенными на некоторых городских сооружениях, таких как гостиница *Lexington*¹¹ (расстояние 1,5 мили, или 2,4 км) и на крыше небоскреба многофункционального комплекса *Auditorium Building*¹² (расстояние примерно 4 мили, или 6,4 км), рис. 9 [17]. В каждом случае испытания

¹¹ Чикагский отель *Lexington* имел 10 этажей и был построен в 1811—1892 гг. для посетителей Колумбийской выставки. Примечателен тем, что он был основным местом проживания известного американского гангстера и бизнесмена Аль Капоне (англ. *Alphonse Gabriele*, 17.01.1899—25.01.1947) с июля 1928 г. до его ареста в 1931 г. Здание снесено в 1995 г. На его месте в настоящее время находится высотное здание из 296 квартир под названием *The Lex*.

¹² Здание *Auditorium Building* высотой 73 м считалось самым большим сооружением в Чикаго после пожара 1871 г. Построено в 1890 г. для синдиката бизнесменов и для размещения большого оперного театра. Для обеспечения экономической базы вокруг зрительного зала в нем разместили гостиницу и офисы.

проходили над районами высотных зданий, стальных конструкций, металлических дымоходов, надземной железной дороги, плотно пронизанными телеграфными проводами и фидерными кабелями. Трудно найти условия, более неблагоприятные для передачи сигналов. С мачты паровой яхты «Следопыт» (*Pathfinder*), используя антенну высотой 50 футов (15 м), сигналы передавались на аналогичную антенну, подключенную к «ответчику», размещенному в здании, расположенном в 4 милях от берега озера и 5 милях (8 км) от передатчика. В последнем испытании в качестве отпирателя использовалась небольшая индукционная катушка.



Рис. 9. Общий вид зданий в Чикаго на крышах, которых располагались антенны во время испытаний системы беспроводного телеграфа Фримен — Форест — Смайт в 1900 г.: а — Институт Армор (фото 1910 г.), б — *Auditorium Building*, в — гостиница *Lexington* (1929 г.).
Знаменитый постоялец гостиницы *Lexington* Аль Капоне.

Fig. 9. General view of the rooftop buildings in Chicago that housed antennas during testing of the Fremen–Forest–Smythe wireless telegraph system in 1900: а – Armor Institute (1910), б – Auditorium Building, в – Lexington Hotel (1929). Famous guest at the Lexington Al Capone

В вышеупомянутом испытании от Института Армор до башни *Auditorium* были получены некоторые неожиданные результаты, указывающие на хорошую чувствительность приемника, а также на эффективность нового передающего устройства. С 12-дюймовой (305 мм) индукционной катушкой и прерывателем Венельта (*Wehnelt*) для передачи сигналов в этом диапазоне требовался искровой промежуток размером в $\frac{3}{4}$ дюйма (≈ 19 мм), но когда в новом передающем устройстве использовался искровой промежуток в $\frac{1}{4}$ дюйма (6,35 мм), или только $\frac{3}{16}$ дюйма (4,76 мм), то этого было достаточно для идеального приема сигналов. Форма волны, генерируемая передатчиком, оказалась примерно на 400 % более эффективной, чем волна, испускаемая обычной индукционной катушкой. Ре-

зультат передачи сигналов на такое расстояние с искровым разрядником в $\frac{3}{16}$ дюйма можно считать вполне приемлемым даже над водой, а тем более в условиях менее благоприятного характера рельефа местности, а также того факта, что флагшток, поддерживающий передающую антенну, был медным.

Изобретатели системы Фримен — Форест — Смайт после испытаний начали ее модернизацию. Ли де Форест не оставлял надежды разработать более совершенный детектор, чем использовавшиеся, и настойчиво разрабатывал приемлемую конструкцию «ответчика». Потребовались систематические и кропотливые эксперименты, продолжавшиеся более двух лет, прежде чем электролитический детектор «ответчик» стал коммерческим продуктом [17]. Форест постепенно отходил от пластины Шефера и разрабатывал новые конструкции детекторов. При этом решалось несколько задач, в том числе разработка простого по конструкции, надежного и стабильного в работе детектора, способного работать с высокой скоростью и чувствительностью, необходимой для реагирования на слабые электрические импульсы. Это позволило бы существенно увеличить дальность передача сигналов.

7. Электролитический детектор Фореста — Смайта

В июле 1901 г. были завершены обширные исследования по исследованию веществ, пригодных для использования в электролитическом детекторе. Исходя из этого, Форест и Смайт разработали приемник беспроволочной телеграфии с новой конструкцией детектора, что позволило им оформить заявку на получение патента [19]. Электролитический детектор представлял собой по форме струбцину, на раме которой имеется два цилиндрических контакта: один неподвижный, а второй — с резьбой для перемещения. Между контактами зажимался электролитический элемент, содержащий вязкую среду, рис. 10. В качестве электролита в патенте предлагается использовать различные материалы и их комбинации, включая воду, глицерин, масла, вязкие полутвердые вещества, такие как вазелин, пористые твердые вещества, непроводящие или плохо проводящие порошки, такие как сера и оксиды свинца, волокна и ткани, и сочетания вышеперечисленных волокон или тканей, насыщенных глицерином или родственными ему веществами, а также смесь оксида свинца или глета с глицерином. Для предотвращения накопления на катоде пузырьков водорода, а на аноде пузырьков кислорода, электролит содержал перекись свинца или другого деполяризирующего вещества. В противном случае составляющие электролит частицы были бы окружены не жидкой средой, а

газообразной, что привело к серьезному нарушению функции автоматического восстановления. Деполяризатор химически удаляет газообразные пузырьки. В патенте отмечено, что наиболее подходящими металлами как для электродов, так и для проводящих частиц или фрагментов, помещаемых между электродами, являются олово, серебро и никель. Потребляемый приемником ток составлял от 1/16 до 1 мА при напряжении гальванической батареи 3—4 В.

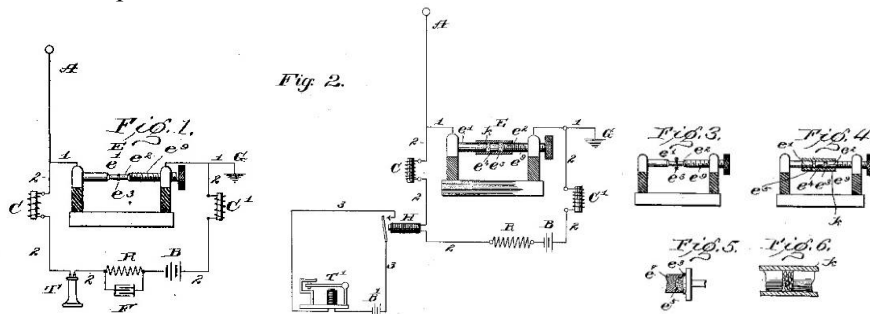


Рис. 10. Принципиальные схемы приемника и электролитических детекторов по патенту Фореста и Смайта. Рисунки из патента US716000 с приоритетом от 5 июля 1901 г. [19].

Fig. 10. Schematic diagrams of the receiver and electrolytic detectors patented by Forest and Smythe. Drawings from patent US716000 with priority of July 5, 1901 [19]

Детектор Фореста — Смайта относился к антикогерерному типу и работал следующим образом. Под действием постоянного тока от батареи в электролите между контактами образовывалась кристаллическая структура, известная в химии под названием «свинцового дерева». В момент прихода сигналов древоподобные ростки разрушались высокочастотными колебаниями и по прекращении их действия очень быстро восстанавливались вновь. Чувствительность электролитического детектора зависела от расстояния между цилиндрическими электродами, которое подбиралось медленным перемещением подвижного контакта до необходимого рабочего расстояния.

Описанный в патенте приемник реагировал на волны Герца мгновенно, а его детектор автоматически восстанавливал свое исходное состояние при прекращении высокочастотного импульса. При использовании устройства, когда к нему подключена телефонная трубка, слушающий оператор слышал отчетливый и отдельный щелчок для каждой искры, производимый передающей станцией. Если на передающем устройстве образуется длинная серия таких искр, принимающий оператор слышит аналогичную серию звуков или щелчков в телефоне, что может представлять собой, например, тире кода Морзе. Короткая серия искр на передаю-

щей или генерирующей станции может представлять точку кода Морзе. Скорость передачи и приема сообщения ограничена только способностью операторов отправлять и получать сигналы.

8. Первое коммерческое предприятие

Осенью 1901 г. Форест принял решение расширить свою деятельность, придав ей коммерческую составляющую. Таким первым коммерческим предприятием должна была стать организация передачи результатов о Международных гонках на яхтах на Кубок Америки (*America's Cup International Yacht Races*) для информационных агентств новостей Нью-Йорка. С этой целью он поехал в Нью-Йорк, чтобы напрямую конкурировать с Маркони на данном мероприятии. Смайт и Фримен всячески отговаривали Фореста от этого.

Кубок Америки в октябре 1901 г. стал 11-м испытанием этого соревнования. Он проходил в гавани Нью-Йорка и состоял из лучших пяти серий гонок, в которых, кроме спортсменов «Колумбии», во второй раз принял участие Нью-Йоркский яхт-клуб. В информационном обеспечении гонок участвовали со своими передающими системами *Marconi Company*, Американская компания беспроволочной телефонии и телеграфии (*American Wireless Telephone and Telegraph Company*, сокращенно *AT&T*) и Ли де Форест, рис. 11.

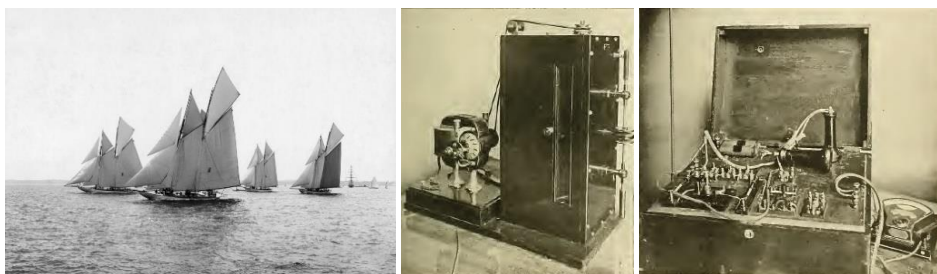


Рис. 11. Яхты во время 11-й международной гонки на Кубок Америки в 1901 г. Внешний вид аппаратуры беспроволочной телеграфии, которой пользовался во время 11-х международных гонок Ли де Форест: передатчик конструкции Фримена (посередине) и приемник конструкции Форест-Смайта (справа).

Fig. 11. Yachts during the 11th America's Cup International Race in 1901. External view of the wireless telegraphy equipment used during the 11th Lee de Forest international races: Freeman's transmitter (middle) and Forest-Smythe's receiver (right)

Амбициозный молодой издатель газеты *New York Herald* Джеймс Гордон Беннетт (*James Gordon Bennett*) вместе с *Associated Press* (AP),

нанял *Marconi Company*, чтобы повторить свой информационный успех на Кубке Америки 1899 г. Де Форест заключил контракт на то же самое мероприятие с небольшими издательствами, которые являлись членами Ассоциации издателей прессы (*Publishers Press Association*). Ли де Форест, утверждал, что от этого зависит «моя слава... все мое будущее», был полон решимости не уступать в этой сфере интересов Маркони.

Продав свои информационные услуги беспроводной связи компании *Publishers Press Association*, одному из конкурентов *AP*, де Форест устроил гонки за новостями, не уступающие состязанию на море. По мере того как яхтсмены поднимались вверх по реке, двое буксиров новостей тоже шли за ними. Неудивительно, что перекрестные помехи, возникшие между работающими станциями беспроводного телеграфа на двух кораблях, заглушали друг друга. Ситуация осложнялась еще и тем, что *AT&T* для освещения гонок использовала более мощный передатчик, чем у конкурентов. К этому следует добавить сделанное этой компанией заявление о правах на патент Амоса Долбера¹³ (*Amos Emerson Dolbear*, 10.11.1837—23.02.1910) на беспроводную связь. Это открывало перед *AT&T* возможность претендовать на монополию всей беспроводной связи в Соединенных Штатах, а также первенство в передаче информации о гонках. Развернувшееся соперничество между компаниями беспроводного телеграфа не позволило услышать на берегу ни одного слова. Это, конечно, не оставило нью-йоркские газеты, которые заплатили за услуги; они поместили свои запоздалые новости как «полученные по беспроводному телеграфу от буксиров, следовавших за яхтами».

Беспроводная передача результатов гонок обернулись почти полным провалом [20]. Невзирая на это, Форест от соперничества с компанией Маркони получил определенное удовлетворение: «Мы поставили под глазом Маркони большой синяк, чем получили сами». Это после того, как передатчик Фримена сломался и в порыве ярости Форест выбросил его за борт. Результатом стала установка в передатчик обычной искровой катушки Румкорфа.

¹³ В 1886 г. американский физик Амос Эмерсон Долбер (*Amos Emerson Dolbear*, 10.11.1837—23.02.1910) получил патент US350299 на «Способ электрической связи» (англ. *Mode of electric communication*). В его устройстве использовались телефоны, заземленные металлическими стержнями, вбитыми в землю. Дальность передачи составила около 0,5 мили. Патент мешал компании *Marconi* работать в США. В 1899 г. *The New England Wireless Telegraph and Telephone Company*, дочерняя компания *AT&T*, приобрела патент Долбера 1886 г. и подала иск против Маркони за нарушение. Однако в марте 1901 г. окружной суд США отклонил иск. В апреле 1902 г. компания *American Wireless Telegraph and Telephone Company* обратилась в Конгресс с ходатайством о продлении срока действия патента 1886 г. на десять лет, но безуспешно, поэтому срок его действия истек 4 октября 1903 г.

Ни у одной из компаний, освещавших гонки, не было эффективных настроек на частоту передачи своих передатчиков, поэтому только одна из них могла передавать информацию, не вызывая взаимных помех. Хотя была предпринята попытка избежать конфликтов между владельцами трех систем связи путем чередования операций в течение пятиминутных интервалов, но не обращая внимание на договоренности, соглашение было нарушено. Это привело к хаосу, поскольку одновременные передачи мешали друг другу. Де Форест с сожалением отметил, что в этих условиях единственная успешная «беспроводная» связь может быть обеспечена только визуальными семафорными флажками [21].

Анализируя результаты использования системы беспроволочной телеграфии во время 11-й международной гонки на Кубок Америки Фримен, Форест и Смайт сделали вывод, что с помощью мощной аппаратуры они смогут передавать сигналы во много раз дальше и в этом увидели большие коммерческие возможности изобретения. Молодой Маркони уже проделал весьма успешные опыты в области беспроволочной телеграфии в Англии и в это время продолжал свою работу в Америке. Маркони получил мощную финансовую поддержку в Англии, и у него не было проблем с тем, чтобы заинтересовать американских финансистов коммерческими возможностями беспроволочного телеграфа. Чикагские изобретатели были убеждены, что если Маркони смог привлечь капитал, то и они смогут сделать то же самое. Исходя из этого, Форест был послан в Нью-Йорк, чтобы привлечь капитал и создать компанию.

9. Финансовые пирамиды Авраама Уайта

Приехав в Нью-Йорк, де Форест встретил промоутера¹⁴ Генри Б. Снайдера (*Henry B. Snyder*), который сразу увидел в проекте «миллионы». Он заверил Де Фореста, что сможет собрать требуемые деньги, необходимые для организации компании. У него не было собственных средств, как вскоре обнаружил Де Форест, но он мог найти деньги среди своих друзей, которые бы внесли несколько тысяч долларов на предполагаемый проект. Снайдер нашел пять человек, которые внесли на это предприятие по 500 долларов и стали его учредителями. Среди них были Джон Ферт (*John Firth*), другим был Уильям Харт (*William Newmarch Harte*), а третьим — Джон Бергессен (*John Bergessen*) [22].

Еще будучи в Чикаго, Форест со своими компаньонами по организации компании собирались дать ей название: *Freeman–Smythe–De Forest*

¹⁴Промоутер — частное лицо или группа лиц, занимающаяся целенаправленной рекламой товара.

Wireless Telegraph Company. Это название для будущего предприятия Форест предложил Снайдеру, но тот, подумав, отверг его, сказав, что это имя слишком громоздко. Снайдер предложил название «Империял» (*Imperial*). В конце концов был достигнут компромисс в отношении названия *Wireless Telegraph Company of America* (Беспроводная телеграфная компания Америки»). Эта компания была зарегистрирована в Нью-Джерси с номинальным капиталом в 3000 долларов, а акции были разделены между учредителями. Компания получила патенты на «отправляющий аппарат» Фримена и «ответчики» Форест — Смайта (*The Freeman "sending apparatus" and the De Forest-Smythe "responders"*).

Ни один из пяти организаторов *Wireless Telegraph Company of America* не был богатым, поэтому они принялись искать человека с капиталом. Джон Ферг нашел человека. Это был Авраам Уайт (*Abraham White*, 1863—19??), молодой человек, приехавший в Нью-Йорк из Техаса несколько лет назад и прославившийся в одночасье, получив 100 000 долларов при вложении 44 цента. Фамилия Уайта была Шварц (нем. *Schwartz*, что переводится как *Черный*). Авраам Шварц жил с братьями в Техасе, там он занимался торговлей хлопка. После ссоры со своим партнером по бизнесу и когда против него было предъявлено несколько обвинений, он поменял фамилию с Черного (*Black*) на Белого (*White*). С того дня, когда Уайт впервые появился в Нью-Йорке, он мечтал заработать состояние. У него был инстинкт зарабатывания денег.

Как только Уайту рассказали историю чикагских экспериментов и успехов де Фореста, а особенно о том, как его коллеги-изобретатели передавали сообщения без проводов, то он сразу начал строить воздушные замки для молодого Фореста. Среди них финансовое благополучие благодаря беспроводной телеграфии, а также то, что имя Фореста занимает достойное место в истории науки среди великих ученых. Они, Уайт и Форест, будут создавать компании по всему миру и выпускать акции на миллионы долларов для продажи инвесторам. Они и промоутеры, с большой долей этих миллионов в качестве своей доли в предприятии, обменяют свои сертификаты на запасы зелено-белой бумаги с печатью Правительства. Их компании установят радиостанции по всему американскому побережью, и каждое судно в море будет платить им дань. Будет построена цепочка наземных станций от побережья до побережья, от Панамского перешейка до заснеженных гор Аляски, которые будут конкурировать с другими телеграфными и телефонными компаниями. Они образуют головную американскую компанию, которая станет ядром для целого ряда беспроводных компаний по всему миру. Компании будут созданы в Канаде и Ан-

глии, на континенте, в Африке, на Востоке, то есть во всех уголках земли, и все эти дочерние компании будут платить дань материнской компании.

Уайт днем и ночью строил эти воздушные замки перед ослепленными глазами молодого Фореста, и неудивительно, что изобретатель, вскоре забыл друзей, которых он оставил в Чикаго. Форест разрешил Уайту создать компанию под названием «*American De Forest Wireless Telegraph Company*». Это был концерн с уставным капиталом 1000000 долларов, зарегистрированный в Нью-Джерси в конце лета 1901 г. Смайт и Фриман не стали ни директорами, ни акционерами этой компании. Форест бросил их. «Передающий аппарат» Фримена в любом случае не имел большого значения, сказал Форест, а что касается Смайта, то «Ответчик» был моим изобретением, а не его.

Акции стоимостью в миллион долларов были разделены между Уайтом, Форестом и другими промоутерами, которые внесли свой вклад в *Wireless Telegraph Company of America* по 3000 долларов, рис. 12.

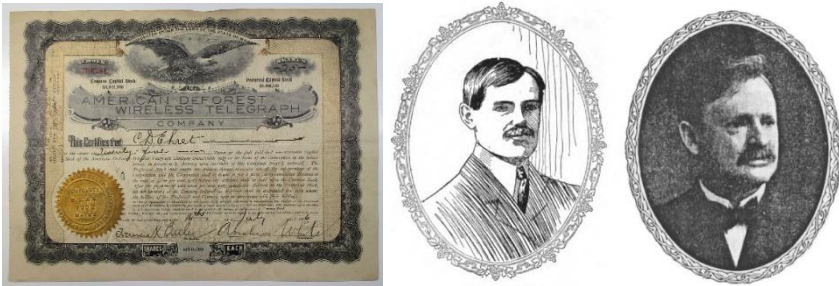


Рис. 12. Сертификат акций американской компании *American De Forest Wireless Telegraph Company*. Ли де Форест (в центре) и Авраам Уайт (справа).

Fig. 12. Certificate of shares of the American De Forest Wireless Telegraph Company. Lee de Forest (middle) and Abraham White (right)

Вскоре после того, как Уайт основал компанию *De Forest*, у компании *Marconi* появился еще один конкурент. Группа промоутеров из Филадельфии, следуя примеру Маркони и Фореста, начала организацию ряда беспроволочных компаний, основанных на почти забытых патентах профессора Долбира из колледжа Тафтс (*Tufts College*). Материнской компанией филадельфийской группы была *American Wireless Telephone and Telegraph Company*, президентом которой был доктор Густав Герин (*Gustav Gehring*). Филадельфийцы организовали ряд компаний по всей стране с капиталом в 55000000 долларов, и одна из этих компаний, *Federal*, попавшая в руки печально известного промоутера Лафайетта Э. Пайка (*Lafayette E. Pike*), стала самым широко разрекламированным золотым дном в этом грандиоз-

ном рекламном буме 1901—1902 гг. Их акции на миллионы долларов были проданы вопиюще нечестными методами. Компании *Dolbear* на самом деле отправляли беспроводные сообщения так же, как и компании *Marconi* и *De Forest*, но они давали инвесторам мошенническое обещание, что акции их чрезмерно капитализированных предприятий вырастут в цене в две тысячи раз. Промоутеры Фореста, а также брокеры, привлеченные для продажи ценных бумаг Маркони, рисовали ту же заманчивую картину для своих компаний. Каждая беспроводная реклама, появлявшаяся в газетах, рассказывала, как 100 долларов, вложенных в акции *Bell Telephone*, превратились в 200 000 долларов, в связи с этим беспроводная сеть собиралась сделать то же самое.

Успех компании Герина в продаже огромного количества своих беспроводных акций показал Уайту, что компания стоимостью 1000000 долларов была слишком маленькой. В феврале 1902 г. компания *De Forest Wireless* в Нью-Джерси с капиталом \$1000000 была поглощена компанией *De Forest Wireless* в штате Мэн с капиталом \$3000000. С этого времени имя Авраама Уайта стало все чаще появляться в проспектах компаний де Фореста, а первоначальные промоутеры маленькой компании стоимостью 3000 долларов были вытеснены один за другим.

Руководителями компании с капиталом в 3 миллиона долларов были: президент А. Уайт; вице-президент и научный директор Ли де Форест; казначей Х. Э. Уайз (*H. E. Wise*); секретарь Фрэнсис Х. Батлер (*Francis X. Butler*). Другая компания также имела своих руководителей, среди которых только три человека были из старого совета директоров.

Уайт с радостным оптимизмом полковника Селлера¹⁵ начал планировать новые компании. Вся идея Уайта при создании новых беспроводных компаний заключалась не в привлечении капитала для расширения беспроводного телеграфирования, а в выпуске акций, которые он мог бы продавать населению. Каждый дополнительный миллион долларов акций беспроводной связи, выпущенных под именем Фореста, означал для Уайта еще одно состояние, если он мог найти достаточно доверчивых инвесторов.

Уайт организовал рекламную кампанию достойную «Тоди» Гамильтона¹⁶ (*“Tody” Hamilton*). Он не щадил сил и средств, чтобы газеты гово-

¹⁵ Полковник Селлерс (*Colonel Sellers*) герой романа Марка Твена и Чарльза Дадли Уорнера «Позолоченный век: сказка сегодня» (*The Gilded Age: A Tale of Today*). Селлерс — оптимист, чье желание разбогатеть с помощью различных схем, включая патентованные лекарства и спекуляцию землей, никогда не ослабевает, несмотря на постоянные и разнообразные неудачи.

¹⁶ Статья из «Нью-Йорк Сан» (1903) содержала рассказ о праздновании дня рождения Тоди Гамильтона, «декана пресс-агентов», на котором пресс-агенты размышляли: «Нужна ли правда в их бизнесе? Они находят, что иногда вынуждены использовать ее» [23].

рили о системе Фореста. Аппаратура Фореста сделала свое дело, и сделала это хорошо, как было показано в Конкурсных испытаниях с аппаратурой Маркони, когда военно-морское ведомство США закупило аппараты Фореста вместо Маркони.

Уайт немедленно объявил об этом выпуске новостей и рекламировал систему Фореста как «систему, принятую правительством Соединенных Штатов». Компания Маркони, видя, что Уайт выигрывает у них, подали иск о нарушении патентов. По техническим причинам компания Маркони могла получить постоянный судебный запрет только через три года, и к тому времени в компании Форест разработали аппарат более эффективный, чем тот, который был привезен Форестом из Чикаго. Уайт нанял пресс-агента, и именно по его предложению против компании *Marconi* был подан иск о возмещении ущерба в размере 1000000 долларов. Иск был объявлен только для того, чтобы газетам было о чем поговорить. Вскоре об этом забыли.

Работая вместе, Уайт и Де Форест предприняли ряд рекламных трюков, чтобы привлечь потенциальных инвесторов. Например, в феврале 1903 г. они припарковали машину с небольшой беспроводной станцией возле Уолл-стрит и передали последние котировки фондовой биржи. В следующем году они вызвали ажиотаж на Всемирной выставке в Сент-Луисе, построив стальную башню высотой 300 футов, на которой электрические лампы высвечивали фамилию де Форест.

10. Разработки компании *American De Forest Wireless Telegraph Co.*

С того момента времени, когда компания *American De Forest Wireless Telegraph* была зарегистрирована финансистами Нью-Йорка в соответствии с законами штата Мэн, были открыты лаборатории и мастерские [24]:

- в Джерси-Сити (*Jersey City*),
- две обычные станции беспроводного телеграфа, оборудованные на противоположных берегах залива Нью-Йорка, которые между собой обменивались сообщениями ежедневно в течение нескольких месяцев;
- одна станция для дальней связи с океанскими и прибрежными судами открыта на острове Коней (*Coney Island*, юго-западная часть района Нью-Йорка в Бруклине), где позже был осуществлен монтаж других станций.

Системой беспроводного телеграфа Фримен-Форест-Смайт были оснащены две моторные лодки *Knickerbocker Steamship Company* и судно

Ward Line ship “Morro Castle”, которое везло на борту снаряжение во время своего последнего путешествия в Гавану.

Собственная компания Ли де Фореста специализировалась на производстве оборудования для беспроводного телеграфа и эксплуатации беспроводных станций, а также на совершенствовании аппаратуры, на которую уже были распространены его патенты. Он настойчиво искал технические решения для изменения конструкции электролитического детектора «ответчик», которые бы позволили ему обойти патенты Маркони и Фессендена.

В период июня 1902 г. компания *De Forest Company* открыла станцию беспроводного телеграфа и школу для операторов на крыше здания *Chesebrough Building, 17 State Street* в Нью-Йорке. Это здание, состоящее из железного каркаса и стекла, было полностью оборудовано отправляющими и приемными беспроводными телеграфными устройствами. Высота антенны этой станции составляла 60 футов (18 м). Сопутствующая станция находилась в гостинице *Castleton* на острове Статен (*Hotel Castleton, Staten Island*) (кстати, это первая в мире гостиница, которая была оборудована беспроводной системой связи).

Самая важная наземная станция, созданная *De Forest Company* — это станция в *Steeplechase Park* на острове Коней (*Coney Island*). Станция имела в тот момент времени самую высокую антенную мачту в Америке, состоящую из четырех частей, общей высотой 210 футов (64 м), рис. 13. Для электроснабжения станции использовалась уличная сеть переменного тока с периодом 60 Гц.



Рис. 13. Остров Статен (*Staten Island*) на карте Нью-Йорка.

Общий вид гостиницы *Castleton* (1905 г.) на этом острове и антенна системы беспроводной системой установленная возле гостиницы (1902 г.).

Fig. 13. Staten Island on the New York map. General view of the Castleton Hotel (1905) on this island and a wireless system antenna installed near the hotel (1902)

14 июня 1902 г., в первый день работы станции *Coney Island*, была установлена первая связь с судном, оборудованным системой Фореста. На морском лайнере *Morro Castle*, направлявшемся в Гавану, были размеще-

ны передатчик и приемник с антенной со средней высотой 6 футов (около 2 м). Секретарь компании М. Ф. Стирс (*M. F. Stires*) и оператор Барнхард (*Barnhardt*) с борта лайнера производили обмен сообщениями с берегом до тех пор, пока судно не оказалось на удалении 50 миль (93 км) от порта. До этого испытания станция *Staten Island* поддерживала связь с Гамбург-американским лайнером *Deutschland* (*SS Deutschland of the Hamburg America Line*), в его последнем путешествии на восток на расстояние 70 миль (130 км). *Deutschland* был оборудован системой *Slaby-Arco*, которая взаимодействовала с системой Фореста. При работе двух системам связи в двухстороннем режиме особых проблем не возникло, рис. 14.

В конце 1902 г. военно-морской флот (ВМФ) США, крупнейший потенциальный покупатель беспроводных систем, завершил тестирование систем де Фореста, Маркони и Фессендена. В итоговом докладе ВМФ написано: «Системы Маркони и Фессендена оказались практически недействующими с самого начала, и вся тяжесть испытаний пришлась на систему де Фореста. Эта система, хотя и сдерживается недостаточным оборудованием и неблагоприятными условиями военного применения, работала столь успешно, что генерал А. Грили (англ. *Adolphus Washington Greely*, 27.03.1844—20.10.1935) лично поздравил изобретателя, заявив, “Система де Фореста — единственная из трех представленных, показала плодотворные результаты...” [25]. Это событие стало прологом к коммерческому успеху Ли де Фореста, причем в условиях жесткой конкуренции с Фессенденом и Маркони.



Рис. 14. Морские лайнеры, оборудованные оригинальными системами беспроволочного телеграфа, с которыми во время экспериментов была установлена связь радиостанцией на острове *Coney Island* (район Нью-Йорка): слева — *Morro Castle* (система Фореста — Смыта) и справа — *Deutschland* (система *Slaby-Arco*). 1902 г.

Fig. 14. Sea liners equipped with original wireless telegraph systems, with which during experiments a radio station was established on the island of *Coney* (New York area): on the left — *Morro Castle* (Forest–Smythe system) and on the right — *Deutschland* (*Slaby-Arco* system). 1902

Ли де Форест стал главной фигурой в беспроводной связи, продавая свои системы ВМФ и войскам связи США, каналам связи для прессы и путешествуя по всему миру, демонстрируя их. Кроме того, компания «Юнайтед Фрут» (англ. *United Fruit Company*) поручила ему строительство радиостанций между Коста-Рикой и Панамой. Тем не менее, для настоящего успеха на выбранном поприще де Форесту нужно было изобрести нечто принципиально новое, чего не было у конкурентов.

11. Новая конструкция электролитического детектора Фореста — Смайта

В 1903 г. Форестом была разработана система беспроводной телеграфии с новой конструкцией электролитического детектора [26]. Схема передатчика, за исключением нескольких небольших изменений, не имела каких-либо особенностей по сравнению с другими аналогичными устройствами, разработанными Форестом ранее (рис. 8). Характеристики системы беспроводного телеграфа Фореста в основном определялись использованием индикатора электромагнитных волн, называемого «ответчик», который использует телефон для определения электрических колебаний.

Конструкция электролитического детектора или «ответчика» Фореста — Смайта представляла собой небольшую электролитическую ячейку и показана на рис. 15 А и В. В трубку *a* из изоляционного материала вставлены два полусферических металлических электрода *b*, которые подключены к источнику питания и телефону. Концы электродов покрыты перекисью свинца. Пространство между электродами заполнено полужидкой массой, состоящей из металлической стружки с черным свинцом¹⁷ или глицерином на водной основе, или подобными веществами. В состоянии ожидания источник питания создает эффект поляризации, который происходит между электродами, как показано на рис. 15 А. Электролитическое действие приводит к образованию цепочек металлических частиц в пространстве между двумя электродами. Как только электромагнитные колебания из антенны попадают на «ответчик», цепочки из металлических частиц разрушаются (рис. 15 В), в результате чего сопротивление «ответчика» значительно возрастает и в телефоне слышен щелчок. Детектор автоматически возвращается в исходное состояние после прекращения действия колебаний. «Ответчик» декодирует себя сам, то есть является самовосстанавливающимся детектором.

¹⁷ Природный графит иногда называют плюмбаго или черный свинец. Представляет собой разновидность углерода.

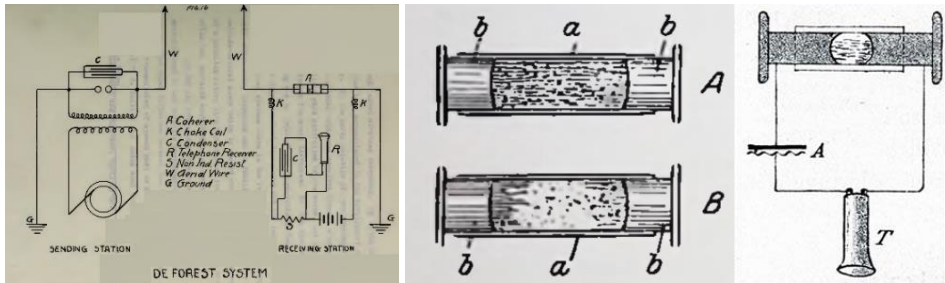


Рис. 15. Принципиальная схема системы беспроволочной телеграфии [26] (слева) с «ответчиком» де Фореста в виде электролитической ячейки (посередине). Устройство «ответчика» и его состояния: в режиме ожидания (А) и режиме приема (В) (в центре). Упрощенная схема приемника (справа).

Fig. 15. Schematic diagram of a wireless telegraphy system [26] (left) with de Forest's "Responder" in the form of an electrolytic cell (middle). The "Responder" device and its status: in standby mode (A) and receive mode (B) (in the center). Simplified diagram of the receiver (right)

Узнав, что подобными разработками занимается Реджинальд Фессенден (*Reginald Aubrey Fessenden*, 06.10.1866—22.07.1932), Ли де Форест как бы «случайно» в 1903 г. посетил его лабораторию, в которой увидел неизвестную для него конструкцию электролитического детектора. Через некоторое время, с учетом увиденного, Ли де Форест создал свою конструкцию электролитического детектора, в котором вместо платиновой проволоки Фессендена используется полоска, вырезанная из платинового листа и запаиваемая в стекло [27]. Хотя по чувствительности этот детектор уступал детекторному устройству Фессендена (открытый контакт конца проволоочки Волластона с электролитом), но зато он обладал стабильностью в работе. Другим его преимуществом было то, что его можно было устанавливать в любом положении, так как электролит находился в герметично закрытой оболочке. Этот детектор де Фореста был принят в качестве стандартного оборудования беспроводных станций его конструкции, а также приемников ВМС США. Вскоре Форест начал коммерческое производство телефонных радиоприемников на основе нового детектора. Радиоприемники под название *Responder* были востребованы бизнесменами и военными, рис. 16. В 1904 г. этот приемник был представлен на Всемирной выставке в Сент-Луисе.

Реджинальд Фессенден, узнав о продажах радиоприемника *Responder*, подал в суд с целью защитить свои авторские права (patent US727331 *Receiver Electromagnetic Waves*, patented May 5, 1903), а также остановить продажу радиоустройств. Ли де Форест всячески пытался отстоять свое изобретение, но доказать новизну своего устройства ему не удалось. Сле-

дует заметить, что конструкция электролитического детектора де Фореста в значительной мере отличалась от конструкции Р. Фессендена. В связи с этим, Ли де Форест стал отчаянно искать замену электролитическому детектору, чтобы не платить за использование патента Р. Фессендена.



Рис. 16. Общий вид радиоприемника *Responder* (De Forest–Smythe). 1903 г. [27].

Fig. 16. General view of the radio receiver “Responder” (De Forest-Smythe). 1903 [27]

В конце концов Р. Фессендену в 1906 г. после трех лет судебных баталий удалось добиться судебного решения на остановку производства радиоприемников *Responder*. Компания де Фореста оказалась на краю экономического краха. Ситуацию удалось стабилизировать в марте 1906 г. только благодаря изобретению кристаллического карборундного детектора вице-президентом компании отставным генералом Генри Данвуди (*Henry Harrison Chase Dunwoody*). В его конструкции детектора, как и в электролитическом детекторе, использовался контакт двух сред, но один из электродов был сделан из карборунда. Следует отметить, что карборундный детектор обладал меньшей чувствительностью, нежели электролитический детектор.

Невзирая на появление карборундного детектора, Ли де Форест был вынужден уйти с поста главного инженера собственной компании в ноябре 1906 г. Ему заплатили за разрыв контракта \$1000, из которых половина денег ушла его адвокату.

По версии де Фореста, он подал в отставку в знак протеста против неправильных действий руководства компании. Правление компании рассталось с ним по причине того, что де Форест не сумел разработать эффективную конструкцию детектора без нарушения авторских прав, что привело к появлению исков, и как результат — неблагоприятные и затратные судебные решения в отношении компании. Кроме того, недавнее изобретение Генри Данвуди было защищено патентом и не нарушало ничьих авторских прав, в связи с этим необходимость в услугах де Фореста отпала.

12. Демонстрация беспроводной телеграфной системы де Фореста в Великобритании

Ли де Форест, как и его конкуренты Маркони, Фессенден и другие, рассматривал создание трансатлантических беспроводных систем связи как большой коммерческий проект, который должен был принести деньги и славу. Беспроводная связь могла подорвать кабельные монополии в цене и объеме трафика через океан. Более того, это сулило прогресс в военных, военно-морских, правительственных и деловых коммуникациях. С этими мыслями де Форест в ноябре 1903 г. отплыл в Англию, по приглашению Британского Главного почтового ведомства (*General Post Office*) для демонстрации своей системы связи [28].

В Англии под руководством де Фореста и его главного помощника В. М. Хортон (*W. M. Horton*) установили два полных комплекта беспроводной аппаратуры на берегах Ирландского моря на станциях в Ирландии Хаут (*Howth*) и Уэльсе Холихед (*Holyhead*), которые ранее использовались Главным почтовым ведомством во время экспериментов с беспроводным телеграфом между двумя странами. Нужно заметить, что в следующем году эта аппаратура беспроводного телеграфа Фореста была доставлена на Желтое море для отправки сводок с театра военных действий русско-японской войны.

В Ирландии станция беспроводной телеграфии была установлена в старой крепости Мартелло (*Howth Martello Tower*) на побережье близ Дублина в Хауте [29]. Крепость представляла собой круглую башню с огневыми бойницами на вершине и была возведена в свое время для защиты от возможного наполеоновского вторжения в Англию. Для передачи информации на расстояние между Холихедом и Хоутом в 64 мили (119 км) использовались антенные мачты высотой 180 футов (55 м), которые были установлены еще в период экспериментов с беспроводным телеграфом два года назад, рис. 17.

В искровом передатчике использовался генератор переменного тока мощностью 1 кВт, рассчитанный на работу при напряжении 500 В и частоте 50 Гц, рис. 18 [30]. Для приведения его в действие была задействована небольшая машина постоянного тока, которая получала вращение посредством ременной передачи от бензинового двигателя мощностью 3 л. с. (2,2 кВт), предоставленного по этому случаю американской компанией *Fairbanks Morse Co.* Переменный ток от генератора подавался на трансформатор *A*, а далее на первичную обмотку повышающего трансформатора *B*. Напряжение на выходе трансформатора *B* составляло 20000 В, что позволяло получить в разряднике *S* очень мощную искру. Для защиты трансформатора *B* от перегрева использовалось масляное охлаждение.

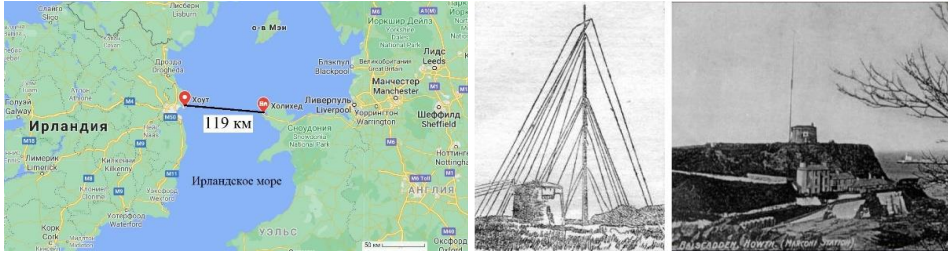


Рис. 17. Карта с указанием расположения радиостанций между городами Холихедом и Хоутом (англ. *Holyhead and Howth*) во время демонстрации сеансов связи де Форестом 1 декабря 1903 г. Антенны вблизи Мартелло (*Howth Martello Tower*) Хоуте.

Fig. 17. Map showing the location of radio stations between Holyhead and Howth during de Forest's demonstration of communications on December 1, 1903. Antennas near Howth Martello Tower Howth

Передача информации осуществлялась ключом $K2$ с использованием кода Морзе, рис. 18. Ключ передачи $K2$ представлял собой довольно простую конструкцию и во многих отношениях был похож на обычный ключ Морзе. Он устанавливался наверху коробки и с помощью коленчатого рычага (*ball-crank lever*) разрывал цепь 500 В внутри коробки. Контакты ключа представляли собой небольшие кусочки круглого стального стержня диаметром $\frac{1}{2}$ дюйма, заподлицо соединенные с поверхностями. Для минимизации искры при разрыве контактов использовался только атмосферный воздух. В случае работы ключом при токе более 6 А требовалось налить масло в коробку.

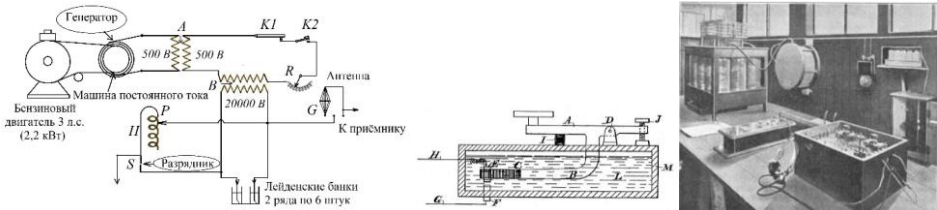


Рис. 18. Принципиальная схема искрового передатчика Фореста (слева), устройство телеграфного ключа $K2$ (рисунок из патента де Фореста US749178 с приоритетом от 5 марта 1903 г.) и вид интерьера станции (справа) [30]. 1903 г.

Fig. 18. Schematic diagram of Forest's spark transmitter (left), $K2$ telegraph key device (figure from de Forest's patent US749178 with priority dated March 5, 1903) and a view of the station's interior (right) [30]. 1903

В передатчике Форест применил ряд новшеств, которые отличали его от других подобных устройств. В результате тщательного исследования он обнаружил, что эффективность ряда лейденских банок (электриче-

ских конденсаторов) в значительной степени зависит от схемы соединения и их относительного положения, которое они занимают [31]. Дальнейшие исследования привели его к выводу, что размещение банок по кругу дает наилучшие результаты. Стало очевидным, что такое расположение слишком неудобно и громоздко, чтобы применять его на практике. В связи с этим он расставил лейденские банки рядами с минимально возможной длиной соединяющих их проводников. В передатчике он использовал 12 банок, в четыре ряда по три в ряд, которые были соединены в два параллельных набора. При этом каждый набор имел шесть последовательно соединенных сосудов. Общая емкость использованных банок, сгруппированных таким образом, составила 0,006 микрофарад.

Для искрового разрядника S электроды были изготовлены из никелированных латунных стержней диаметром $\frac{1}{2}$ дюйма. Расстояние между искрящими цилиндрическими основаниями стержней составляло около одного дюйма. Для изменения искрового промежутка верхний вертикальный электрод имел регулировочный винт. Такая конструкция разрядника позволяла получить исключительно чистую, резкую искру при полном отсутствии дуги на частоте около 60 Гц, в то время как частота колебательного контура была значительно выше. Спираль (катушка индуктивности) H в цепи разрядника играла наиболее важную роль в операциях настройки (англ. *syntony*) передатчика на нужную частоту передачи. Она состояла из четырех витков дюймовой никелированной медной трубки и имела диаметр около 18 дюймов (46 см). С помощью подвижного контакта P можно было изменять степень самоиндукции спирали.

В Холихеде аппарат был установлен на вершине утеса на высоте 400 футов (122 м) над уровнем моря, где для поддержки антенны использовалась мачта высотой 180 футов [32]. Естественно предположить, что на такой высоте будут созданы идеальные условия для беспроволочной связи. Однако это было не так, так как скала имела неблагоприятный рельеф, рис. 19. По этой причине успешные результаты экспериментов заслуживают еще большей похвалы, поскольку связь между станциями поддерживалась практически только свободными волнами Герца, т. е. волны не сопровождали обычные земные токи.

Приемное устройство (рис. 19) Фореста отличалось схемными решениями от ранее им использованных [32]. Введена регулируемая индуктивность L и регулируемая емкость N для изменения постоянной времени колебательного контура, чтобы получить максимальный эффект при настройке контура на принимаемые волны Герца. В приемнике еще имелось одно устройство для достижения наилучшего эффекта его работы —

потенциометр R , изменяя который в телефонной трубке можно получить максимально громкий звук. Для детектирования сигнала использовался электролитический детектор O по конструкции схожий с тем, который был применен в приемнике *Responder* (рис. 16). Этот детектор («ответчик»), как известно, не был защищен патентными правами по причинам, которые были указаны выше.

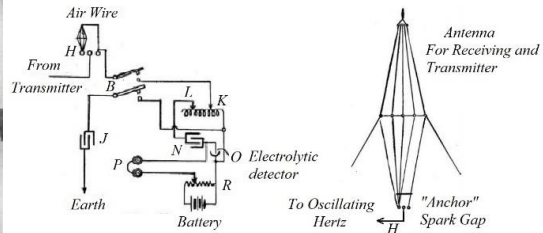


Рис. 19. Рельеф побережья в районе станции беспроволочной телеграфии Холихед (слева), принципиальная схема приемника станции и конструкция ее антенны (справа) [32]. 1903 г.

Fig. 19. Coastal relief near Holyhead wireless telegraphy station (left), schematic diagram of the station receiver and the design of its antenna (right) [32]. 1903

Одно из главных преимуществ предложенной для демонстрации системы беспроволочного телеграфа в Англии заключается в том, что, пока частота излучающей искры поддерживается практически постоянной, никаких регулировок не требуется. Это является значительным преимуществом и позволяет работать менее квалифицированному оператору, чем в тех случаях, когда необходимо выполнять сложные и тонкие настройки. Никаких претензий к настройке (*syntony*) во время испытаний не было. Напротив, де Форест очень решительно высказал мнение, что абсолютная настройка в настоящее время совершенно невозможна. Это подтверждалось тем фактом, что в телефонной трубке можно было без трудностей различить колебания разных частот. Например, изменяя частоту обычного электрического звящего звонка и держа его рядом с антенной, можно было бы отслеживать изменения колебаний с большой точностью. Таким образом, фактически принималась реальная частота излучаемых колебаний. В ходе экспериментов двигатель замедлился, и, как следствие, частота проходящей искры уменьшилась. Это сразу же заметил хорошо обученный телеграфист из Хоута, который почти сразу же отправил следующее сообщение: «Я вам сочувствую. Я слышу, как замедляется ваш двигатель». Однажды разразился сильный град, и звуки, слышимые в телефонной трубке, были такими, что можно было предположить, что град несет электрический заряд. Слышался непрерывный треск, но, невзирая

на это, без малейшего затруднения можно было различить сигналы, посылаемые на расстоянии 65 миль. Также были приняты, помимо случайных сигналов, и атмосферные разряды, но без сомнений было определено, что такие импульсы не относятся к передатчику в Хауте (*Howth*). Можно с полной уверенностью сказать, что, если бы в то время искра могла передать четкую речь, то проблема беспроволочной телефонии была бы решена. В интервью де Форест заявил, что он работает над этим вопросом в настоящее время и думает, что это будет достигнуто за счет использования постоянного тока очень высокого напряжения с применением эффекта «говорящей дуги».

Аппаратура де Фореста успешно проработала несколько недель. Во время экспериментов измеренная скорость передачи составила от 10 до 20 слов в минуту, в то время как в одном случае не менее 16 слов были правильно получены за 30 секунд. Чтобы тесты не вызывали подозрений, было разрешено экспериментаторам выбирать собственные тексты сообщений, которые затем отправлялись в Хоут и повторно передавались в течение нескольких минут. Скорость передачи для всех сообщений, а не только для нескольких, выбранных без разбора, не опускалась ниже 20 слов в минуту.

На испытаниях во вторник, 1 декабря 1903 г., присутствовали от Главного почтового ведомства его главный инженер Джон Гэвей (*Sir John Gavey*), помощник секретаря телеграфа Джон Ардрон (*John Ardron*), представители военного министерства и Адмиралтейства, а также генеральный директор Ньюфаундленда Буреелл (*Burehell*). До этого, в прошлый вторник, работа системы была продемонстрирована представителям правительства Нидерландов. Во время испытаний некоторые из официальных лиц сами передавали и принимали сообщения с аппаратов. В своих комментариях они отметили легкость, с которой можно было управлять аппаратом и читать сообщения.

В отчете журнала *Scientific American* об испытаниях системы Фореста было подчеркнуто два важных момента [32]. Во-первых, система де Фореста обрабатывала трафик со скоростью 30 слов в минуту, что оказалось самой высокой скоростью среди всех беспроволочных систем. Достигнутая скорость 30 и более слов в минуту почти 2—3 раза превышала рабочую скорость Маркони и аналогичных систем, основанных на когерерах. Однако, как это часто бывает, лучшее не всегда оправдывает ожидания. Не в интересах членов британского истеблишмента и влиятельных лиц, которые уже владели акциями компании *Marconi*, было подписывать контракт *General Post Office* с де Форестом.

13. Русско-японская война 1904—1905 гг.

В конце декабря 1903 г. после конкурсной демонстрации беспроводной связи для *General Post Office* на трансатлантическом лайнере *Majestic* компании *White Star Line* из Ливерпуля в Нью-Йорк возвращался Ли де Форест. Форест был удручен и чувствовал, что не получил заказы на свое оборудование только из-за британского *hauteur* (высокомерия). Однако настроение де Фореста резко изменилось, когда он встретил на борту корабля британского военного корреспондента капитана Лайонела Джеймса (*Captain Lionel James*). Джеймс был осведомлен о положении на Дальнем Востоке, где между Россией и Японией назревала война из-за спорных территорий в Маньчжурии и Корее. Четыре года назад он рискнул и предложил себя в качестве специального военного корреспондента лондонской газеты *The Times* на театрах военных действий. Он сообщал об англо-бурской войне и был с генералом Китченером¹⁸ в Судане (*General Kitchener in the Sudan*). На этом он сделал себе имя в качестве военного корреспондента в мировой прессе. Между Форестом и Джеймсом случайно возник разговор об использовании беспроводной связи для передачи сообщений о русско-японской войне. Форест рассказал Джеймсу о своей системе связи и убедил его в том, что она лучше системы Маркони, так как позволяет передавать сообщения азбукой Морзе с корабля на берег быстрее и на расстояние до 170 миль (333 км). Во время путешествия было решено, что, если Джеймс сможет убедить *The Times* вложить деньги, то Форест предоставит беспроводное оборудование и инженеров для создания станции в любом месте на побережье Китая.

Джеймс предположил, что если разразится война, то большая часть военно-морских действий будет происходить в Желтом море, которое окружено береговой линией Маньчжурии, Кореи и Китая. К северу находилась российская военно-морская база Порт-Артур. Если бы он смог зафрахтовать достаточно быстрый пароход и получить разрешение от японского военно-морского флота на плавание среди его кораблей, то это был бы хороший шанс с помощью беспроводного оборудования де Фореста опережать своих коллег корреспондентов в передаче военных сводок не только на несколько часов, но и дней. Запоздывание передачи информации у коллег было связано с поиском телеграфных кабельных станций, с которых можно отправлять отчеты.

¹⁸ Горацио Герберт Китченер (англ. *Horatio Herbert Kitchener, 1st Earl Kitchener*; 24.06.1850—05.06.1916) в 1895—1898 гг. в качестве командующего англо-египетскими войсками руководил подавлением восстания махдистов в Судане. В результате Судан был превращен в английскую колонию. В 1899 г. — генерал-губернатор Судана.

Джеймс разработал планы по установке корабельных и береговых станций беспроволочной связи у побережья Китая и на его территории. Затем он убедил *The Times* не только в том, что этот проект сработает, но, что еще более замечательно, вложить в него деньги. Ему удалось получить 1000 фунтов стерлингов от *The Times*. В конце 1903 г. компания *American De Forest Wireless Telegraph* заключила контракт с лондонской газетой «Таймс» (*London "The Times"*) на предоставление новостей о русско-японской войне.

Форест с некоторыми трудностями сумел забрать свое оборудование беспроволочной телеграфии из Ирландии, где в конце 1903 г. проходила конкурсная демонстрация его системы связи. Джеймс нашел добровольцев, которые доставили его в зону боевых действий и установили радиооборудование, весившее 4 т. Он обосновался на британской военно-морской базе Вэй-Хай-Вэй¹⁹ (англ. *Wei-Hai-Wei*), которая оказалась подходящим местом для беспроволочной станции, рис. 20. Компания *De Forest Wireless Telegraph* откомандировала для обслуживания корабельной и береговой радиостанций двух своих сотрудников Г. Дж. Брауна (*H. J. Brown*) и Г. Э. Ахерна (*H. E. Ahearn*). В полдень 16 января сотрудники компании отправились из Нью-Йорка в Ванкувер, где сели на пароход и отплыли в Японию.

Джеймс нанял в Гонконге пароход «Хаймун» (*Haimun*) водоизмещением 1200 тонн за 3000 фунтов стерлингов в месяц, что по тем временам было очень большая сумма, рис. 20. Его помощник Давид Фрейзер (*David Fraser*), младший репортер, сумел установить передатчик на мачте корабля, используя труд 50 китайских рабочих и 150 военно-морских служащих. В составе корабля находилось шесть европейских офицеров, команда из 40 китайских и четырех малайских квартирмейстеров (нем. *Quartiermeister*, англ. *Quartermaster*) [33]. Для приемной радиостанции был выбран холм на острове Liu Kung Tao Island (*Liugong Island*). Высота его вершины составляла около 350 футов (107 м) над уровнем морем. Обслуживал приемную станцию 21-летний Г. Ахерн. Полученные военные сводки в бумажном виде доставлялись китайцем-курьером в офис компании *Eastern Extension Telegraph and Cable Co.*, который находился в 1,5 милях от приемной станции. Курьер преодолевал этот путь за 12 минут и получал за свою

¹⁹ Британский Вэй-Хай-Вэй (*British Weihaiwei*), расположенный на северо-восточном побережье Китая, был арендованной территорией Соединенного Королевства с 1898 по 1930 год. Столицей был Порт-Эдвард (ныне известный как «Вэйхай» — *Weihai*). Арендованная территория покрывала 288 квадратных миль (750 км²) и включала обнесенный стеной город Порт-Эдвард, залив Вэй-Хай-Вэй, остров Лю-гун и материковую часть береговой линии протяженностью 72 мили (116 км), идущую вглубь суши до 10 миль (16 км). Вместе с Люшуньюкоу (*Port-Artur*) он контролировал вход в залив Чжили (*Gulf of Zhili*) и подходы к Пекину со стороны моря.

работу \$4 в месяц. При этом никаких задержек не происходило. Менее чем через полчаса после доставки сообщение передавалось по кабелю.



Рис. 20. Карта Китая с указанием местоположения Британского Вэй-Хай-Вэй и пароход «Хаймун», арендованный военным корреспондентом газеты *The Times* Лайонелом Джеймсом во время русско-японской войны 1904—1905 гг.

Fig. 20. Map of China showing the location of the British Wei-Hai-Wei and the steamboat “Haimun” leased by the war correspondent of *The Times* Lionel James during the Russo-Japanese War of 1904–1905

Военные корреспонденты других газет, когда узнали о замысле Джеймса, выразили протест британскому министру в Токио, в котором предупредили, что пароход среди японских линкоров будет вопиющим нарушением нейтралитета. Джеймсу, несмотря на протесты, удалось договориться с государственным министром японского флота о его работе.

На борту корабля «Хаймун», помимо экипажа и двух радистов, которые работали с передатчиком, рядом с Джеймсом находился еще капитан японского флота Тонами (*Tonami*), который выполнял функции цензора, рис. 21. Готовность британского журналиста подвергнуться японской цензуре, а также предоставить информацию японской стороне привела к тому, что его далеко идущий эксперимент через некоторое время сорвался. 8 марта 1904 г. «Хаймун» вышел из Нагасаки. У Порт-Артура Джеймс увидел эскадру русских линкоров. Эта информация стала содержанием его первого сообщения в газету. В ней он отметил, что некоторые из кораблей оказались непригодными для плавания. Это была важная информация, которую он также передал японскому флоту. Первое сообщение с увиденной информацией было 14 марта 1904 г. передано Гарри Брауном из радиорубки парохода «Хаймун» в Желтом море на береговую радиостанцию беспроводного телеграфа Вэй-Хай-Вэй, рис. 21. Из Вэй-Хай-Вэй сообщение по проводному телеграфу пришло в Лондон. На следующий день во вторник, 15 марта 1904 г., военная сводка появилась в газете *The Times* в колонке «Последние данные разведки» с пометками: «От нашего специального корреспондента», «Газета *The Times Steamer Haimun*» и «Сеул, 12 марта, через Вэй-Хай-Вэй».



Рис. 21. Британский флот в гавани Вэйхайвэй (1902—1903 гг.). Беспроводная станция в *Weihaiwei*, построенная сотрудниками де Фореста Гарри Брауном и Г. Е. Ахерном, с мачтой высотой 170 футов (52 м) [34]. Гарри Браун, Поп Атерн, Лайонел Джеймс и офицер Тонами (справа) стоят перед беспроволочной станцией в Вэйхайвэй. 1904 г. [34].

Fig. 21. British fleet in harbour, Weihaiwei (1902–1903). The wireless station at Weihaiwei built by de Forest employees Harry Brown and H. E. Ahearn, with a 170-foot tall mast (52 m) [34].

Harry Brown, H. E. Ahearn, Lionel James and Commander Tonami (on the right) standing in front of the wireless station at Weihaiwei in 1904 [34]

В течение нескольких дней «Хаймун» ждал, когда снова появятся русские корабли. Ожидания оправдались в виде русского тяжелого крейсера «Баян». Джеймс послал в *The Times* экстренное сообщение: «Срочно, нас вот-вот посадят на борт русские». Он быстро замаскировал своего японского агента под малайского квартирмейстера и отправил его на мостик, где он якобы отвечал за штурвал корабля. Русские военные при осмотре «Хаймуна» не заметили на борту японца. Они ушли в спешке, когда Джеймс сказал им, что видел поблизости четыре японских крейсера. История не соответствовала действительности, но уловка сработала, правда, ненадолго. Вскоре экипаж «Хаймуна» стал свидетелем катастрофы эскадренного броненосца «Петропавловск»²⁰. Джеймс получил сообщение от *The Times*, в котором говорилось, что по имеющейся информации, русские в случае захвата судна будут обращаться с ним как со шпионом, а его оборудование будет конфисковано.

В начале весны 1904 г. Джеймс с судном «Хаймун» сумел добиться потрясающих успехов в сборе информации для военных сводок. Он отправлял от 400 до 2000 слов в день по беспроволочной связи в Вэй-Хай-Вэй. Первым заметным достижением беспроволочной системы стала депеша капитана Джеймса, датированная 20 марта «В море с японским флотом». Это самая впечатлительная депеша, которая пришла с театра военных дей-

²⁰ 31 марта 1904 г., во время выхода в море, броненосец «Петропавловск» налетел на минную банку (3 мины) и затонул в течение двух минут. Погибло 650 человек, в том числе адмирал Макаров и известный художник-баталист Верещагин.

ствий в тот период времени. Она содержала описание торпедных атак японского флота на Порт-Артур и рукопашных схваток японских и русских моряков. Сообщение об этих событиях было напечатано 21 марта в *The London Times* и *The New York times*.

Корабль Джеймса оказался полезным источником информации не только для прессы, но и для японцев. Однако вскоре у Джеймса возникли проблемы. Русские выразили протест и обвинили его в шпионаже. Британские военно-морские власти на Дальнем Востоке были недовольны тем, что он построил базовую станцию беспроводного телеграфа без разрешения главкома. Адмиралтейство, министерство иностранных дел и министерство по делам колоний были не готовы оказывать ему поддержку. Редакция *The Times* все больше разочаровывалась в этом предприятии Джеймса. Японцы тоже устали от появления «Хаймуна» в море перед их флотом. Они решили запретить в течение нескольких недель «Хаймуну» выходить в море, в частности, приближаться к месту боевых действий возле Порт-Артура. Джеймс безуспешно пытался снять ограничения на его передвижение. Его надежды на дальнейшие успехи не оправдались. Миссия «Хаймуна» была прекращена, а антенные мачты в *Wei-Hai-Wei* были разобраны. Американские связисты 10 июля отправились домой. Сначала они из *Wei-Hai-Wei* поплыли в Шанхай, а уже оттуда 13 июля на океанском лайнере *Doric* компании *Oriental and Occidental Steamship Co.* отплыли в Сан-Франциско.

Джеймсу пришлось присоединиться к другим военным корреспондентам, с которыми японская армия обращалась грубо. Он, тем не менее, добрался до Маньчжурии и стал свидетелем победы японцев при Ляояне. Свой пространственный и не прошедший цензуру отчет об этой победе ему удалось отправить телеграммой с территории Китая после трудного побега из Маньчжурии. Необходимые средства для отправки телеграммного сообщения он занял у Джорджа Моррисона (*George Morrison*), пекинского корреспондента *The Times*.

14. Всемирная выставка в Сент-Луисе

В 1904 г. в г. Сент-Луисе в Соединенных Штатах (штат Миссури) состоялась Всемирная Луизианская выставка (англ. *Louisiana Purchase Exposition*), приуроченная к празднованию столетней годовщины покупки территории Луизианы. Выставка работала с 30 апреля по 1 декабря. Она не имела себе равных по объемам вложенных в нее средств и размерам общей площади, составившей почти 5 кв. км. Это была крупнейшая из всех выставок, предшествовавших первой мировой войне, рис. 22. Экспозиции

представили 62 страны²¹. Все павильоны были сделаны из гипса и рассчитаны на небольшой срок эксплуатации.

На выставке в павильоне «Дворец электричества и машин» была представлена беспроводная телеграфия компанией *De Forest Wireless Telegraphy*. На Всемирную выставку в Сент-Луисе губернатором штата Миссури был приглашен и Гульельмо Маркони. Маркони знал, что его главный соперник Ли де Форест и другие конкуренты принимают в ней участие. Как лидер рынка беспроволочной телеграфии Маркони решил, что ему не следует придавать легитимность своим конкурентам, особенно на период краткосрочной выставки.

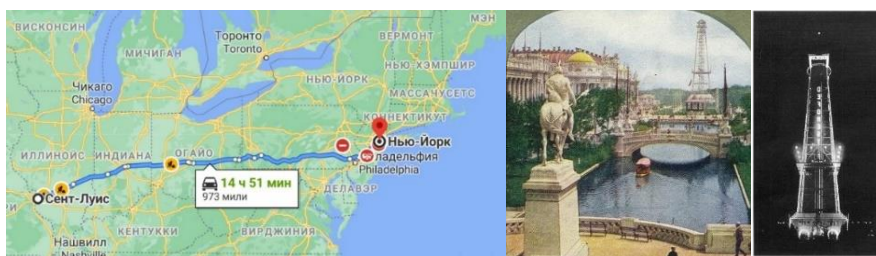


Fig. 22. Путь из Нью-Йорка до Сент-Луиса. Общая панорама Луизианской выставки закупок с видом на смотровую башню американской компании *DeForest Wireless Telegraph* (в центре). Смотровая башня де Фореста ночью (справа). Фотография 1904 г.

Fig. 22. Way from New York to St. Louis. General panorama of the Louisiana Purchasing Exhibition overlooking the observation tower of the American company *DeForest Wireless Telegraph* (center). Observation tower *DeForest* at night (right). Photograph from 1904

Если Маркони отклонил предложение об участии, то Ли де Форест никогда не отказывался от возможности экспонироваться и показать себя. Он потратил 10 000 долларов на то, чтобы снять смотровую башню с Ниагарского водопада и заново установить ее в Сент-Луисе (с добавлением его имени, украшенного огнями на вершине башни). Башня была законной и использовалась для таких экспериментов, как поддержка первого автомобиля, оборудованного беспроволочным приемником.

Чтобы убедиться, что посетители видели все эти эксперименты, а также имя *De Forest* на башне, операторам искрового телеграфа предписали, что всякий раз, когда толпа посетителей начинает редеть вокруг башни, они

²¹ Россия предполагала участвовать в выставке, но русско-японская война и напряженные русско-американские отношения внесли свои коррективы. Все это происходило на фоне негативного отношения к самодержавию в Америке. Правительство решило отказаться от участия в выставке, ссылаясь на отказы «промышленников и торговцев от посылки их экспонатов в Америку». В январе 1904 г. наполовину возведенное здание русского павильона, выполненное в древнерусском стиле с луковичными-маковками, было демонтировано. Осталась только частная экспозиция художественных произведений Репина, братьев Маковских и Верещагина, а также вагон Транссибирской железной дороги.

должны производить как можно более громкую искру, слышную на расстоянии четверти мили. 300-футовая башня (91 м), построенная Форестом, была самым большим сооружением в Сент-Луисе и зенитом его карьеры. Не взирая на то, что у Фореста был красивый дом с тремя спальнями рядом с ярмаркой, с поваром и прислугой, на вершину башни ему привезли койку. Ночью он наслаждался прохладным ночным воздухом, а затем засыпал.

В течение дня башня использовалась также для отправки сообщений на беспроводной приемник, установленный в автомобиле Фореста (*Wireless Auto. No. 1*).

На Всемирную выставку Форест представил систему беспроводной телеграфии с электролитической ячейкой, рис. 23.

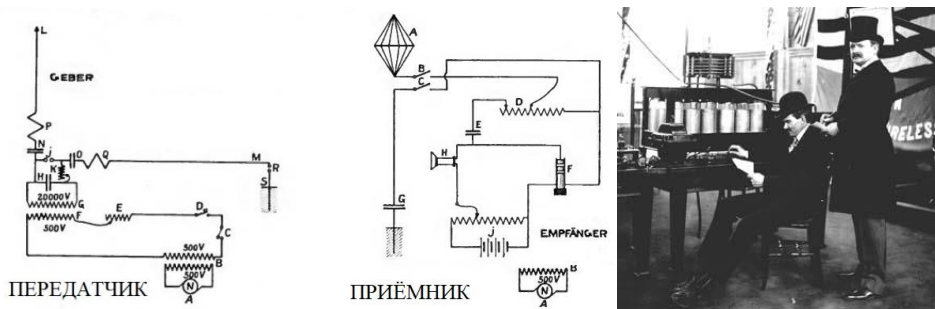


Рис. 23. Принципиальная схема системы беспроводной телеграфии Ли де Фореста с электролитической ячейкой (на схеме обозначена F) [35], которая работала на Всемирной выставке в Сент-Луисе. Ли де Форест (сидит) посылает радиотелеграфное сообщение с Луизианской выставки. Стоит Авраам Уайт. Фотография 1904 г.

Fig. 23. A schematic diagram of a Lee de Forest wireless telegraphy system with an electrolytic cell (denoted F in the diagram) [35] that operated at the St. Louis World's Fair. Lee DeForest (seated) sends a wireless message from Louisiana Purchase Exposition. Abraham White stands. Photograph from 1904

Со смотровой башни де Фореста ежедневно отправлялись новости о выставке в газеты *St. Louis Post-Dispatch* и *St. Louis Star* на семь станций на территории ярмарки. В день передавалось в два газетных офиса от 3 до 5 000 слов с интервалом, от 25 до 35 слов в минуту. Оказалось, что беспроводные телеграфные сообщения можно получать в пределах 105 миль (170 км), что соответствует расстоянию от Сент-Луиса до Спрингфилда (англ. *Springfield*, штат Иллинойс). Благодаря этому сервису посетители отправляли телеграммы в Чикаго, Канзас-Сити (штат Миссури) и Спрингфилд. В Спрингфилд телеграммы отправлялись со станции в главном здании, а там принимались на телефон. Аналогичные беспроводные техноло-

гии, позже были установлены в Чикаго и Канзас-Сити, когда в этих двух местах смонтировали приемные станции.

На станции беспроводного телеграфа в Правительственном здании работали два комплекта аппаратуры, представленные Корпусом связи США и тремя другими участниками выставки. На территории выставки находилось две электростанции: одна в Форт-Уэйне (*Fort Wayne-Station*), а другая в здании де Фореста. На электростанциях использовались генераторы мощностью 2 кВт с выработкой электроэнергии частотой 60 Гц и напряжением 110 вольт. В искровом передатчике Фореста первичное напряжение преобразовывалось в 20000 В, которое со вторичной обмотки трансформатора, зашунтированной блоком конденсаторов из 18 лейденских банок емкостью 0,013 МФ, подавалось на искровой разрядник.

В главном здании выставки находился Форест со своим беспроводным приемным устройством для приема телеграмм со станции Форт-Уэйн. Место приема находилось примерно в 400 футах (122 м) от станции Тауэр (*Tower-Station*) и примерно на расстоянии 0,5 миль (0,8 км) от станции дальней связи, построенной на Артилле (*Arthill*). Эта последняя из всех станций выставочного комплекса имела самую большую антенную сеть. Антенна находилась на высоте около 210 футов (64 м) и крепилась на 40-футовой (12 м) траверсе, поддерживаемой деревянным каркасным сооружением. Горизонтальный провод был протянут выше соединительной траверсы, и к нему были подключены двадцать вертикальных проводов, каждый длиной 250 футов (76 м), которые загибались наружу с помощью оттяжек. Антенны выходили двумя секциями по 10 проводов на крышу здания, откуда отправлялись телеграммы. Приемные антенны находились отдельно от главного здания, которое располагалось у подножия мачты. Заземление состояло из медных пластин. Одна часть из них площадью 140 кв. футов (13 м²) была установлена над землей, а другая — на глубине 8 футов (2,5 м). Также были приняты меры, чтобы почва вокруг этих пластин оставалась полностью влажной.

На выставке работали два небольших транспортных средства, которые были оснащены аппаратурой беспроводного телеграфа. Эти подвижные средства связи достаточно успешно использовались для отправки с помощью беспроволочной телеграфии котировок и курсов акций с Нью-Йоркской фондовой биржи Корб (*New York Corb Stock Exchange*) в офис комиссара на Брод-Уолл-стрит (*Broad Wall Street*).

14 августа было осуществлено беспроводное телеграфное сообщение на расстоянии 300 миль между Сент-Луисом и Чикаго. По этому поводу г-н У. Э. Голдсборо (*W. E. Goldsborough*), начальник электрического

отдела выставки, послал следующую телеграмму: «Я имею честь как эксперт сообщить, что каждую телеграмму, отправленную из Сент-Луиса, можно с абсолютной точностью получить в Чикаго» [35].

Во время празднования на выставке Дня электричества Форест получил медаль Гранд-приз (*Grand Prize Exposition Medal*) за выдающиеся достижения в области беспроводной телеграфии, рис. 24.



Рис. 24. Медаль Гран-при. Всемирная выставка в Сент-Луисе, 1904 г. Бронза, 74,3 мм × 60,2 мм, 149,7 г. Справа — целлулоидный значок с надписью: «ВСТРЕЧАЙТЕ МЕНЯ В БАШНЕ». AMERICAN DE FOREST WIRELESS TELEGRAPH CO.

Изображение башни Ли де Фореста на выставке.

Fig. 24. Grand Prize Medal. St. Louis World's Fair 1904. Bronze, 74.3 mm × 60.2 mm, 149.7 gm. On the right is celluloid badge with lettering "MEET ME IN THE TOWER". AMERICAN DE FOREST WIRELESS TELEGRAPH CO. Image of the Lee de Forest tower at the fair

15. Международный электротехнический конгресс в Сент-Луисе

В Сент-Луисе в связи с Всемирной выставкой покупок с 12 по 17 сентября 1904 г. состоялся Международный электротехнический конгресс (*International Electrical Congress*). Открытие конгресса состоялось в понедельник в главном здании выставки *Festival Hall*, рис. 25. За пять рабочих дней было рассмотрено около 160 докладов по электротехнике. На самом деле было настолько большое количество докладов и настолько широкий круг вопросов, которые они рассматривали, что можно сказать: нет ни одной области электротехники, к которой не обращались бы в той или иной мере во время встреч. Тем не менее, главный научный интерес в работе сосредоточился вокруг нескольких тем, а именно: единиц и эталонов, радиоактивности, беспроводного телеграфирования и электрической дуги. Из технических работ наибольшее внимание привлекли работы по двигателю переменного тока, паровой турбине и передаче высокого напряжения. Также было много статей по электрохимическим и электротерапевтическим темам [36].

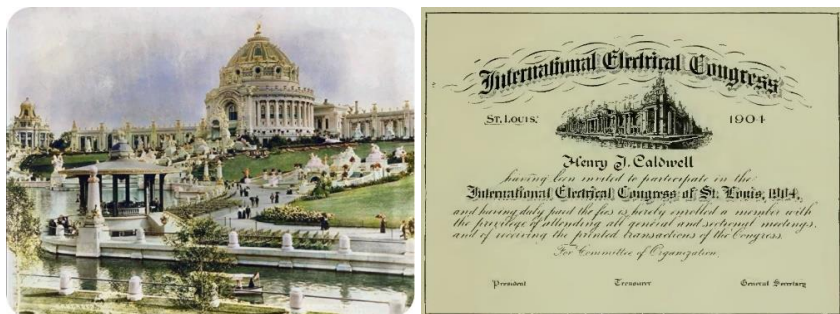


Рис. 25. Общий вид *Festival Hall*, в котором состоялось открытие Международного электротехнического конгресса в Сент-Луисе в 1904 г. Сертификат участника конгресса. Миниатюрная копия сертификата без подписей.

Fig. 25. General view of the Festival Hall, where the opening of the International Electrical Congress in St. Louis, 1904, took place. Electrical congress membership certificate. Miniature copy of the certificate without signatures

Доклады по беспроволочному телеграфированию были заслушаны на секции *G* (*Section G Electric Communication*). Работа секции *G* проходила под руководством ее председателя Ф. У. Джонса (*F. W. Jones*, Нью-Йорк) и секретаря Бэнкрофта Герарди (*Bancroft Gherardi*, Нью-Йорк). Всего на секции было сделано 20 докладов. Д-р Флеминг и д-р де Форест представили статьи по беспроволочному телеграфу, а американский физик Карл Гуте (*Karl Eugen Guthe*, 05.03.1866—10.09.1915) по согласованию с секретарем секции представил доклад под названием *The silver voltameter*. Из математических работ по теории радиосвязи отметим доклад *The Theory of Wireless Telegraphy* американского радиотехника Стоуна (*John Stone Stone*, 24.09.1869—20.05.1943). Статья *The Present State of Wireless Telegraphy* Флеминга имела хорошее общее резюме по этому вопросу, но содержала очень мало нового.

Доклад Фореста *Wireless Telegraph Receivers* можно считать его итоговым трудом по исследованию электролитического детектора, которые он провел в течении четырех лет. Доклад [37], а потом его публикация в виде статьи [38] содержал как новые научные результаты на тот момент, так и ранее опубликованные.

Главный интерес к статье де Фореста был сосредоточен на экспериментах, которые он описывал, чтобы доказать, что действие его электролитического приемника вызвано поляризацией, а не нагревом электролита, как утверждал Фессенден. Электролитический приемник состоял по существу из очень маленького электрода, погруженного в электролит, причем второй большой электрод был соединен последовательно с гальваническим эле-

ментом и телефоном. Через приемник протекает, обычно, очень небольшой ток, который значительно усиливается, когда через него проходят электрические колебания. Форест утверждал, что это вызвано колебаниями, разрушающими поляризацию на небольшом электроде, и одно из наиболее убедительных заявлений, которые он делал в пользу этой точки зрения, состояло в том, что небольшой электрод должен быть анодом, а приемник практически не работает, если он подключен к минусу батареи питания. Этого, конечно, не было бы, если бы действие зависело от нагрева электролита, на который не должна влиять полярность подключенной батареи питания.

Форест сделал краткий обзор области когерентных индикаторов электрических волн, а после этого подробно рассказал о результатах своих семи проведенных экспериментов с электролитическим детектором. Остановимся на седьмом эксперименте, в котором Форест изложил свою теорию функционирования электролитического детектора.

В этом эксперименте конденсатор небольшой емкости (две—три тысячные доли микрофарада) шунтировал детектор, который был включен в ненастроенную цепь. Конденсаторный шунт почти полностью подавлял музыкальную ноту в приемнике, но очень мало влиял на нерегулярный гул. В ненастроенной цепи конденсаторный шунт снижает рост потенциала из-за принимаемых колебаний. Поскольку шунт мало влиял на грохочущую ноту, можно предположить, что это действие антикогерера вызывает разрушение и повторное формирование проводящего моста. Этот эффект вызван током, на который шунт мало влияет. Гальванометр в локальной цепи показал большее уменьшение тока в ответном состоянии с включенным шунтом, чем с выключенным. Это указывает на то, что в антикогерере было три состояния сопротивления: 1. Очень низкое сопротивление из-за проводящего моста, 2. Сравнительно высокое сопротивление из-за разрыва моста и 3. Очень высокое сопротивление из-за разрыва перемычки и поляризации сломанных концов перемычки.

Если протекание тока в локальной цепи представить графически, то отклик электролитического детектора на сигнал, состоящий из шести импульсов, будет выглядеть так, как показано на рис. 26 [38].

Для упрощения шесть импульсов рассматриваются как одиночные однонаправленные импульсы. Линия *ab* представляет собой нормальный ток, протекающий через анти-когерер, когда никакие импульсы не принимаются и детектор имеет низкое сопротивление. Первый импульс разрушает мост, и линия *bc* представляет собой падение тока из-за повышения сопротивления, быстрое прохождение детектора через второе состояние в треть или состояние поляризации с очень высоким сопротивлением.

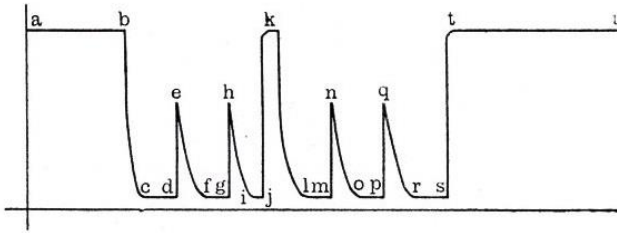


Рис. 26. Идеализированная кривая, опубликованная де Форестом, показывающая реакцию электролитической ячейки с близко расположенными электродами на шесть всплесков колебательного напряжения, представляющую шесть точек Морзе [38, с. 97].

Fig. 26. Idealized curve published by de Forest showing the response of an electrolytic cell with closely spaced electrodes to six bursts of oscillatory voltage, representing six Morse dots [38, p. 97]

Можно считать, что импульсы в этом сигнале отличаются друг от друга с интервалом в одну сотую секунды. От *c* до *d* детектор остается высокоустойчивым, а в *d* приходит второй импульс. Этот второй импульс нарушает поляризацию, и детектор мгновенно переходит во второе состояние сравнительно высокого сопротивления. Затем он действует как электролитический когерер, причем повышение тока происходит из-за разрушения поляризационного слоя, который почти мгновенно повторно формируется; ток снова падает, как показывает *ef*. Это повторяется третьим импульсом. Между третьим и четвертым импульсами мост успевает переформироваться, но снова разрушается четвертым импульсом, о чем свидетельствует падение тока *kl*. Пятый и шестой импульсы приводят в действие устройство для уменьшения сопротивления, и после последнего импульса мост успевает переформироваться, что показано повышением тока *st*, при этом состояние низкого сопротивления *tu* сохраняется до следующего сигнала. Грохочущий звук, который слышен в телефоне, связан с периодической перестройкой моста, как показано на *k*. Видно, что в то время как разрушение моста осуществляется током, противоположное действие происходит из-за потенциала, так что шунт конденсатора устраняет пики тока *ehmq*, оставляя детектор с очень высоким сопротивлением от *c* до *j* и от *e* до *s*. Это не только устраняет музыкальную ноту, слышимую в телефонной трубке, но и уменьшает отклонение гальванометра во время ответа. На рис. 26 представлена идеальная кривая, и она никак не связана с реальным током в устройстве.

Возвращаясь к первому рассмотренному виду электролитического детектора, очевидно, что, хотя он и способен выпрямлять высокочастотные токи, но это выпрямление не является важным его качеством. Подобно когереру из металлических опилок, энергия в локальной цепи поступа-

ет от местной батареи, причем основной эффект принимаемых колебаний заключается в высвобождении этой энергии. Установлено, что в его конструкции одни электролиты дают лучшие результаты, чем другие. По всей видимости, это частично связано с их относительной способностью поглощать кислород. Например, гипофосфорная кислота (известна как фосфиновая кислота) дает гораздо лучшие результаты, чем фосфорная кислота, а азотная кислота с определенным количеством закиси лучше, чем одна азотная кислота. Поскольку метаислоты (англ. *ous acids*) содержат меньше кислорода, чем бинарные кислоты (англ. *ic acids*), то это и есть вероятно причина разницы.

Из проделанного Форестом исследования следовал вывод о том, что электролитические «ответчики», которые были описаны, по-видимому, обладают в высшей степени качествами, необходимыми для того, чтобы сделать их базовыми компонентами беспроводной телеграфии, которая способна конкурировать с существующей телеграфной службой как на суше, так и на море. Эти детекторы очень чувствительны, самовосстанавливающиеся, имеют приблизительно постоянные величины сопротивления и емкости. При этом скорость передачи слов ограничена только способностью операторов посылать и принимать.

Таким образом, проблема электрической настройки, или синтонии (англ. *syntony*), значительно упрощается, поскольку до сих пор неустойчивая природа когерера делала невозможным точную установку режима его работы в настроенных электрических цепях, в которые он включен. В этом случае синтонизация с его использованием в лучшем случае получалась размытой и неопределенной. По четкости действия «ответчик» сопоставим с магнитным детектором Резерфорда и разработками Вильсона (*Wilson*), Шумейкера (*Shoemaker*), Маркони и Юинга (*Ewing*).

После доклада Фореста состоялась дискуссия, в которой приняли участие: председатель секции G Ф. Джонс (*F. W. Jones*), Эдвин Смайт, Дж. С. Стоун, Дж. Ивес (*J. E. Ives*), Реджинальд Фессенден.

В заключение необходимо сказать, что съезд прошел успешно, возможно, даже более успешно, чем можно было ожидать, учитывая то большое расстояние, которое приходилось преодолевать многим членам, чтобы присутствовать на его собраниях. Такой результат во многом был связано с неутомимой энергией его организаторов, и особенно президента конгресса проф. Элиху Томсона (*Elihu Thomson*), генерального секретаря доктора Кеннели (*A. E. Kennelly*) и казначея г-на Уивера (*W. D. Weaver*). Встречи были хорошими, и если обсуждения не всегда были настолько полными, насколько хотелось бы, то это было не из-за отсутствия интере-

са к докладам, а из-за нехватки времени. Все иностранные участники конгресса, независимо от национальности, были тепло приняты и развлекались со своими американскими братьями, что полностью подтвердило всемирную репутацию Америки в области гостеприимства.

16. Заключение

Ранний период научной и изобретательской деятельности Ли де Фореста в области беспроволочной телеграфии условно охватывает конец XIX века и начало XX века. В этот период времени он с большим упорством, достойным большого уважения, стремился разработать совершенный чувствительный самовосстанавливающийся когерер. Это ему удалось. Его конструкция волноуказателя получила известность под названием «ответчик». Создание де Форестом собственной компании сделало его независимым в научно-технических разработках и позволило составить конкуренцию на рынке услуг беспроволочной телеграфии, в частности, компании Маркони и другим. Между 1902 и 1906 гг. Форест получил 34 четыре патента на различные конструкции беспроводного телеграфирования. «Ответчик», над которым он работал так долго, никогда не оказывался удовлетворительным. Он надеялся получить прибыль от своих изобретений, но в результате был обманут своими деловыми партнерами и к 1906 г. его компания обанкротилась. Это не остановило его стремление разработать конструкцию детектора, которая бы совершила революцию в радиотехнике. Он как птица феникс, подымался из пепла после ударов судьбы и настойчиво шел к своей цели.

Список литературы

1. Hijiya James A. Lee de Forest and the fatherhood of radio. London and Toronto. Lehigh University Press, 1992. P. 28.
2. Adams Mike. Lee de Forest King of Radio, Television, and Film. Published in the United States by Copernicus Books, an imprint of Springer Science+Business Media, LLC. 2012. 556 p.
3. Forest Lee De. Reflection of Hertzian waves at the ends of parallel wires // American Journal of Science. July 01, 1899. Vol. s4-8. Issue 43. P. 58–71.
4. 120 years old, 30 years young, and a library for all time. URL: <https://www.lib.uchicago.edu/about/news/120-years-old-30-years-young-and-a-library-for-all-time/> (07.02.2021).
5. Neuschwender A. A new method of detecting electric waves // Annalen der physik und chemie. Neue folge. 1899. Band 67. S. 430–432.
6. Neuschwender Albert. Elektrischer apparate und maschinen. Patentschrift DE107843. Patentirt im Deutschen Reiche vom 13. Dezember 1898 ab.
7. Aschkinass E. Theoretisches und Experimentelles über den Cohärer // Annalen der Physik und Chemie. 1898. Band 66. No. 2. S. 284–307.

8. Schäfer Johann Chr., Lippold Paul und Renz E. Patentschrift DE121663. Empfangsapparat für elektrische Wellen. Patentirt im Deutschen Reiche vom 31. Mai 1899 ab.
9. Marx Erich von. Über Antikohärer // *Physikalische Zeitschrift*. 26 Januar 1901. No. 17. S. 249–253.
10. Elaine Robert Gordon. *Aetheric or Wireless Telegraphy*. London. 1905. Biggs and sons, 139–140, Salisbury Court, E. G. P. 97–98.
11. Гурвич Л. Г. Новые исследования в области беспроволочной телеграфии // *Электричество*. Сентябрь 1901. № 17—18. С. 251.
12. Elaine Robert Gordon. *Aetheric or Wireless Telegraphy*. London. 1905. Biggs and sons, 139–140, Salisbury Court, E. G. P. 98–99.
13. Forest L. de. & Smythe E. H. *Wireless Telegraphy*. Patent US716203. Patented Dec. 16, 1902. Application filed Sept. 1, 1900.
14. Johnson W. S. & Fortier C. L. *Electric wave telegraph*. Patent US664869. Patented Jan. 1, 1901. Application filed Feb. 16, 1900.
15. Hijiya James A. *Lee de Forest and the fatherhood of radio*. London and Toronto. Lehigh University Press. 1992. 182 p.
16. Freeman C. E. *Apparatus for utilizing electrical oscillations for signaling purposes*. Patent US773069. Patented Oct. 25, 1904. Application filed Jan. 14, 1901.
17. *A New System of Space Telegraphy* // *Western Electrician*. July 27, 1901. Vol. 29, No. 4. P. 49–50.
18. Lee de Forest. *Electrolytic Receivers in Wireless Telegraphy* // *Journal of the Franklin Institute*. October 1904. Vol. 158, No. 4. P. 241–261.
19. Forest L. De & Smythe E. H. *Apparatus for communicating signals through space*. Patent US716000. Patented Dec. 16, 1902. Application filed July 5, 1901.
20. *Wireless Telegraphy That Sends No Messages Except By Wire* // *New York Herald*, October 28, 1901. P. 4.
21. *Cuss Words in the Wireless* // *New York Sun*, August 27, 1903. P. 1.
22. Fayant Frank. *The Wireless Telegraph Bubble* // *Success magazine*. June 1907. Vol. 10. Number 157. P. 387–389, 450, 451.
23. Russell K. M., Bishop C. O. *Understanding Ivy Lee's declaration of principles : U.S. newspaper and magazine coverage of publicity and press a gentry, 1865–1904* // *Public Relations Review*, 2009. No. 35. P. 91–101.
24. *The De Forest–Smythe Wireless Telegraph System* // *Electrical World and Engineer*. July 26, 1902. P. 145–146.
25. Forest de Lee. *Father of Radio. The Autobiography*. 1st edition. Chicago. Wilcox & Follett Co., 1950. P. 135.
26. Dolkart Leo. *Experiments in wireless telegraphy*. College of engineering University of Illinois. Presented June 1903. P. 36.
27. *The Perham Collection of Early Electronics at History San José*.
URL: [http://perhamcollection.historysanjose.org/de-forest-responder-electrolytic-detector/\(04.02.2021\)](http://perhamcollection.historysanjose.org/de-forest-responder-electrolytic-detector/(04.02.2021)).
28. *English Test of De Forest Wireless Telegraph System* // *Electrical World and Engineer*. New York, Saturday, January 2, 1904. Vol. 43, No. 1. P. 54–55.
29. Bartholomew (Bart) Lee. *De Forest Fails in Ireland and Wales in 1903, and then Makes a Deal at Sea* // *AWA Review*. 2012. Vol. 25. P. 155–160.
30. *The de Forest wireless telegraph system* // *The Electrician*, December 4, 1903. Vol. 52, No. 7. P. 240–242.

31. Forest Lee de. Concerning wireless telegraph transmitters // The Electrical Journal. November 27, 1903. Vol. 52, No. 8. P. 200–201.
32. The De Forest wireless tests across the Irish channel // Scientific American. January 16, 1904. Vol. 90, No. 3. P. 40.
33. Slattery Peter. Reporting the Russo-Japanese War, 1904-5 : Lionel James's first wireless transmissions to The Times. Folkestone, Kent United Kingdom : Global Oriental Ltd. 2004. 144 p.
34. Bartholomew Lee. Wireless – its Evolution from Mysterious Wonder to Weapon of War, 1902 to 1905 // The AWA Review. 2012. Vol. 25. P. 160–182.
35. Neapel Engen. Die drahtlose Telegraphie. Berlin. Verlag von Julius Springer. 1905. P. 60–66.
36. Duddell W. The St. Louis International Electrical Congress // Nature. October 27, 1904. No. 1826. Vol. 70. P. 638–640.
37. Forest Lee De. Wireless Telegraph Receivers. Transactions of the International Electrical Congress St. Louis, 1904 in three volumes. Volume III. J. B. Lyon company printers and binders Albany, N. V. 1905. P. 573–594.
38. Forest Lee de. Electrolytic receivers in wireless telegraphy // The Electrician, November 4, 1904. Vol. 53, No. 3. P. 94–98.

Информация об авторе

Пестриков Виктор Михайлович, д. т. н., профессор Санкт-Петербургского государственного института кино и телевидения, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация. ORCID 0000-0003-0466-881X.

Information about the author

Viktor M. Pestrikov, Dr. Tech. Sc., Professor, St. Petersburg State University of Film and Television, St. Petersburg, Russian Federation. ORCID 0000-0003-0466-881X.