

УДК 621.37-621.39(091)

## **Развитие однокаскадных аудионных технологий и патентные разбирательства**

Пестриков В. М.

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

Получено: 2 октября 2021 г.

Отрецензировано: 21 ноября 2021 г.

Принято к публикации: 22 ноября 2021 г.

**Аннотация:** *Рассмотрены конструкции первых аудионов и технологии по улучшению их конструктивных и электрических характеристик. Отмечены коммерческие особенности реализации аудионов. Представлено производство коммерческих радиоприемников на одном аудионе и некоторые схемные решения этих устройств, а также их маркетинг. Исследована ситуация вокруг аудиона перед судебными исками к De Forest Radio Telephone & Telegraph Company. Подробно показаны патентные разбирательства между Marconi Wireless Telegraph Company of America и De Forest Radio Telephone & Telegraph Company.*

**Ключевые слова:** *Ли де Форест, трехэлектродный аудион, маркетинг аудионов, патентные споры, De Forest Radio Telephone & Telegraph Company, Marconi Wireless Telegraph Company of America.*

**Для цитирования (ГОСТ 7.0.5—2008):** Пестриков В. М. Развитие однокаскадных аудионных технологий и патентные разбирательства // *Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии*. 2021. Т. 4, № 3. С. 218—274.

**Для цитирования (ГОСТ 7.0.100—2018):** Пестриков, В. М. Развитие однокаскадных аудионных технологий и патентные разбирательства / В. М. Пестриков // *Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии*. — 2021. — Т. 4, № 3. — С. 218—274.

# Development of Single-Stage Audion Technology and Patent Litigation

V. M. Pestrikov

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

Received: October 2, 2021

Peer-reviewed: November 21, 2021

Accepted: November 22, 2021

**Abstract:** *The designs of the first audions and technologies to improve their design and electrical characteristics are considered. The commercial features of the implementation of audions are noted. The production of commercial radio receivers on one audion and some circuit solutions of these devices, as well as their marketing are presented. The situation around the audion before the lawsuits against the De Forest Radio Telephone & Telegraph Company was investigated. The patent litigation between the Marconi Wireless Telegraph Company of America and the De Forest Radio Telephone & Telegraph Company is shown in detail.*

**Keywords:** *Lee de Forest, three-electrode audion, audion marketing, patent litigation, De Forest Radio Telephone & Telegraph Company, Marconi Wireless Telegraph Company of America.*

**For citation (IEEE):** V. M. Pestrikov “Development of Single-Stage Audion Technology and Patent Litigation,” *Infocommunications and Radio Technologies*, vol. 4, no. 3, pp. 218–274, 2021. (In Russ.).

## 1. Введение

Данная статья продолжает историческую хронологию, изложенную в работах [1, 2], от зарождения до продвижения радиоламповых технологий на рынке услуг в начале 20 века. В статье [1] подробно представлены описания экспериментов американского радиотехника Ли де Фореста и его методы научно-технического познания, которые привели к изобретению вакуумной трехэлектродной лампы с небольшим содержанием газа (аудиона). На этом пути де Форест сконструировал и запатентовал двухэлектродную электронную лампу, похожую на вентиль Дж. А. Флеминга, что стало предметом длительного спора между учеными о приоритете изобретения вакуумного диода.

В статье [2] этого цикла исследована история создания Ли де Форестом инновационной системы беспроводного телефона, в которой для приема был использован аудиона, а в передатчике — конденсатор Мосцицкого. Эта разработка позволила де Форесту провести первые эксперименты в области радиовещания. Его радиотрансляция 13 января 1910 г. ознаменовала начало века радиовещания.

В настоящей статье рассмотрено мелкосерийное производство первых конструкций аудионов-детекторов и их коммерческая реализация. Приводятся конструктивные и электрические характеристик различных типов аудионов, которые позволяют оценить их параметры с сегодняшней точки зрения и сравнить их с современными вакуумными триодами. Продвижение трехэлектродного аудиона на радиорынке услуг вызвало противодействие со стороны конкурентов, в частности, компании *Marconi*. Эта конкурентная борьба вылилась в судебные патентные разбирательства между компаниями, которые далее описаны подробно, с привлечением архивных материалов того периода времени.

Де Форест, как ни странно, не придавал должного внимания технологии изготовления аудиона. Производитель аудионов МакКэндлесс использовал различные материалы при их изготовлении, что приводило к большим конструктивным различиям как в размерах, так и в устройстве производимой продукции. Несмотря на то, что трехэлектродный аудион был изобретен Ли де Форестом в 1906 г., десять лет спустя качество ламп, производимых его компанией, все еще оставляло желать лучшего, так как по-прежнему наблюдался большой разброс их основных электрических параметров. Тестировать и оценивать аудионы приходилось индивидуально и «очень редко бывало, чтобы две лампы имели абсолютно одинаковые параметры»<sup>1</sup>. Оглядываясь назад, можно сказать, что в целом де Форест не очень хорошо понимал, как работает его изобретение. В частности, он верил в то, что в лампах необходим остаточный газ, а слишком высокий вакуум представляет опасность. Более поздние исследования, как известно, показали, что потоки электронов, которые функционируют в аудионе, обычно лучше всего работают в условиях высокого вакуума. В связи с этим более поздние аудионные лампы были намного более вакуумированными и, следовательно, более стабильными и надежными [4]<sup>2</sup>.

Появившийся на рынке беспроводной телеграфии ламповый трехэлектродный аудион сначала не представлял собой конкуренции другим

---

<sup>1</sup> Cole A. V. Practical pointers on the audion // QST. 1916. No. 3. P. 41–44.

<sup>2</sup> Пестриков В. М. Эволюция радиоламповых систем передачи информации : монография. Санкт-Петербург : СПбГИКиТ, 2018. 151 с.

видам детекторов. К 1912 г., благодаря кипучей деятельности де Фореста, направленной на его внедрение в различные технические отрасли, аудион стал заметным радиокомпонентом. Это привело де Фореста и его компанию к конфликту интересов в бизнесе радиотехнической отрасли, в частности, с компанией *Marconi Wireless Telegraph Company of America*. Этот конфликт интересов разрешился только после 29 лет судебных разбирательств.

## 2. Особенности конструкций аудионов

Ранние конструкции аудионов имели одну сетку и один анод (*single wing*). В первых коммерческих аудионах анод изготовлялся в виде узкой тонкой никелированной пластины или из платины, которая располагалась вблизи нити накала. Нить изготавливалась в виде двух петель из углерода, тантала или вольфрама. Танталовая нить была нестабильной, во время эксплуатации, как правило, деформировалась, и часто замыкалась на сетку. В некоторых образцах аудионов нить накала изготавливалась из чистого вольфрама, подобно электрическим лампочкам накаливания.

Между анодом и нитью накала была установлена сетка, выполненная из толстой проволоки, изогнутой в виде зигзага. Анод и сетка поддерживались на проводах, вплавленных в стекло колбы. Изготавливала эти аудионы для де Фореста все та же компания *H. W. McCandless & Company*.

Нить накала подключалась к резьбовому цоколю конструкции Эдисона, известного как канделябрный колпачок. Контакты сетки и анода присоединялись в верхней части баллона к проводам в шелковой изоляции. Стекланный баллон был выполнен в виде цилиндра высотой примерно  $3\frac{3}{4}$  дюйма (9,5 см), рис. 1.

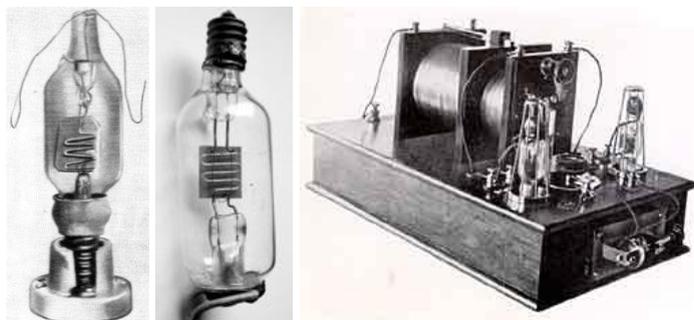


Рис. 1. Аудионы цилиндрической формы и радиоприемник на лампах этого типа. 1907 г.

Fig. 1. Cylindrical audions and a radio receiver on this type of tube. 1907

В 1908 г., по просьбе МакКэндлесса аудионы стали изготавливать сферической формы, рис. 2. Сферическая колба допускала менее трудоемкий монтаж деталей лампы. Для изготовления колб использовались автомобильные стеклянные фонари. Аудион сферической формы имел диаметр 48 мм, а высоту с цоколем — 90 мм.



Рис. 2. Аудион сферической формы с одной нитью накала. 1908 г.

Fig. 2. Spherical audion with one filament. 1908

С 1908 г. с целью увеличения срока службы аудиона в него стали устанавливать две нити накала [3]. Это позволяло продлить срок службы лампы, если перегорала одна из нитей, то использовалась вторая нить. В некоторых более поздних конструкциях аудионов, предназначенных для использования в усилителях большей мощности, обе нити работали одновременно в параллельном включении, рис. 3.

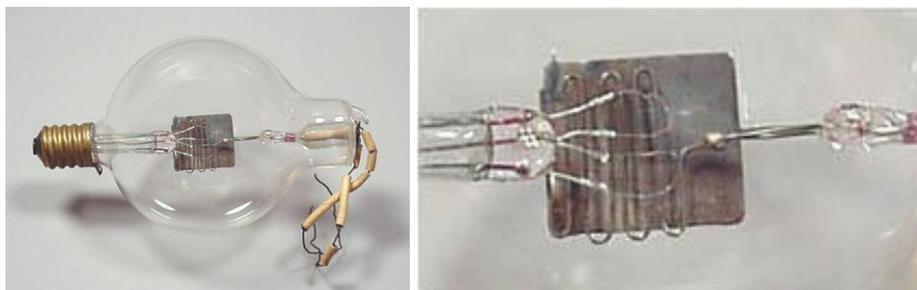


Рис. 3. Аудион сферической формы с двумя нитями накала в виде петель.

Fig. 3. Spherical audion with two filaments in the form of loops

В 1909 г. устройство аудиона несколько изменили, в нем появились соединенные параллельно два анода, а также соединенные параллельно две сетки, рис. 4.

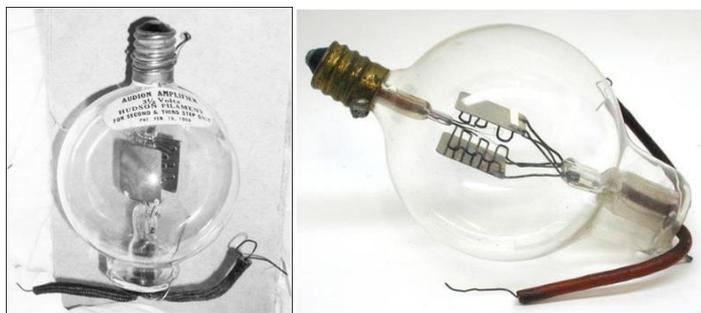


Рис. 4. Двойной аудион сферической формы конструкции де Фореста с двумя нитями накала и двумя анодами. 1909 г.

Fig. 4. DeForest Double-Wing Spherical Audion with two filaments and two anodes. 1909

Это было сделано с целью эффективного использования электронного потока, идущего от нити накала, и повышения коэффициента усиления аудиона табл. 1. Такой аудион получил название «двойной аудион» (*DeForest Double-wing Spherical Audion*).

Табл. 1. Основные характеристики двойного аудиона Ли де Фореста

Table 1. Basic characteristics DeForest Double-wing Spherical Audion

Характеристика аудиона	Значение
Напряжение нити накала (одна нить или параллельное соединение двух нитей)	4,0—4,5 В
Ток одной нити накала	1,0—1,1 А
Напряжение на аноде	~22 В
Анодный ток	меньше 1,0 мА
Напряжение на сетке	-0,15 В

Двойной аудион (*DeForest Double-wing Spherical Audion*) пользовался спросом и продавался по более высокой цене, чем одинарный аудион, табл. 2.

Табл. 2. Прайс-лист продаж аудионов за декабрь 1914 г.

Table 2. Price list of sales of audions for December 1914

Тип нити накала	Сорт качества	Материал нити накала	Цена
Type X Extra Sensitive (selected)	Особо чувствительная (отборная)	Тантал	\$5.00
Type S Regular Grade	Обычный сорт	Тантал	\$3.50
Type X Extra sensitive (selected)	Особо чувствительная (отборная)	нить Хадсона	\$7.50
Type S Regular grade	Обычный сорт	нить Хадсона	\$5.00

Дальнейшим усовершенствованием аудиона стало увеличение термоэлектронной эмиссии нити накала за счет использования для ее изготовления другого материала. Для этого углеродное волокно заменили на тантал, который позволял изготавливать нити накала методом штамповки. Внедрение этого материала в производство было сделано в несколько этапов. В начале МакКэндлесс попытался использовать танталовые нити накала от автомобильных ламп, рассчитанных на низкое напряжение (2 В). Для этого он получил из Германии электрическую лампу с нитью накала из тантала, рассчитанную на питание 110 В. Нить была разрезана на мелкие фрагменты с целью питать нить более низким напряжением. При креплении нити из тантала возникли проблемы, так как материал при нагреве иногда вступал в контакт с другими стержневыми элементами лампы, и, помимо этого, он был очень хрупким.

Примерно в это время (1912 г.) МакКэндлесс пытался изготавливать нити накала из вольфрама. Вольфрам, хотя и имел большую работу выхода электронов (4,52 эВ), чем тантал (4,07 эВ), обладал хорошей механической прочностью и длительным сроком службы. В связи с этим МакКэндлесс попытался совместить преимущества обоих материалов, обернув круглую проволочную вольфрамовую нить мелкими кусочками тантала. Такая композиция материалов работала довольно хорошо, но осуществить подобный технологический процесс было очень сложно.

Однажды в магазин МакКэндлесса зашел его постоянный покупатель аудионов доктор (PhD) Вальтер Хадсон (*Walter G. Hudson*). В беседе с ним МакКэндлесс поделился своими проблемами по конструированию нитей накала. В тот же день Хадсону пришла в голову идея измельчения тантала до порошка, который необходимо смешать со связующим, а затем этим пастообразным составом покрыть вольфрамовую нить. Это было одно из самых удачных практических предложений, направленных на улучшение работы аудиона. Новый тип нити накала для аудионов стал известен как «*Hudson filament*» (нить накала Хадсона) и использовался в течение многих лет де Форестом. Благодаря такой конструкции нить накала имела лучшую термоэлектронную эмиссию и отсутствие коробления танталовой проволоки.

После 1914 г. в аудионах нить накала стали изготавливать из вольфрама; они были более долговечными, чем из тантала. В процессе исследований было выявлено, что вольфрамовые нити накала обладают такими важными свойствами, как постоянство эмиссии при изменении рабочих условий и способностью противостоять бомбардировке положительных ионов, которые всегда, хотя бы в небольшом количестве, присутствуют в

лампах. Последнее обстоятельство оказалось весьма важным при высоких напряжениях между анодом и катодом.

Использование аудиона в коммерческой практике в течение многих лет после его появления в 1906 г. было ограничено. Предпочтение отдавалось карборундовому детектору. Это при том, что при приеме радиостанций аудион был на 50 % более эффективным, чем кристаллический детектор. В семи основных фундаментальных научно-технических монографиях по радиотехнике, опубликованных до 1914 г., общим объемом более 3000 страниц, аудиону было уделено менее одной страницы [4]!

Такая ситуация продолжалась до 1912 г. Лидирующие позиции трехэлектродная лампа аудион заняла после того, как был разработан усилительный каскад на аудионе и открыта обратная связь в ламповом усилительном каскаде.

### 3. Особенности эксплуатации аудионов

Аудионы стоили очень дорого, имели непривлекательный вид, большой разброс параметров и сложность в эксплуатации. В этот период времени лучше конструкций трехэлектродных ламп, кроме аудиона, не было, и с их недостатками приходилось мириться. Аудионы устанавливались в радиоустройствах цоколем вверх, чтобы при прогибе нити накала предотвратить ее замыкание на сетку или на анод.

Эксплуатация аудиона имела несколько особенностей, о которых говорилось в руководстве по его использованию [5]. Когда нить накала аудиона горит особенно ярко и через цепь наушников проходит ток критической величины, в лампе появляется синее свечение. Свечение указывало на то, что через пустое пространство лампы протекает слишком большой ток. Аудион в этом случае перестает работать. Его рабочее состояние можно было восстановить до чувствительного состояния, если уменьшить ток нити накала или снизить анодный ток, проходящий через цепь наушников. Эти процессы внутри лампы пользователи иногда называют «переливанием через край» (англ. *spilling over*). Аудион может «протекать» (англ. *spill over*), когда работает мощная станция рядом с принимаемой станцией. В такой ситуации от владельца приемника требовался большой опыт, чтобы правильно манипулировать аудионом, а наилучшие результаты могли быть получены только тогда, когда имелись практические навыки. Исходя из приведенного, аудион устанавливался на передней панели радиоустройства для того чтобы радиослушатель мог видеть, как горит нить накала, и при необходимости регулировать ее ток по яркости накала.

Аудион был довольно чувствительным детектором, однако в работе он вел себя нестабильно. Основной причиной этого была некачественная откачка, после которой в колбе оставалось значительное число молекул газа. Электронные лампы с содержанием остаточного газа, как известно, получили название «мягких» ламп. Ли де Форест считал, что наличие газа является необходимым условием для хорошей работы лампы.

На рис. 5 приведена анодная характеристика аудиона [6]. Из нее видно, что при определенном напряжении на аноде происходит быстрое увеличение анодного тока, которое связано с началом ионизации остаточного газа. Наличие гистерезиса также объясняется низким качеством вакуума. Из-за газового разряда чувствительность аудиона уменьшалась с течением времени, из-за чего приходилось перенастраивать режим его работы. При этом лампа иногда светилась ярким синим или фиолетовым цветом.

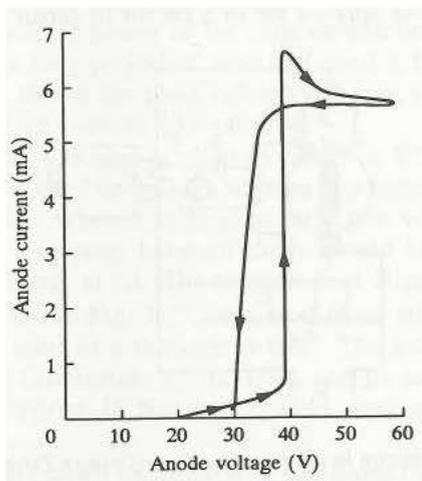


Рис. 5. Анодная характеристика аудиона [6].

Fig. 5. Anode characteristic of the audion [6]

Аудион, кроме плохой откачки воздуха, имел и другие недостатки. Конструктивное расположение электродов в нем было далеко неидеальным. Большая часть электронного потока в этой лампе попадала не на анод, а на стеклянный баллон, заряжая последний и уменьшая тем самым величину анодного тока. Управляющее влияние сетки было недостаточным. Из-за плохой откачки в баллоне лампы содержалось большое количество молекул газа. Молекулы газа подвергались интенсивной ионизации и в виде положительных ионов непрерывно бомбардировали нить накала, что оказывало на нее сильное разрушительное воздействие.

Из-за особенностей аудиона нельзя было повысить его усиление путем увеличения анодного напряжения, которое практически не могло пре-

вышать 50 В. При значительном анодном напряжении в лампе возникала интенсивная ионизация, быстро выводившая из строя ее электроды. Применение в схеме радиоприемника жестких ламп, в свою очередь, наталкивалось на новые трудности, заключающиеся в том, что вылетающие из нити накала электроны частично оседали на сетке, создавали на ней отрицательный потенциал и в конце концов запирали лампу. И если в мягких лампах этот отрицательный сеточный заряд снимался в результате бомбардировки сетки положительными ионами находившегося в лампе газа, то в лампах с высоким вакуумом это явление отсутствовало, и их дальнейшая эксплуатация становилась невозможной.

Последнюю трудность де Форесту удалось преодолеть путем соединения сетки с катодом большим (порядка 1 МОм) сопротивлением, служившим для отвода отрицательных зарядов и названным «сопротивлением утечки сетки» (англ. *grid-leak*).

#### 4. Производство и продажа аудионов

В 1909 г. компания де Фореста (*De Forest Radio Telephone Company*) выпустила для рынка первую коммерческую трехэлектродную вакуумную лампу (*Audion*) для детектирования и усиления беспроводного электрического сигнала. Эта лампа имела хорошую нить накала и оригинальную этикетку на стеклянной колбе, рис. 6 [7]. На этикетке была надпись: «Запатентована 18 февраля 1908 г.». Покупка нового аудиона осуществлялась взамен вышедшего из строя, и только при условии возвращения сгоревшего аудиона.



Рис. 6. Первая коммерческая трехэлектродная вакуумная лампа *Audion* и ее реклама в журнале «*Modern-Electrics*» 1909 г. [8]

Fig. 6. Audion's first commercial three-electrode vacuum tube and its advertisement in *Modern-Electrics* magazine in 1909 [8]

Производством аудионов занимался старый знакомый Ли де Фореста — Генри МакКэндлесс из Нью-Йорка, а их продажей с 1911 по 1913 гг. —

Хьюго Гернсбек (*Hugo Gernsback*, 16.08.1884—19.08.1967). Его компания *Electro Importing Company* (Нью-Йорк) продавала по каталогу общедоступные приемо-передающие наборы *Telimco Wireless Telegraph Outfits* (название *Telimco* было аббревиатурой названия компании — *The Electro Importing Company*), специально предназначенные для радиолюбителей, рис. 7. Набор помимо радиодеталей содержал статьи по теории радиотехники и руководство, как самому построить радиоустройство. Это оказалось настолько успешным бизнесом, что в 1908 г. электрический каталог *Electric Import Company* стал первым журналом, посвященным радио и электронике, под названием «*Modern Electrics*» (выходил в 1908—1913 гг.). Девизом журнала было «*The Electrical Magazine for Everybody*» (Электрический журнал для всех).



#### WIRELESS TELEGRAPH

The "Telimco" Complete Outfit, comprising 1 inch Spark Coil, Strap Key, Sender, Sensitive Relay, Coherer, with Automatic Decoherer and Sounder, 4 Ex. Strong Dry Cells, all necessary wiring, including send and catch wires, with full instructions and diagrams, \$8.50. Guaranteed to work up to one mile. Send for Illust. Pamphlet & 64-page catalogue.  
**ELECTRO IMPORTING CO., 32 Park Place, New York**

Рис. 7. Хьюго Гернсбек (*Hugo Gernsback*) и реклама *Telimco Wireless Telegraph Outfits*, опубликованная в журнале *Scientific American* 25 ноября 1905 г. [9].

Fig. 7. Hugo Gernsback and an advertisement for *Telimco Wireless Telegraph Outfits* published in *Scientific American* on November 25, 1905. [9]

Хьюго Гернсбек не просто продавал лампы, как их тогда называли. Электронные изделия были представлены в оригинальной упаковке. Лампа устанавливалась в гнездо, которое крепилось к изоляционной плите. К клеммам на плате подводились провода от электродов лампы, рис. 8. Баллон лампы представлял собой стеклянный шар диаметром 48 мм, а ее высота с цоколем составляла около 90 мм. Такая полная ламповая сборка в то время стоила \$500. Это были ранние конструкции аудионов, которые использовались в радиоприемниках в качестве детектора. И только в 1912 г. де Форест продемонстрировал аудион для усиления электрического сигнала. Потребовалось еще нескольких лет исследований *Western Electric Co.* и другим компаниям, чтобы превратить «мягкий» аудион в вакуумный триод с высоким вакуумом.



Рис. 8. Набор для самостоятельной сборки аудиона компании *Electro Importing Co.* 1911 г.

Fig. 8. A set for self-assembly of an audion by *Electro Importing Co.* 1911

Рекорды продаж *Electro Importing Co.* Аудионов, произведенных компанией МакКэндлесс, составил: в 1911 г. — 104 шт., в 1912 г. — 156 шт. и в 1913 г. — 211 шт. МакКэндлесс в это же время изготовлял аудионы и для компании де Фореста.

Наличие на рынке различных конструкций аудионов позволило наладить выпуск коммерческих конструкций радиоприемников как законченных конструкций, так и наборов для их самостоятельного изготовления.

Один из первых радиоприемников был собран по схеме, приведенной де Форестом в его патенте US879532A от 18 февраля 1908 г. Схема работала в режиме анодного детектирования. Поступавшие из антенной цепи на сетку радиосигналы, продетектированные лампой, прослушивались в телефоне. Схема была далеко не совершенной и обладала, с современной точки зрения, множеством дефектов. К главнейшим из них можно было отнести отсутствие правильно выбранного режима работы лампы и слабое усиление, происшедшее оттого, что нужное смещение на сетку не подавалось и рабочий участок ламповой характеристики оказывался выбранным случайно. Батарея анода и телефонные трубки дополнительными емкостями не шунтировались, и на этих элементах создавалось напряжение высокой частоты, снижавшее усиление. Попытки использовать эту схему для последующего усиления продетектированных сигналов также не приносили желаемого результата.

## 5. Производство коммерческих радиоприемников на аудионе

Одной из первых компаний, выпустивших для продажи в США приемники на аудионе, была *Wallace & Co.* из Нью-Йорка. Компания *Wallace & Co.* была основана Полем Уоллесом (*Paul E. Wallace*) и его компаньоном Мерритт Мошером (*Merritt D. Mosher*). В приемниках *Wallace*

*Valve Detector*, появившихся в 1911 г., использовался аудион в форме стеклянной трубки с одной анодной пластиной (*Tubular-Single-Plate*), рис. 9.



#### ANOTHER OPPORTUNITY



#### TO PROCURE A Wallace Valve Detector AT Special Bargain Price

For the benefit of those who wished to avail themselves of the REDUCED PRICE of \$12 or \$17, with 4-40 storage battery; but who were not yet prepared to send in the money; we have extended our offer in the July issue to Sept. 15th.  
POSITIVELY NO ORDERS filled at the REDUCED PRICE after Sept. 15th.  
Folder for 2 cent stamp. (No postage.)  
**WALLACE & CO.**  
59 FIFTH AVENUE New York

Рис. 9. Общий вид радиоприемника Wallace Valve Detector, аудион Tubular-Single-Plate (1911 г.). Вид радиоприемника без аудиона. Реклама радиоприемника Wallace в журнале *Modern Electrics* 1913 г. [10]

Fig. 9. General view of the Wallace Valve Detector radio, Audion Tubular-Single-Plate (1911). View of a radio receiver without audion. Wallace radio advertisement in *Modern Electrics* magazine 1913 [10]

В декабре 1913 г. Ли де Форест организовал *Radio Telephone & Telegraph Company*, но через 10 месяцев, 3 октября 1914 г., он изменил ее название и компания стала *De Forest Radio Telephone & Telegraph Company*. Под последним названием компания проработала до 1924 г., после чего стала называться *De Forest Radio Co.*

В конце 1913 г. *Radio Telephone & Telegraph Co.* выпустила свой первый коммерческий радиоприемник *RJ4* в виде конструктора «сделай сам», который представлял собой комплект с трехэлектродной лампой «аудион». Аудион использовался в качестве детектора вместо более распространенного в то время кристаллического детектора. Буквы *RJ* расшифровывались как *Radio Junior*. Первые лампы, проданные с *RJ4 Detector*, были сферическими и содержали двойные подковообразные нити накала, одну сетку и анод в виде одной металлической пластины типа “wing” (крыло).

Набор предназначался для радиолюбителей, а также для экспериментальных исследований. Это была копия подобного радиоприемника компании *Wallace & Co.*, которая к этому моменту перестала существовать.

Набор *RJ4* не был полноценным приемником, а представлял собой деревянный ящик, в котором размещались батареи *A&B* для аудиона и переключатель с контактами для подключения необходимого напряжения от гальванической батареи.

В этой ранней конструкции приемного радиоустройства *RJ4* на аудионе для подбора напряжения на его управляющей сетке использовался трехпозиционный переключатель, который подключался к анодной батарее. Позже, в усовершенствованной конструкции *RJ4*, для этих целей использовался уже переключатель на 5 положений. Еще более поздняя версия этого приемника *RJ4* содержала еще один переключатель на пять положений для регулировки высокого напряжения на аноде лампы.

На передней части корпуса устанавливался аудион ранней конструкции либо трубчатый аудион, а позже — сферический аудион. Корпус и трехэлектродная лампа продавались вместе. Внутри корпуса выходная лампа соединялась проводами с контактами антенны и наушников. Во второй версии *RJ4*, вышедшей в начале 1914 г., реостат нити накала был размещен справа от встроенного переключателя. Более поздняя версия имела гнездо для лампы сферического аудиона и получила название: «улучшенный тип *RJ4* детектора», рис. 10.

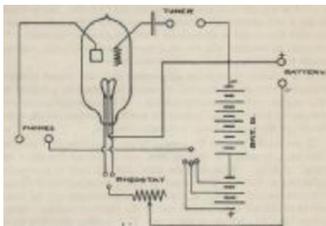


Рис.10. Общий вид конструктора для самостоятельной сборки детекторного радиоприемника типа *RJ4* на аудионе и его принципиальная схема. 1913 г.

Fig. 10. General view of the designer for self-assembly of the *RJ4* type detector radio receiver on audion and its schematic diagram. 1913

В 1914 г. завод *De Forest Radio Telephone & Telegraph Co.* выпустил первый коммерческий радиоприемник типа *RJ6* на одном *Audion De Forest*, рис. 11. В радиоприемнике аудион был установлен вершиной стеклянной колбы вниз. Это было сделано с целью не допустить провисания нити накала и предотвратить ее касание с управляющей сеткой лампы. Аудион одновременно выполнял функции детектора и усилителя радиосигнала.

Нужно отметить, что чувствительность приемного устройства *RJ6*, ввиду несовершенства конструкции вакуумного триода, сильно зависела от

величины приложенного анодного напряжения. Поэтому на передней панели приемника в верхней ее части посередине находился многопозиционный переключатель для корректировки анодного напряжения в пределах около 20—30 В. Другой переключатель, в нижней части приемника, использовался для установки требуемого тока нити накала при напряжении 4—6 В. Аккумуляторной батареи на 4 В и емкостью 40 А×ч обычно было достаточно для работы нити накала аудиона. Одной зарядки батареи хватало для питания нити накала в течение 100 часов. Справа на лицевой панели находилась большая шкала настройки с ручкой для поиска радиостанций в диапазоне от 200 до 1600 м. Для прослушивания радиостанций использовались наушники.

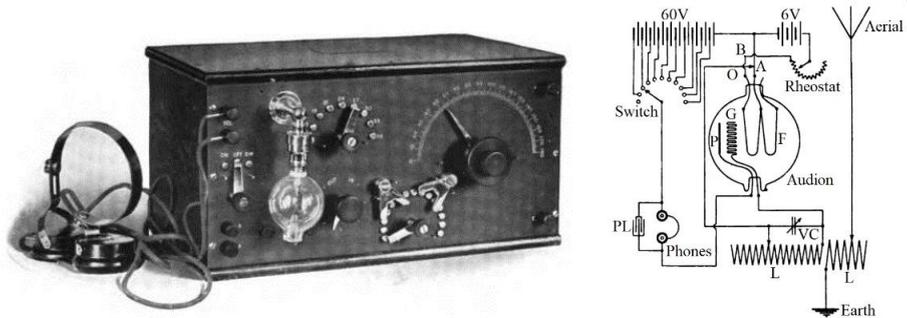


Рис. 11. Детекторный радиоприемник типа *RJ6* на аудионе и его принципиальная схема. 1914 г.

Fig. 11. A detector radio receiver of the *RJ6* type on Audion and its schematic diagram. 1914

Радиоприемник *De Forest Audion RJ6* стоил около \$20 в 1915 г., в сегодняшних деньгах его стоимость составила бы \$500! [7]. Это был лучший коммерческий приемник, произведенный в то время. Его дороговизна объясняется по-видимому тем, что он выпускался в небольшом количестве. Используемые в нем аудионные лампы требовали деликатного с ними обращения, были ненадежными и очень капризными в работе. Покупателями приемника *RJ6* были радиолюбители, экспериментаторы, сотрудники университетов и военные. Многие любители той эпохи использовали лампу *Audion* в самодельных регенеративных приемниках по схеме Армстронга.

В 1916 г. компания де Фореста с целью снижения стоимости устройства начала продажи сборок радиоприемника *RJ9* в виде панели без корпуса, рис. 12. Невзирая на это, приемник типа *RJ9* стоил \$28. Это было очень дорогое радиоприемное устройство. Все элементы управления этого приемника располагались на передней панели размером 33 × 12,7 см. Для изготовления панели использовался материал из красного дерева. Все металлические части приемника имели покрытие из латуни.

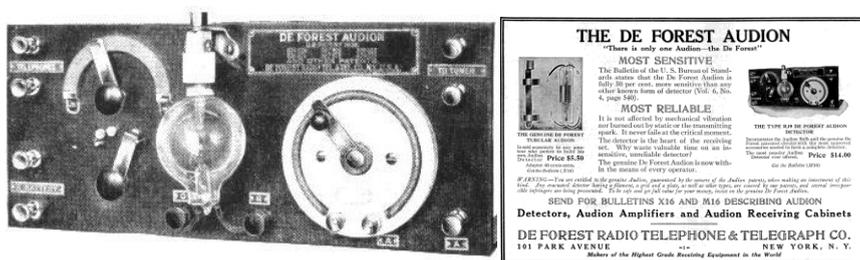


Рис. 12. Детекторный радиоприемник типа *RJ9* на аудионе (1916 г.) и реклама вакуумной лампы *Audion* в журнале *The Electrical Experimenter*. 1916 г. [11].

Fig. 12. A detector radio of the *RJ9* type on the Audion (1916) and an advertisement for the Audion vacuum tube in *The Electrical Experimenter* magazine. 1916 [11]

Лицензия на продажу радиоприемника *RJ9* была зарегистрирована только для любительского и частного использования. К этому времени Ли де Форест продал патентные права на аудион для использования его в коммерческих радиоприемниках на территории США. Тем не менее, компания де Фореста сохранила за собой право на продажу аудионов для некоммерческого использования, хотя изначально предполагалось ограничить их продажу для увеличения прибыли.

Продажа первых радиоприемников Ли де Фореста имела некоторые особенности. Покупатель должен был сначала купить блок, который включал вакуумную лампу *Audion* (анодное напряжение 50 В, напряжение накала катода 6 В), а потом уже детекторный приемник для аудиона типа *RJ9*, рис. 12. В рекламе вакуумной лампы *Audion* в августе 1916 г. [11] указано, что он может использоваться экспериментаторами-любителями, а также коммерческими компаниями для создания первых усилительных радиоприемников, рис. 12. Ко времени появления этой рекламы улучшенные версии трехэлектродной радиолампы продавались *General Electric* и другими производителями, благодаря усилиям де Фореста по рекламе особенностей своего продукта.

Приемники Ли де Фореста на одном аудионе работали удовлетворительно только в том случае, если удавалось с помощью регулировок подобрать требуемые напряжения на аноде, нити накала и смещение на сетке лампы. Со сложностью эксплуатации аудионных приемников приходилось мириться, так как тогда еще не было альтернативных устройств. Один каскад на аудионе не имел достаточной звуковой мощности, необходимой для подключения громкоговорителя, поэтому для прослушивания радиостанций использовались наушники.

Сначала вакуумный триод использовался в качестве детектора и усилителя, но в дальнейшем стал основой генераторов высокой частоты. На аудионах были сделаны первые усилители электрических токов. Благодаря аудионному усилителю удалось подключить к радиоприемнику громкоговоритель и слушать передачи целой аудитории, в то время как детекторный приемник позволял слушать на наушники и только при полной тишине.

## **6. Ситуация вокруг аудиона перед судебными исками к *De Forest Radio Telephone & Telegraph Company***

В 1897 г. итальянский радиотехник Гульельмо Маркони (*Guglielmo Giovanni Maria Marconi*, 26.04.1874—20.07.1937) вскоре после получения британского патента GB189612039 на свою беспроводную технологию основал в Лондоне компанию *Wireless Telegraph & Signal Company*, рис. 13. В целях расширения своей деятельности по всему миру был создан список дочерних компаний, обладающих региональными правами на патенты Г. Маркони. Компания *Marconi Wireless Telegraph Company of America* (сокращенно *MWTCA*, или обычно называемая *American Marconi*) была зарегистрирована в Нью-Джерси (*New Jersey*) 8 ноября 1899 г. как первая дочерняя компания. Этой компании было предоставлено «исключительное право использовать и эксплуатировать патенты Маркони в Соединенных Штатах Америки, на Гавайских островах, Филиппинских островах, Кубе, Пуэрто-Рико, Аляске и Алеутских островах». Сначала приоритетом компании была организация беспроводной связи между кораблями на море и с берегом.

По мнению руководителей компаний Маркони, они были единственными законными поставщиками радиосвязи, поскольку они утверждали, что все их конкуренты предоставляли услуги связи низкого качества, которые к тому же нарушали патенты Маркони. Следуя стандартной политике Маркони, до 1912 г. его компании не продавали оборудование, а сдавали в аренду, поставляя его только тем операторам, сотрудники которых лояльно относились к компании. Самым противоречивым правилом компании на раннем этапе было следование положению, согласно которому береговые и судовые станции Маркони, за исключением чрезвычайных ситуаций, отказывались общаться с судами, использующими радиооборудование, произведенное другими компаниями. Это нежелание связываться с другими системами радиосвязи в конечном итоге было запрещено.

После ухода из *United Wireless Telephone Co.* в 1907 г. де Форест остался владельцем патентов на аудион и создал новое предприятие *De*



Рис. 13. Гульельмо Маркони. Сертификат акций *Marconi Wireless Telegraph Company of America*. Беспроводная станция Маркони возле гостиницы, Белмар, Нью-Джерси (1914 г.).

Fig. 13. Guglielmo Marconi. Marconi Wireless Telegraph Company of America – Stock Certificate. Hotel at Marconi Wireless Station, Belmar, NJ (1914)

*Forest Radio Telephone Company*<sup>3</sup>. Основным конкурентом новой компании была компания *American Marconi*, которая не имела доступа к патентам де Фореста. У компании де Фореста не было достаточных средств, чтобы составить ей конкуренцию на рынке беспроводной телефонии. Более того, аудион был капризным, хрупким и дорогим устройством. Хотя в целом он считался наиболее чувствительным из доступных детекторов, но его иногда также рассматривали как лабораторную диковинку, непригодную ни для коммерческих, ни для промышленных целей.

В статье инженера *American Marconi* Элмера Бухера (*Elmer E. Bucher*) [12] отмечалось:

«Хотя клапан *Fleming* не так чувствителен, как *Audion*, то есть не позволяет получить такую же интенсивность сигналов, которую производит *Audion* в аналогичных условиях, — тем не менее его не так сложно отрегулировать, и он, по-видимому, имеет более длительный срок службы. Следовательно, с точки зрения коммерческой практики, клапан Флеминга является более предпочтительным из этих двух ламп». Ламповый усили-

<sup>3</sup> *De Forest Radio Telephone Co.* просуществовала до декабря 1913 г., потом была преобразована в *Radio Telephone & Telegraph Co.* Через 10 месяцев, 3 октября 1914 г., название компании изменили, и она стала называться *De Forest Radio Telephone & Telegraph Co.* Под последним названием компания проработала до 1924 г., после чего стала называться *De Forest Radio Co.*

тель, по мнению Элмера Бухера, является более или менее «лабораторным» устройством, представляющим значительный научный интерес. При этом он отметил, что коммерческое оборудование не должно быть загромождено подобными «лабораторными» приборами, так как аппарат должен обеспечивать простоту обращения, быструю настройку и защиту от потери чувствительности.

*American Marconi* не видела в аудионе угрозу для своего основного бизнеса и не считала его подходящим для коммерческой эксплуатации и поэтому не предпринимала никаких действий для защиты своих интересов в течение почти восьми лет после его изобретения.

*MWTC* была не единственной компанией, которая пренебрегала использованием аудиона в своих радиоустройствах. Даже в руководстве по беспроводной телеграфии для военно-морских электриков США, выпущенному в 1911 г., упоминается об аудионе как не основном детекторе для всех военных приемников [13]: «В настоящее время широко используются только два типа детекторов: кристаллические или выпрямительные детекторы и электролитические. Когереры и микрофоны практически устарели, и было установлено сравнительно немного магнитных и аудионных или клапанных детекторов. Все типы используемых детекторов являются самовосстанавливающимися. Вообще говоря, все они должны быть включены в разомкнутую цепь до подачи сигнала, чтобы уберечь их от поломок из-за наведенных потенциалов и токов».

К 1914 г. *American Marconi* начала замечать изменение ситуации вокруг аудиона, в частности, продвижение его на рынке услуг в области радиовещания и дальней проводной телефонной связи. Это заставило компанию Маркони действовать, и в середине 1914 г. она подала иск в суд на *De Forest Radio Telephone Company* за нарушение патента Флеминга. Судебный процесс против де Фореста, возможно, должен был стать естественной эволюцией в новой и агрессивной политике судебных исков против потенциальных нарушителей, инициированной Годфри Айзексом<sup>4</sup> (*Godfrey Charles Joseph Isaacs*, 22.07.1866—17.04.1925), когда он стал управляющим директором *British Marconi* в январе 1910 г., рис. 14.

До прихода Годфри Айзекса политика *British Marconi* была сформулирована его предшественником Катбертом Холлом (*Henry Cuthbert Hall*, 1879—1938) и представляла собой сочетание секретности, патентования, осторожного раскрытия экспериментальных результатов и отчетов об экс-

---

<sup>4</sup> Годфри Айзекс приумножил финансовое состояние компании и проработал управляющим директором дольше, чем кто-либо другой, более четырнадцати лет, пока в ноябре 1924 г. он был вынужден уйти в отставку из-за слабого здоровья.

периментальных площадках и деятельности. [14] Эта политика защищала компанию от судебных разбирательств в течение примерно десяти лет. Холл отдавал приоритет важности эксклюзивных контрактов с государством, а не стремлению к монополистическим режимам с помощью основных патентов [14, р. 99]. Он настаивал на том, что тесные отношения с Почтовым ведомством и британским военно-морским флотом обеспечат компании место как на британском рынке, так и в колониях. Это его видение разделял и Г. Маркони [15].

Сменивший К. Холла новый управляющий директор поставил во главу политики компании создание монополий посредством юридических действий по защите корпоративной интеллектуальной собственности. Именно под влиянием Годфри Айзекса первым действием *British Marconi* стала подача иска в суд Англии к *British Radio Telegraph and Telephone Company* за нарушение патента GB19007777A<sup>5</sup> [16], выданного *Marconi's Wireless Telegraph Company* 26 апреля 1901 г. В патенте была представлена система беспроводного телеграфа с элементами настройки на принимаемую частоту, в которой использовались контуры с переменной индуктивностью на передающей и приемной антеннах.

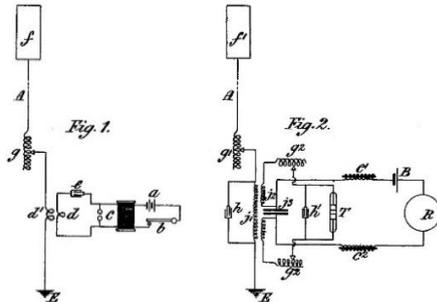
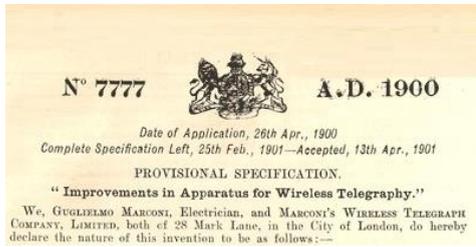


Рис. 14. Патент Маркони GB7777A. Принципиальная схема системы беспроводной телеграфии, приведенная в этом патенте. Гульемо Маркони и Годфри Айзекс.

Fig. 14. Marconi Patent GB7777A. A schematic diagram of a wireless telegraphy system shown in this patent. Gulemo Marconi and Godfrey Isaacs

<sup>5</sup> Американской версией патента GB7777 1904 г. является патент США № 763772, который был признан недействительным в знаменитом решении Верховного суда 1943 г.

Успешный исход этого судебного процесса побудил Маркони подать в суд на *United Wireless Telephone Co.* в США в 1911 г. за нарушение того же патента. У *United Wireless* не было защиты, и, ослабленная уголовным преследованием ключевых должностных лиц, она была вынуждена признать себя виновной. Активы *United Wireless* были поглощены *American Marconi* в 1912 г., что сделало ее крупнейшей беспроводной компанией в Америке.

Судебный процесс против Национальной электрической сигнальной компании (*National Electric Signal Company*, сокращенно *NESCO*) начался 3 мая 1912 г., за которым быстро последовал второй иск 23 мая 1912 г. Решение было вынесено 19 марта 1914 г., в котором законность патентов Маркони была подтверждена [17]. Маркони охарактеризовал это решение как «величайшую победу» (*sweeping victory*). Сообщая акционерам результаты этого судебного разбирательства на годовом собрании 20 апреля 1914 г., Маркони сделал следующее заявление: «Я могу заявить далее от имени директоров, что сейчас активно ведутся дела, чтобы привести всех нарушителей к условиям, которые будут отвечать наилучшим интересам акционеров этой компании». Поскольку в то время *De Forest Radio Telephone and Telegraph Company* была единственной значимой беспроводной компанией в Америке, то это заявление стало предвестником иска против де Фореста в конце 1914 г.

В 1913 г. Армстронг открыл схему регенеративного детектора, для которой требовался вакуумный триод типа аудиона. Использование регенеративного детектора позволило значительно повысить чувствительность приемника на одном аудионе при небольшом его усложнении и незначительных дополнительных денежных затратах. Радиолюбители начали собирать приемники по схеме Армстронга с использованием аудиона еще до выдачи самого патента 6 октября 1914 г. Этот факт был хорошо известен *American Marconi*. Об этом говорит собственная публикация Маркони о любительской станции, использующей схему Армстронга (рис. 15), для записи сигналов со станции Сейвилл (*Sayville*) в интересах правительства США в середине 1915 г. [18].

Для *American Marconi* стало очевидным, что компания может оказаться в очень невыгодном положении, если ее коммерческие конкуренты по беспроводной связи получают доступ к аудиону и цепи Армстронга. Предотвратить использование регенеративного приемника Армстронга конкурентами уже было бы достаточно веской причиной для того, чтобы *American Marconi* инициировала судебный иск против аудиона как важной составляющей части цепи Армстронга в то время.

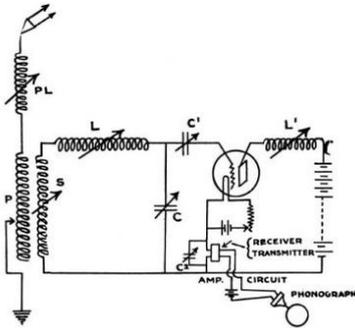


Рис. 15. Принципиальная схема регенеративного приемника Армстронга для записи сигналов со станции Сейвилле [18].

Fig. 15. Schematic diagram of Armstrong's regenerative receiver for recording signals from the Sayville station [18]

шения радиоприема, достигаемого с помощью использования различных аудионных схем.

В начале 1914 г. в статье, опубликованной в журнале *The Wireless Age* Элмер Бухер отметил [19], что может существенно увеличить эффективную дальность действия передатчика мощностью 2 кВт в море до 900 миль с двумя аудионами, один из которых действует как *детектор*, а другой как *усилитель звука*. Примерно в это же время компания *American Marconi* начала использовать аудион в своих коммерческих приемниках и при этом нарушила патенты де Фореста, что было позже признано ими в суде. Вполне возможно, что Маркони надеялся, что судебный процесс против де Фореста за нарушение патента Флеминга предоставит ему права на трехэлектродный аудион через переговоры о возмещении ущерба, причиненного восьмилетним нарушением прав, который мог оказаться значительным.

### **7. Marconi Wireless Telegraph Company of America против De Forest Radio Telephone & Telegraph Company**

Маркони после почти восьмилетнего затишья в отношении соответствующих патентных прав на аудион, решил лишить прав *De Forest Radio Telephone & Telegraph Company* по его использованию. Агрессивные действия Маркони начал летом 1914 г. с того, что нанял адвокатов из юриди-

К тому же судебный процесс мог быть косвенным результатом поглощения Маркони активов *United Wireless Telephone Co.*, в том числе ряда судовых станций беспроводной связи. Использование аудиона позволило бы значительно увеличить радиус действия многочисленных судовых станций, унаследованных Маркони от *United Wireless*, и, несомненно, уменьшило бы количество береговых станций, необходимых для связи с этими новыми станциями. В подтверждение этого предположения следует отметить, что вскоре после приобретения активов *United Wireless* компания *American Marconi* отправил своего сотрудника Элмера Бухера в море для количественной оценки улуч-

ческой конторы *Sheffield & Betts* и отправил их к руководству *De Forest Radio Telephone & Telegraph Co.* Адвокаты предложили компании де Фореста предоставить компании Маркони неограниченную лицензию по патентам аудиона в обмен на лицензию по патенту Флеминга на клапан. Предложенное соглашение о перекрестном лицензировании указывало на то, что Маркони был больше заинтересован в получении прав на использование аудиона, и его мало беспокоила конкуренция со стороны *De Forest* с его аудионом в коммерческих разработках или государственных контрактах. Это не особенно удивляет, поскольку большая часть бизнеса де Фореста заключалась именно в продаже аудионов как компонентов детектора или приемника, в то время как большая часть бизнеса Маркони заключалась в аренде и эксплуатации коммерческих каналов связи, а не в продаже радиоламп или оборудования.

Компания Маркони вскоре после отвергнутого предложения о перекрестном лицензировании подала первый иск к компании де Фореста в Федеральный суд Южного округа Нью-Йорка<sup>6</sup> (*District Court, S. D. New York*). Иск касался нарушения патентов Маркони US763772 и Лоджа US609154 для беспроводного телеграфного аппарата. В нем были претензии не только к компании де Фореста, но и к компании *Standard Oil* из Нью-Йорка. Компания де Фореста поставила беспроводную аппаратуру для морских судов компании *Standard Oil*, которая содержала цепи селекции сигнала в приемнике и передатчике. Эти цепи были построены по схемам, приведенным в патентах Маркони (рис. 14) и Лоджа, что и стало поводом для подачи судебного иска компанией Маркони. Рассмотрение иска состоялось 12 ноября 1914 г. Заслушав истца и ответчика, окружной судья Хаф (*Hough*) [20] сказал: «Мне кажется, что было бы (в известных случаях) уместно дать здесь предварительный судебный запрет только на том основании, что аппаратура, продаваемая и используемая ответчиками, способна нарушить авторские права, в частности, при обычном использовании операторами она может быть настроена таким образом, что произойдет нарушение». В результате ходатайства компании Маркони о предварительном судебном запрете было удовлетворено. После этого де Форест быстро подал апелляцию, которая 12 мая 1915 г. была отклонена судьей П. Курином (*P. Curiam*): «Мы не считаем необходимым добавлять что-

---

<sup>6</sup> Федеральный окружной суд Южного округа Нью-Йорка (англ. *United States District Court for the Southern District of New York, S.D.N.Y.*) — федеральный окружной суд США, рассматривающий по первой инстанции дела в южном судебном округе штата Нью-Йорк. Будучи в числе первых созданных федеральных судов, Федеральный окружной суд Южного округа Нью-Йорка считается одним из старейших и самых значимых окружных судов страны.

либо к обсуждению на данном этапе дела. С учетом имеющихся фактов, судья Хаф совершенно правильно удовлетворил предварительный судебный запрет» [20, р. 273]. Суд оставил в силе решение о возмещении де Форестом финансового ущерба компании Маркони из-за неправомерного использования ее американских патентов US763772 и US609154.

Маркони, узнав об удачных сделках де Фореста по маркетингу аудиона, решил подать очередной судебный иск к компании *De Forest Radio Telephone & Telegraph Company* и Ли де Форесту в нарушении патента Флеминга US803684 по двум пунктам. Заседание Федерального суда Южного округа Нью-Йорка по рассмотрению иска Маркони и встречных исков де Фореста состоялось 20 сентября 1916 г. [21].

### 8. Судебные разбирательства между *Marconi Wireless Telegraph Company of America* и *De Forest Radio Telephone & Telegraph Company*

По словам правительственного аналитика Патентного отдела ВМС США Карла А. Ричмонда (*Carl A. Richmond*) и Маркони, и де Форест быстро согласились с тем, что схема де Фореста потенциально нарушающая авторские права, имеет вид, показанный на рис. 16. Согласно запискам Маркони, эта схема соответствовала той, которую де Форест продавал с его приемниками и блоками управления на аудионах.

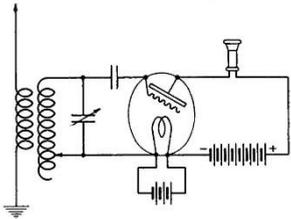


Рис. 16. Маркони утверждал, что трехэлектродный аудион де Фореста с сеткой нарушал права на клапан Флеминга, когда он использовал аудион в качестве детектора в конфигурации, показанной здесь.

Fig. 16. Marconi argued that de Forest's three-electrode Audion with grid violated the Fleming valve when he used the Audion as a detector in the configuration shown here

Претензии по нарушению патентных прав, поданные истцом *American Marconi* как против де Фореста как физического лица, так и против его компании, были относительно простыми — нарушение пунктов 1 и 37 патента Флеминга US803684 со стороны аудиона при использовании его в качестве детектора [21, р. 950—951]:

«1. Комбинация вакуумного сосуда, двух проводников, расположенных рядом, но не соприкасающихся друг с другом в сосуде, средства для нагрева одного из проводников и цепи вне сосуда, соединяющей два проводника.

37. На приемной станции в системе беспроводной телеграфии, использующей электрические колебания высокой частоты, детектор содержит вакуумный сосуд, два проводника, расположенных рядом, но не прикасающихся друг с другом в сосуде, средство для нагрева одного из проводников, цепь снаружи сосуда, соединяющую два проводника, средство обнаружения, постоянный ток в цепи и средство для воздействия на цепь принятых колебаний».

Де Форест отверг все обвинения в нарушении прав, и, чтобы противостоять нападению Маркони, ответил встречным иском, который позже апелляционный судья охарактеризовал как «практически отдельное действие». Судебный процесс набирал обороты, пути назад уже были отрезаны, а о переговорах никто не помышлял.

## 9. Апелляция *De Forest Radio Telephone & Telegraph Company*

*De Forest Radio Telephone & Telegraph Company* без особых трудностей обнаружила, что трехэлектродный аудион широко, но тайно, используется в сверхчувствительных приемниках на различных важных станциях Маркони. После этого де Форест быстро подал встречный иск к компании Маркони, утверждая, что клапан Флеминга нарушает девять его патентов.

В начале судебного разбирательства адвокаты Маркони признали законность иска и судебное решение в соответствии с патентами на трехэлектродный аудион, но, тем не менее, *American Marconi* продолжала их производить и использовать. Маркони признал решение по некоторым претензиям двух патентов на трехэлектродный аудион де Фореста (US841387 и US879532), а де Форест отказался от выдачи патента на двухэлектродный аудион US837901.

Из семи оставшихся патентов встречные иски, относящиеся к четырем патентам на детекторы пламени (US979275 и отдельные патенты US867876, US867877 и US867878), были гораздо более обширными, чем два патента на двухэлектродный аудион (US824637 и отдельный патент US836070) и один патент на трехэлектродный аудион (US841386), табл. 1.

Маркони признал правоту Фореста в отношении некоторых претензий в патентах на три электрода, и они были исключены из судебного разбирательства.

Особую озабоченность у Маркони должен был вызывать пункт 18 патента де Фореста US867876: «Устройство, реагирующее на колебания, содержащее емкость, два отдельных электрода, заключенных в указанную емкость, электрические средства, посредством которых газовая среда,

находящаяся между электродами, поддерживается в состоянии молекулярной и ионной активности и средства для создания электрических колебаний в указанной газовой среде».

Табл. 1. Патенты де Фореста, которые были нарушены компанией *American Marconi* [21, p. 943].

Table 1. De Forest's patents infringed by *American Marconi* [21, p. 943]

№	Номер патента и наименование	Пункты претензий в формуле изобретения	Дата приоритета и подача дополнительной заявки	Дата публикации
1.	US979275 «Устройство, реагирующее на колебания»	8,16,20,29,35	02.02.1905	20.12.1910
2.	US867876 «Устройство, реагирующее на колебания»	3,4,5,6,7,14,18	Первоначальная заявка 02.02.1905 Дополнительная заявка 04.04.1906	08.10.1907
3.	US867877 «Устройства обнаружения колебаний»	4	Первоначальная заявка 02.02.1905 Дополнительная заявка 12.06.1907	08.10.1907
4.	US867878 «Детектор колебаний»	2	Первоначальная заявка 02.02.1905 Дополнительная заявка 12.06.1907	08.10.1907
5.	US824637 «Устройство, реагирующее на колебания»	8	18.01.1906	26.06.1906
6.	US836070 «Устройство, реагирующее на колебания»	5,6,7,8	Первоначальная заявка 18.01.1906 Дополнительная заявка 19.05.1906	13.11.1906
7.	US841386 «Беспроводная телеграфия»	1,2,3,13,15,20,21	27.08.1906	15.01.1907

Встречные иски, относящиеся к более поздним патентам де Фореста US824637, US836070 и US841386, были по большей части ограничены использованием Маркони клапана Флеминга в цепи с внешней батареей «В» между электродами, чего не было в патенте Флеминга. Схема с клапаном Флеминга, использованная Маркони, который, как утверждал де Форест, нарушала его патенты, представлена на рис. 17. Эта схема использовалась в приемниках с клапаном Флеминга, которые стали обычным оборудованием на большинстве важных наземных станций Маркони и которые также устанавливались, начиная с 1912 г., на трансатлантических пароходах [19].

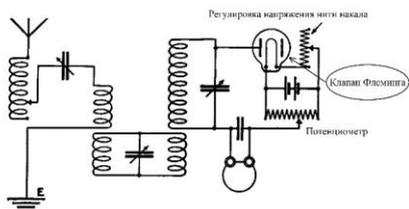


Рис. 17. Де Форест утверждал, что Маркони нарушал права на аудион де Фореста, когда он использовал клапан Флеминга в показанной здесь конфигурации.

Fig. 17. De Forest argued that Marconi violated de Forest's Audion rights when he used the Fleming valve in the configuration shown here

*American Marconi Co.* была явно обеспокоена содержанием патента Флеминга US803684 из-за его чрезмерно широких притязаний, которые

включали не только выпрямление радиочастот, что было реальной сущностью и целью изобретения, но также выпрямление низких частот, что дублировало текст, содержащийся в оригинальном патенте Эдисона.

В попытке исправить эту ситуацию *American Marconi Co.* подала заявление об отказе от ответственности в патентное ведомство до того, как началось испытание, чтобы ограничить область действия патента детектором радиочастотных волн следующим образом [22]:

«К комбинации элементов, изложенных в пунктах 1—6 включительно и 10—15 включительно соответственно указанного Патентного письма, за исключением случаев, когда они используются в связи с высокочастотными переменными электрическими токами или электрическими колебаниями, использующимися в передаче волн Герца, и к словам в спецификации: «будь то низкочастотны или» (*whether of low frequency or*) на странице 2, строки 32 и 33; «либо» (*either*), на странице 2, строка 98; и «или низкочастотные переменные токи» (*or low-frequency alternating currents of*) на странице 2, строки 98 и 99».

Сам судебный процесс длился очень долго и был беспрецедентным в истории науки и техники. Во время него был рассмотрен большой объем экспертных показаний и демонстраций различных конструкций аудионов по патентам де Фореста, которые специально для этого были изготовлены. Судья был возмущен «запутыванием экспертов, которые в некоторой степени запутались, так что можно было, выбрав замечания, сделанные экспертами с обеих сторон, достаточно убедительно выступить против этой стороны». Ключевой технический вопрос заключался в том, принципиально ли отличается принцип работы аудиона от принципа работы клапана Флеминга. Де Форест убеждал в том, что для аудиона требуется газ, который ионизируется при нагревании, тогда как клапан Флеминга нуждается только в вакуумном пространстве, через который электроны пролетают от накаливаемого излучателя на собирающую пластину — анод. Маркони настаивал на том, что принцип работы аудиона такой же, как у клапана Флеминга, и что он работает вопреки газу, а не благодаря ему.

Готовясь к судебному разбирательству, инженеры Маркони провели большое количество экспериментов, которые включали широкий спектр конфигураций и материалов нагреваемых электродов, солей для пламени, конфигураций вакуумных ламп, ламповых электродов и нитей накала, типов газов и уровней вакуума по патентам де Фореста. В феврале 1916 г. часть из этого материала была представлена Суду в виде довольно насыщенной демонстрации «аудионов пламени», двухэлектродных аудионов и трехэлектродных аудионов с внешней контрольной сет-

кой для доказательства своих утверждений о нарушениях патентов Маркони. Эти демонстрации, безусловно, повлияли на исход судебных решений и представляют даже сейчас большой интерес для специалистов беспроводных технологий и историков науки и техники, потому что они, по видимому, были единственными когда-либо реально произведенными для количественной оценки и прямого сравнения чувствительности многочисленных конфигураций аудиона. Во время демонстрации клапан Флеминга также сравнивали с чувствительным беспроводным кристаллическим детектором типа перикон (*perikon*) при тех же условиях, что и для аудионов Фореста. Результаты этих демонстраций никогда не регистрировались и не публиковались, но они задокументированы в стенограмме судебного разбирательства [22, р. 47].

Во всех случаях основной подход заключался в том, чтобы: 1) генерировать РЧ-сигнал с помощью схемы зуммера того типа, который используется для настройки кристаллического детектора в коммерческих приемниках, 2) передавать сигнал на входной настраиваемый колебательный контур части радиосхемы, которую можно настроить на частоту возбуждения, 3) подключить тестируемый детектор к клеммам, предусмотренными для этой цели, и количественно определить результирующий выпрямленный сигнал, появляющийся в наборе стандартных наушников параллельно с измерителем слышимости, и 4) при необходимости варьировать параметры для количественной оценки изменений чувствительности детектора.

Согласно показаниям главного инженера *American Marconi Co.* Роя Виганта (*Roy Alexander Weagant*, 29.03.1881—23.08.1942), самый громкий сигнал зуммера соответствовал очень сильному сигналу с уровнем, соответствующим типичному реально принимаемому сигналу от станции, удаленной на расстоянии около 200 миль при мощности ее передатчика больше 100 кВт.

## 10. Результаты тестов аудионов пламени по патенту US979275

Все конфигурации аудиона пламени, на которые распространялись действия патентов де Фореста, были определены по исходному патенту US979275. Тесты проводились на *Duane Street 57* в Нью-Йорке, магазине *Marconi Company*. Для Суда демонстрационные испытания были выполнены для аудионов пламени, приведенных в патенте US979275 Fig. 1, 3, 4, 5, кроме Fig. 2 и 6, рис. 18. Демонстрации не проводился в зале суда, так как отсутствовал источник газа для горелки Бунзена. Причину, по которой не тестировались конфигурации Fig. 2 и 6, озвучил Рой Вигант:

«Так как, я не смог придумать какой-либо способ построения устройства, а также не мог представить себе какое-либо расположение элементов, которое имело бы хоть малейшую возможность работать и поэтому я не стал это делать».

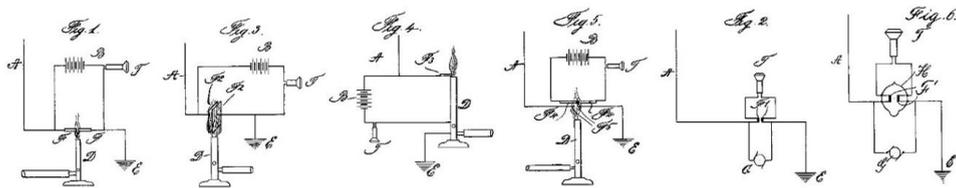


Рис. 18. Конструкции аудионов пламени из патента де Фореста US979275.

Fig. 18. Flame Audion designs from de Forest patent US979275

Вигант показал, что были проведены тесты, включающие очень большое количество вариаций параметров, и лучшие из результатов должны были быть представлены Суду. Варианты параметров включали: материалы электродов (медь, латунь, серебро и платина), размеры и геометрию электродов (от небольшого провода диаметром № 24 до большой пластины), расположение электродов, напряжение батареи (от 0 до 500 вольт) и тип соли, которая использовалась для увеличения проводимости пламени.

Результаты этих тестов для аудионов пламени можно резюмировать следующим образом:

1. Слышимость для всех конфигураций аудионов пламени без солей составляла приблизительно 1, то есть едва слышно, даже при самых сильных сигналах зуммера.

2. Слышимость может быть увеличена максимум до 10 с введением солей для увеличения проводимости газа.

3. На слышимость не влиял нагрев электродов до накала.

4. Слышимость была умеренно чувствительной к внешнему напряжению.

5. Максимальная слышимость для эталонного кристаллического детектора WSA (*Wireless Specialty Apparatus Company*), использующего ту же схему возбуждения, но без внешней батареи, составляла 1000. Согласно показаниям, Г. Пикарда<sup>7</sup> (*Greenleaf W. Pickard*), слышимость была бы в 2—4 раза выше, если бы для регулировки точки смещения использовалась батарея.

<sup>7</sup> Гринлиф Пикард в 1906 г. изобрел детектор на основе кристаллов кремния, так называемый *Perikon*, что означает *perfect Pickard contact* (идеальный контакт с Пикардом). Один из организаторов *Wireless Specialty Apparatus Company* в 1907 г. для производства детекторов *Pickards*.

Судом были сделаны два важных замечания по поводу результатов этих испытаний. Во-первых, чувствительность всех аудионов пламени была чрезвычайно низкой. Сигналы от бессолевого детектора пламени были на три порядка менее чувствительны, чем сигналы кристаллического детектора, и они были едва слышны — эксперты регистрировали «1» на измерителе слышимости, несмотря на сильный сигнал зуммера. Солевое пламя было чуть более чувствительным, самое большее в десять раз, но все же недостаточно чувствительное для использования в беспроводной системе. Сторона Маркони подчеркнула низкую чувствительность детекторов пламени, указав, что практически любой другой проводящий материал даст примерно те же близкие результаты. Затем Рой Вигант продемонстрировал, что, зажимая электроды пальцами, он может использовать их в качестве детектора радиочастотных сигналов, которые регистрируют ту же слышимость на измерителе, что и любой из аудионов пламени без добавления в него соли!

Во-вторых, было установлено, что чувствительность всех детекторов пламени абсолютно не зависит от того, были ли электроды нагреты до накала или нет. Этот момент, особо отмеченный судьей Майером, был важен, потому что клапан Флеминга требовал накаливания для работы, в то время как накаливание не вызывало никакого эффекта в работе аудионов пламени. В противоположность этому ламповый аудион требовал накаливания, что позволило предположить, что действие аудиона пламени в качестве детектора значительно отличается от работы лампового аудиона, что совершенно противоречит утверждению де Фореста.

Де Форест никогда не заявлял ни в одном из своих патентов на аудионы пламени, что для них требуется накал электродов, и, действительно, Вигант свидетельствовал, что электроды, показанные в патентах на аудионы пламени де Фореста, были слишком большими, чтобы их можно было нагреть до накала пламенем. Рой Вигант смог добиться накаливания только с помощью тонких платиновых электродов, которые не могли быстро отводить тепло, а также, в одном случае, когда небольшая платиновая чашка с солями была помещена в центр пламени. Несмотря на то, что нет никаких доказательств того, что де Форест когда-либо нагревал электроды аудиона пламени до накала, и в его патентах на эти аудионы нет упоминания о накале. К середине 1906 г. (вскоре после патента Флеминга, выданного 19 апреля 1905 г.), де Форест начал утверждать, что электроды в его предыдущем эксперименте были нагреты до накала [23].

## 11. Результаты тестов двухэлектродных аудионов по патенту US824637

Четыре из шести двухэлектродных конфигураций аудионов, представленных на Fig. 1, 2, 3, 4 исходного патента US824637 были использованы в тестах, проведенных сотрудниками *Marconi Company*, рис. 19.

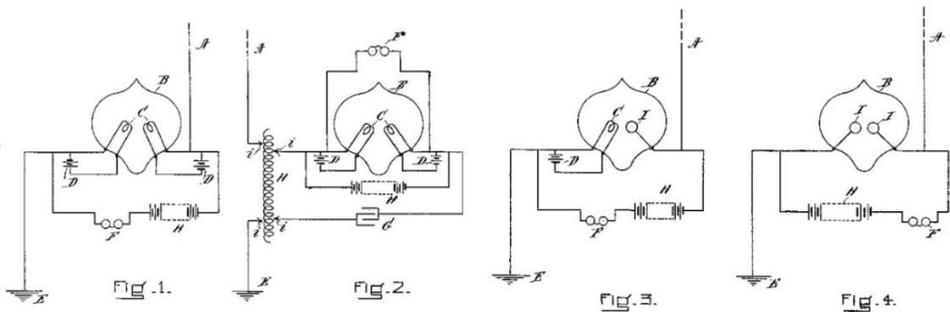


Рис. 19. Патент US836071 де Фореста на конфигурации двухэлектродных аудионов, протестированных компанией Маркони.

Fig. 19. De Forest's US836071 patent for the two-electrode Audions configurations tested by the Marconi Company

Конфигурация по Fig. 2 в патенте US836071 подобна Fig. 4 (рис. 19), поэтому не тестировалась, поскольку инженеры *Marconi* засвидетельствовали, что она даст те же результаты, что и устройство Fig. 4 патента. Результаты для четырех конфигураций аудионов оказались следующими. Конфигурация, представленная на Fig. 4 патента, не работала ни при каких обстоятельствах, что неудивительно, поскольку не было источника тепла ни для электрода, ни для газа в трубке. Результаты для остальных трех конфигураций (Fig. 1, 2 и 3 патента) были практически идентичны независимо от того, были ли нагреты один или два электрода:

1. Ни одна из трех конфигураций не работала как детектор ни при каких условиях давления, если хотя бы один из двух электродов не был нагрет до накала (т. е. в наушниках не было звукового сигнала).

2. Ни одна из конфигураций не работала как детектор, когда давление газа было значительно выше, чем у ламп накаливания. Кроме того, нити быстро перегорели. Испытания при более высоких давлениях были возможны только с газообразным азотом, который предотвращал выгорание нитей, но никогда не давал обнаружения сигнала.

3. Три конфигурации работали как детектор только при низких давлениях газа, когда один или два электрода были нагреты до накала.

Примечательно, что единственная сработавшая двухэлектродная конфигурация звукового сопровождения была практически идентичной конфигурации клапана Флеминга. Парадоксально и то, что Маркони не переключил полярность батареи на электродах, чтобы подчеркнуть, что обнаружение было связано с эффектом Эдисона. По какой-то причине уровни слышимости не были записаны в показаниях под присягой для этих четырех конфигураций.

Суду было абсолютно ясно, что физические процессы, происходящие в аудионах пламени, значительно отличались от таковых в аудионах с двумя электродами. Во-первых, накаливание не было обязательным в аудионах пламени, в то время как двухэлектродные аудионы не могли функционировать без накаливаемых электродов. Во-вторых, двухэлектродные аудионы не могут функционировать при давлении газа, значительно превышающем уровни вакуума, используемые для ламп с электродами накаливания, в то время как аудионы пламени были разработаны и испытаны исключительно при атмосферном давлении.

## **12. Результаты тестов трехэлектродного аудиона с внешним электродом по патенту US841386**

Заключительный демонстрационный тест Маркони был проведен для конфигурации Fig. 3 патента US841386 (рис. 20), единственного патента на трехэлектродные аудионы, в отношении которого Маркони не признал решения суда. Эта конфигурация была по существу двухэлектродной конфигурацией клапана Флеминга с третьим электродом в виде фольги, обернутой снаружи трубки, как показано на рис. 20. В этом патенте де Форест утверждал, что в дополнение к обычным функциям детектора этот аудион без отдельной схемы настройки (именуемый в патенте и испытании как «детектор как таковой») может быть сделан чувствительным к определенным частотам, то есть функционировать как устройство настройки, не требуя обычных катушек индуктивности и конденсаторов, используемых в обычных схемах настройки.

Рой Вигант сконструировал для суда довольно сложную конструкцию демонстрационной доски, чтобы напрямую сравнить работу этой конфигурации аудиона как с конфигурацией клапана Флеминга, показанной в его патенте, так и с эталонным кристаллическим детектором, изготовленным компанией *Wireless Specialty*.

Эта демонстрация отличалась от предыдущих тем, что не было изменений параметров и не было попытки показать, как работают две схемы.

Вместо этого было прямое сравнение трех конструкций: аудиона с внешним электродом, клапана Флеминга и кристаллического детектора. Эта демонстрация явно была разработана с целью поддержать утверждение о том, что аудионы де Фореста нарушили патент клапана Флеминга. Де Форест совершил ошибку, засвидетельствовав, что все его аудионы (пламени, двухэлектродный и трехэлектродный) были чувствительными детекторами и все работали по одному и тому же принципу. Следовательно, Маркони мог выбрать практически любую конфигурацию аудиона для целей этого сравнения. Аудион внешнего электрода был особенно привлекательным, потому что он имел три электрода и очень похож на аудион с сеткой, который больше всего интересовал Маркони. Помимо этого, этот аудион имел только два внутренних электрода и почти идентичен клапану Флеминга. Эта конфигурация также имела то преимущество, что фактически это был чуть менее чувствительный детектор, чем клапан Флеминга, и поэтому вряд ли представлял собой улучшение в данной области техники.

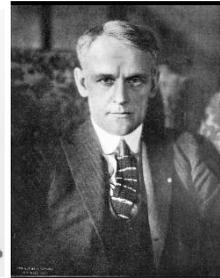
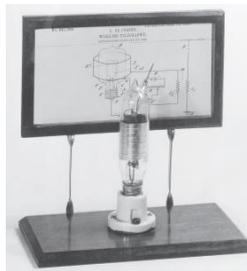
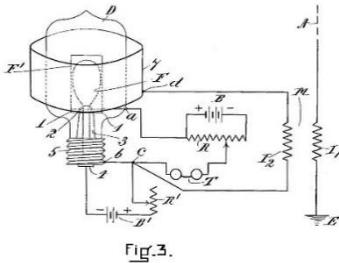


Рис. 20. Аудион (Fig. 3) по патенту US841386. Конструкция трехэлектродного аудиона де Фореста, используемого Маркони в демонстрационных испытаниях для Суда, по сути, представляла собой клапан Флеминга с металлической фольгой, обернутой снаружи стеклянной колбы (воспроизведено с Fig. 3 патента де Фореста US841386). Источник:

Архивный центр, Национальный музей американской истории, Беринг-центр, Смитсоновский институт. Рой Вигант (1922 г.).

Fig. 20. De Forest's three-element Audion used by Marconi in the demonstration tests for the Court was essentially a Fleming valve with a metal foil wrapped around the exterior of the glass bulb (reproduced here from Fig. 3 of De Forest's patent US841386). Archives Center, National Museum of American History, Behring Center, Smithsonian Institution. Roy Weagant (1922)

Рой Вигант впервые засвидетельствовал и сначала попытался заставить детектор аудион функционировать как настраиваемое устройство, согласно описанию в формуле патента US841386. Де Форест утверждал, что аудион как таковой можно настроить, изменяя ток нагрева и/или потенциал между нитью накала и пластиной. Вигант свидетельствовал, что аудион настроить предложенным способом нельзя, и только перемещая внеш-

ний экран возможно производить небольшие изменения постоянных времени схемы. Однако, этого было недостаточно для настройки приемника.

Затем он продемонстрировал суду сравнение чувствительности аудиона с клапаном Флеминга и кристаллическим детектором с привлечением демонстрационной доски. Принципиальная схема тестовой платы была представлена в протоколе испытаний и точно соответствовала демонстрационной плате. Вигант смог перейти от одной конфигурации к другой, используя переключатели на демонстрационной плате, так что суд мог напрямую сравнить три конфигурации. Основные результаты демонстрационных испытаний можно резюмировать следующим образом:

1. Клапан Флеминга всегда был немного более чувствительным, чем трехэлектродный аудион с третьим электродом на внешней стороне лампы.

2. Сигналы, полученные на клапане Флеминга, были «даже сильнее», чем сигналы, полученные с помощью кристаллического детектора.

Хотя суд использовал в этих демонстрациях измеритель слышимости, количественные результаты для трех конфигураций не были записаны в протоколе показаний.

Удивительно, что де Форест<sup>8</sup> не пытался объяснить или продемонстрировать, как его аудион может быть использован для настройки, и в стенограмме судебного разбирательства явно указано, что он даже не делал для этого попыток (факт, отмеченный позже апелляционным судом [24]). Судью Майера, очевидно, настолько впечатлила эта демонстрация, что он в своих выводах заявил: «Сам по себе так называемый избирательный патент US841386 настолько бесполезен, что его вполне можно было бы признать недействительным...». Очевидно, что апелляционный суд согласился с судьей Майером, поскольку он предпринял необычный шаг, фактически признав этот патент недействительным: «Из вышеизложенного следует, что мы считаем патент US841386 недействительным...» [24].

Эта и другие демонстрации Маркони, очевидно, были неутешительными для де Фореста. Де Форест охарактеризовал аудион по патенту US841386, в частности, как «чрезвычайно более чувствительный», чем другие детекторы, включая клапан Флеминга [23]. На самом деле, ни один из аудионов, использованных Маркони в своих экспериментах и демонстрациях, не оказался таким чувствительным, как клапан Флеминга, и ни один из них не был способен к усилению. Мало того, что чувствительность всех этих ранних аудионов была меньше, чем у клапана Флеминга, и при этом при де-

---

<sup>8</sup> Де Форест отказался от всех претензий к патенту US841386, утверждая, что в аудионах этого патента электроды представляют собой металлические нити (по определению они были лампами накаливания), которые находятся в «вакуумированном сосуде».

монстрации оказалось, что влияние накаливания электрода, электрического поля и давления газа на работу и чувствительность аудиона противоречит как утверждениям де Фореста, так и его теории работы аудиона.

На заседании было продемонстрировано, что работа аудиона пламени практически не зависит от накаливания электрода, в то время как для работы двухэлектродных аудионов требуется накаливание электрода. Аудионы пламени работали при атмосферном давлении, в то время как для работы двухэлектродных аудионов требовалось пониженное давление, типичное для электрических ламп накаливания. Внешняя батарея «В», как было продемонстрировано, оказывает лишь минимальное влияние на пламя, а ее основной эффект проявляется для двухэлектродного аудиона в установке рабочей точки на характеристической кривой. Работа двухэлектродных аудионов не отличалась от работы клапана Флеминга, а трехэлектродные аудионы с внешней сеткой были не такими чувствительными, как клапан Флеминга.

### 13. Судебные решения

20 сентября 1916 г. судья Майер вынес свои решения в обоснованном заключении судебных заседаний [21, р. 942—955]. Его мнение касалось трех ключевых вопросов, стоящих перед судом: обоснованность патента Флеминга, нарушение патентов де Фореста клапаном Флеминга, который использовал Маркони в цепи детектора с батареей «В», и нарушение патента Флеминга со стороны трехэлектродного аудиона де Фореста при использовании в качестве детектора.

Нарушение Маркони патентов де Фореста. В своем встречном иске де Форест утверждал, что патент Флеминга должен быть признан недействительным с учетом уровня техники, а также четырех патентов де Фореста на детектор пламени с датой вступления в силу, предшествующей дате вступления в силу патента Флеминга. Судья Майер вынес решение против де Фореста по его аргументу о признании недействительным патента Флеминга на основе предшествующего уровня техники и других аргументов, заявив, в частности: «Ничто в предшествующем уровне техники, на который ссылаются ответчики в отрицании изобретения [клапан Флеминга], не требует расширенного обсуждения. Патент Тесла (US645576) и патенты Фессендена (US706742, US706743 и US706744) были далеки от лампы накаливания и были коммерчески бесполезны, как и ничего нельзя было извлечь для этой цели из ламп Вальбрёза (*Valbreuze tubes*) и Цендера (*Zehnder tubes*)».

Судья далее признал, что детекторы пламени были совершенно непрактичными и никогда не использовались в качестве детекторов. Он постановил, что ничто в экспериментах де Фореста с пламенем не является предшествующим уровнем техники по сравнению с патентом Флеминга, и поэтому признал патент Флеминга действительным.

Помимо вопроса о действительности патента Флеминга, де Форест утверждал, что Маркони нарушил его патент, используя батарею «В» во внешней цепи, которая фигурирует в патентах де Фореста, но не в патенте Флеминга (см. Рис. 17). Де Форест утверждал, что именно батарея «В» привнесла в аудион элемент, сделавший его настоящим реле (то есть усилителем), а не просто выпрямителем.

Две проблемы с аргументом де Фореста заключались в том, что, во-первых, батарея «В», используемая Маркони в схеме Флеминга, предназначалась только для установки рабочей точки на характеристической кривой клапана с целью получения максимальной чувствительности, а не для усиления. Точно так же де Форест использовал эту батарею в своих двухэлектродных конфигурациях аудионов. Во-вторых, для этих же целей батарея «В» использовалась в других конструкциях детекторов колебаний еще до того, как де Форест получил патенты на аудион.

По сути де Форест пытался заявить, что батарея, используемая в цепи Флеминга, была его изобретением, хотя было ясно, что это не так. Судья Майер быстро опроверг аргумент де Фореста, сославшись на патент Фредерика Вриланда (*Frederick K. Vreeland*) US780842 (с датой приоритета 1 августа 1904 г., предшествующей дате вступления в силу самого раннего патента де Фореста 4 ноября 1904 г.), в котором батарея была включена через реостат в цепь электролитического детектора для установки наиболее чувствительной рабочей точки на его характеристической кривой.

Судья постановил, что, используя батарею «В» во внешнем контуре клапана Флеминга, Маркони не нарушил патенты де Фореста. Верно то, что батарея обеспечивала дополнительную энергию в схеме трехэлектродного аудиона с сеткой, что привело к изобретению. Однако это не относится к двухэлектродному аудиону, где батарея «В» использовалась только для поиска рабочей точки на его характеристической кривой. Де Форест перепутал функцию второй батареи в своем двухэлектродном аудионе с трехэлектродным и, заявил, что все его аудионы работают по одному и тому же принципу, чем обрек свое дело на проигрыш.

Нарушение патента Флеминга со стороны де Фореста. Маркони утверждал, что аудион, хоть и являлся запатентованным усовершенствованием, которое увеличивало эффективность обнаружения при использо-

вании его в качестве детектора, но все же он нарушил патент Флеминга, потому что была использована базовая структура клапана Флеминга (лампа накаливания, анод и откачанный сосуд), а также эффект Эдисона, заявленный в патенте Флеминга. Де Форест возражал, утверждая, что аудион работает по совершенно отдельному принципу, включающему нагрев промежуточных газов в сочетании с внешней батареей, которая заставляет аудион действовать как реле, а не как выпрямитель.

Судья Майер заслушал противоречивые показания и демонстрации с обеих сторон и в конце концов поверил, что объяснение, данное Армстронгом в журнале *Electrical World*, которое судья отметил в своем письменном решении, «можно рассматривать как отраженное его мнения по данному вопросу» [25]. В этой статье Армстронг утверждал, что лампа работает для притяжения электронов, испускаемых нитью, сеткой и анодом, и действует как выпрямитель (из-за эффекта Эдисона) и реле (усилитель) из-за сетки. Армстронг прямо заявил [25, р. 1152]: «Видно, что фундаментальное обнаруживающее действие лампы представляет собой выпрямление высокочастотных колебаний между нитью и сеткой, что вызывает накопление заряда на сетке и сеточном конденсаторе. Заряженная сетка тогда срабатывает как реле или триггер, реагирующий на ток анода, так что аудион является одновременно выпрямителем и усилителем».

Судья правильно пришел к выводу, что аудион работает, несмотря на наличие газа, а не из-за его присутствия. Кроме того, судья признал, что, хоть сетка привела к изобретению аудиона, но при его использовании в качестве детектора трехэлектродный аудион скорее является развитием клапана Флеминга, чем совершенно новым изобретением. В результате этого судья Майер постановил, что аудион при использовании в качестве детектора нарушает патент клапана Флеминга.

Что касается нарушения де Форестом пунктов 1 и 37 патента Флеминга US803684, то суд в результате проведенного обсуждения пришел к выводу, который зафиксирован в стенограмме судебного разбирательства [21, р. 955]: «Пункты 1 и 37 патента истца действительны и нарушены компанией-ответчиком. Встречный иск ответчиков будет отклонен, а поскольку нет никаких доказательств против де Фореста индивидуально, то требование возмещения с него финансовых издержек не применяется».

Следует отметить, что большинство утверждений и теорий де Фореста о работе аудиона, представленных во время судебных слушаний, а также содержащихся в статье в журнале *Scientific American* в 1907 г. [23], были надуманными. И это несмотря на то, что после публикации этой статьи о работе электронных ламп накопился большой объем знаний, показы-

вающих, что эти теории ошибочны. Де Форест же цеплялся за них практически всю свою жизнь. В своей автобиографии, опубликованной в 1950 г., он пишет [26]: «Аудион, даже в его самой грубой форме [двухэлектродная версия], по сути был намного больше, чем простой выпрямитель высокочастотного тока. Добавление анодной батареи сильно повлияло на интенсивность принимаемых сигналов, поскольку я использовал высокочастотную энергию не для того, чтобы приводить в действие телефонную диафрагму, как это сделал Флеминг, а для того, чтобы контролировать гораздо большие количества энергии от местной батареи».

Очевидно, в 1950 г. де Форест все еще ошибался. По неизвестной причине он цеплялся за свои ошибочные теории об аудионе почти всю свою жизнь, тогда как остальной научный мир давно понял и разобрался в работе аудиона. Очевидно, он не мог заставить себя признать, что был неправ, и в то же время хотел отделить свое изобретение от клапана Флеминга.

Судья Майер принял решение полностью в пользу Маркони и полностью против де Фореста. Маркони запретили нарушать права на трехэлектродный аудион, в которых он признался, а де Форесту запретили нарушать патент Флеминга, то есть использовать аудион в качестве детектора. Решение против де Фореста было приостановлено до рассмотрения апелляции при условии, что он внесет залог в размере \$10000. Де Форест подал прошение об уменьшении суммы залога до \$5000, которое было удовлетворено. Однако примерно 16 марта 1917 г., до того, как дело было рассмотрено в апелляционном порядке, де Форест предоставил *Western Electric Co.* полную лицензию на многие из своих патентов, включая трехэлектродный аудион [22, р. 59]. Маркони попытался привлечь де Фореста к ответственности за неуважение к суду, утверждая, что это было отчуждение собственности, которое может потребоваться для удовлетворения судебного решения по множеству нарушений. Судья Майер отказался вводить санкции, но увеличил сумму залога до 10 000 долларов. Де Форест должен был предоставлять суду ежемесячные отчеты и выполнять несколько других условий, но он не выполнил эти условия, и судебный запрет вступил в силу.

## 14. Ошибки судей и истца

Рассмотрим, основные моменты в ходе судебного разбирательства, которые требуют некоторого разъяснения.

Ошибки судей. Инженеры *Marconi Company* сделали умную презентацию, которая показала эквивалентность работы в радиосхеме клапана Флеминга и сеточного аудиона де Фореста. Судья был явно впечатлен этой

эквивалентностью, что сыграло свою роль в обосновании принятого решения по двум схемам, показанным на рис. 21 и 22. Ссылаясь на эти две схемы, судья процитировал аргумент об их эквивалентности авторитетного инженера-консультанта по патентам в области электротехники Франка Уотермана<sup>9</sup> (*Frank N. Waterman*, 30.10.1865—19.01.1948) [21, p. 953]: «Устройство ответчика представляет собой детектор высокочастотных колебаний лампы накаливания для целей беспроводного телеграфа и состоит из лампы накаливания с обычным высоким вакуумом, нити накала и холодного элемента, который в конкретной конструкции, показанной здесь, разделен на две части, одна из которых представляет собой анод, а другая — сеточную конструкцию, расположенную между анодом и нитью накала, обе из которых имеют выводы, выведенные через стекло для внешнего подключения... На диаграмме патента Флеминга отсутствует сетка, имеющаяся в конструкции де Фореста... В схеме де Фореста при такой конструкции устройства используются две цепи, и холодный элемент соответственно разделен. Это две хорошо известные стандартные эквивалентные схемы. Вы можете использовать любое устройство в любой цепи».

Конечно, две показанные схемы (рис.21) не эквивалентны, и можно только гадать, о чем думал судья, когда делал заключение об их эквивалентности.

Проблема в том, что в исходном аргументе *Marconi Company* на самом деле было четыре схемы, как показано на рис. 22, и сравнение должно

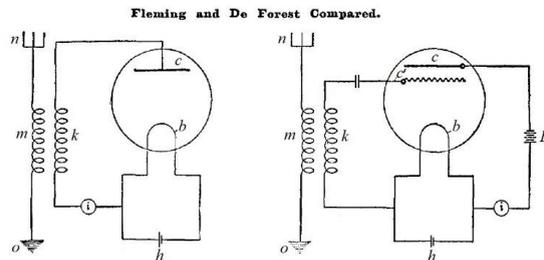


Рис. 21. Схемы приемных устройств на клапане Флеминга (слева) и трехэлектродном аудионе де Фореста, приведенные в материалах судебного заседания 20 сентября 1916 г., по которым было сделано экспертами ошибочное заключение об их эквивалентности [21, p. 953].

Fig. 21. Diagrams of receiving devices on the Fleming valve (left) and de Forest's three-electrode Audion, given in the materials of the court session on September 20, 1916, according to which the experts made an erroneous conclusion about their equivalence [21, p. 953]

<sup>9</sup> Возможно, самым крупным делом Ф. Уотермана было то, когда он действовал от имени компании *Westinghouse* при покупке у Николы Теслы многофазного патента, который сделал возможным производство электродвигателей переменного тока и за который изобретателю заплатили миллион долларов.

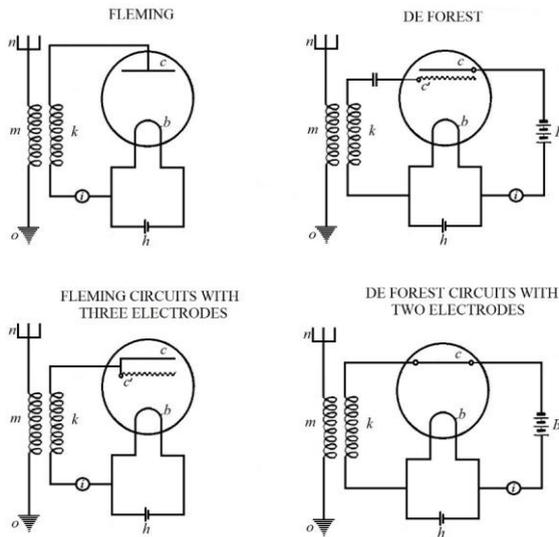


Рис. 22. Аргумент Маркони состоял том, что клапан Флеминга и аудион основывался на предположении, что они эквивалентны, тогда ламповое устройство может быть использовано по схеме Флеминга, как показано в верхнем и нижнем левом углу, либо их можно использовать так же хорошо в схеме де Фореста, как показано в верхнем и нижнем правом углу [22, p. 56].

Fig. 22. Marconi's argument was that the Fleming valve and the Audion were based on the assumption that they were equivalent, then the tube arrangement could be used in a Fleming arrangement as shown in the upper and lower left corner, or they could be used just as well in a De Forest arrangement as shown in the upper and lower right corner [22, p. 56]

было производиться между верхней и нижней схемами, а не между схемами слева направо [22, p. 56]. Очевидно, для краткости судья опустил две схемы, показанные в нижней части этого рисунка, и тем самым навсегда запутал историков одного из самых важных решений о нарушении прав в истории радио. Следует также отметить то, что предложение Ф. Уотермана использовать любое устройство в любой схеме имеет смысл в контексте всех четырех схем, но это не означает, что два устройства являются эквивалентными или что они работают одинаково хорошо.

Ошибка № 1 де Фореста. Де Форест настаивал на том, что все его аудионы были одинаковыми и работали по одному и тому же принципу. Эта позиция, которая оказалась неверной, была самой большой ошибкой де Фореста и, несомненно, была главной причиной неблагоприятного исхода судебного разбирательства.

Де Форест показал, что все его аудионы, включая пламенные и двух- и трехэлектродные ламповые, были эквивалентны и работали по одному и

тому же принципу, то есть принципу, отличному от клапана Флеминга. Очевидно, что он преследовал следующие цели: отличить свое изобретение от клапана Флеминга, а также подтвердить свое утверждение о том, что аудион был получен из его детектора пламени, предшествующего клапану Флеминга, а не из клапана Флеминга. Поступая таким образом, он надеялся не только избежать заявлений Маркони о нарушении прав, но и поддержать свое утверждение о том, что клапан Флеминга нарушает аудион.

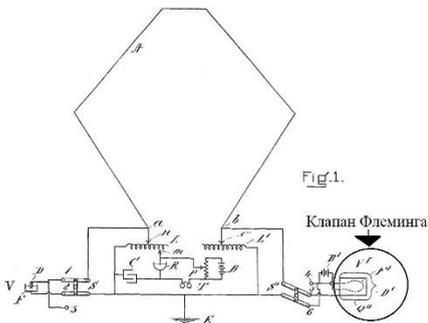
Утверждение о том, что все три типа аудионов работают по одному и тому же принципу, было ошибочным и чрезмерным. Аудионы пламени работали без электродов накаливания, в то время как аудионы с двумя электродами требовали электродов накаливания и вакуума, как и те, что использовались в лампе Флеминга. Это наглядно показали экспериментальные результаты, представленные Маркони суду. Фактически, единственный двухэлектродный аудион, который фактически функционировал как детектор, был тот, который дублировал конфигурацию клапана Флеминга. Этот факт апелляционный судья специально отметил в более поздней апелляции. Ни аудионы пламени, ни аудионы с двумя электродами и даже с внешней батареей, не могли действовать как реле (то есть усилитель), как утверждал де Форест.

Трехэлектродные аудионы с внешними электродами на самом деле были клапанами Флеминга с внешней фольгой или проволочной катушкой, размещенной вокруг стеклянного корпуса. Трехэлектродный аудион с внутренней сеткой был единственным, который действительно мог усиливать сигналы, и был единственным, который представлял собой более чувствительный детектор, чем клапан Флеминга, за счет усиления принимаемых сигналов энергией от внешней батареи. Маркони мудро признал такую конструкцию и этот иск не стал предметом спора. Три аудиона де Фореста работали по разным принципам: аудион пламени, двухэлектродный аудион и трехэлектродный сеточный аудион.

Ошибка № 2 де Фореста. Де Форест настаивал на том, что он совершенно не знал о ламповом клапане Флеминга в то время, когда изобрел свои ламповые аудионы, основанные исключительно на экспериментах с горелкой Бунзена. Это утверждение судья Майер опроверг. Свидетельства в суде показали, что он был хорошо осведомлен о клапане Флеминга в то время, когда разработал свой первый двухэлектродный аудион. Конструкции де Фореста были очень похожи на клапан Флеминга и сильно отличались от аудионов пламени. Подтверждением этого факта явилось письмо его поверенному от 25 декабря 1905 г., в котором он давал указание «искать недавний патент Флеминга», предположительно, со ссылкой на его

первый патент на два электрода (US824637A) с датой подачи заявки 16 января 1906 г. [27]. Другим ударом для де Фореста стал его патент US823402A «Статический клапан для беспроводных телеграфных систем» (*Static valve for wireless-telegraph systems*) с датой подачи 9 декабря 1905 г., в котором он фактически использовал клапан Флеминга в своем изобретении для минимизации статического электричества в системе беспроводного телеграфа, рис. 23. Следующий текст содержится в описании этого патента: «Устройство  $V^I$  (показанное на рис. 1), подключенное между антенной в точке  $b$  и землей, представляет собой асимметричное сопротивление или электрический клапан, который был полностью описан Дж. А. Флемингом в статье, опубликованной в *Proceedings of the Royal Society of London* 16 марта 1905 г., на которую можно при необходимости сослаться для более полного описания, чем это изложено здесь», рис. 23 [27].

Из рис. 23 понятно, что де Форест знал о клапане Флеминга задолго до того, как он подал заявку на свой патент на двухэлектродный детектор 18 января 1906 г. К этому следует добавить то, что в тот период времени он методично исследовал научную литературу в поисках свежих идей в конструировании детекторов, о чем говорит в своих воспоминаниях, изданных в 1950 г. [26, р. 105]: «И вот я начал серьезный систематизированный поиск по *Science Abstracts*, *Wiedemann's Annalen*, *Comptes Rendus* и другим журналам по физике, пытаюсь найти какой-нибудь намек или предложение, которое могло бы стать ключом к разработке нового устройства, которое можно было бы использовать в качестве детектора для приема беспроводных сигналов».



The device  $V^I$ , (shown in Fig. 1,) connected between the antenna at the point  $b$  and earth, is an asymmetric resistance or electric valve which has been fully described by J. A. Fleming in a paper published in the *Proceedings of the Royal Society of London*, March 16, 1905, to which reference may be had for a more complete description thereof than need be set forth herein Suffice it to say that the ex-

Рис. 23. Рисунок из патента US823402A де Фореста с указанием на нем клапана Флеминга и текст из этого патента с подтверждением того, что де Форест был знаком с работами А. Флеминга.

Fig. 23. A drawing from de Forest's patent US823402A showing the Fleming valve and the text of this patent confirming that de Forest was familiar with the works of A. Fleming

Далее он вспоминает [26, р. 213]: «В то время, когда я разрабатывал двухэлектродный аудион, я никогда не слышал о клапане Флеминга и поэтому был удивлен, когда позже узнал, что мое изобретение путают с ним. Клапан Флеминга был всего лишь устройством для выпрямления переменного тока, генерируемого в приемной антенне входящими высокочастотными волнами. Он не делал и не мог ничего сделать для увеличения энергии принимаемых беспроводных сигналов. Следовательно, это был очень слабый детектор».

Почему де Форест придерживался этой неблагоприятной позиции, несмотря на неопровержимые доказательства обратного, не ясно. Не было реальной правовой выгоды от искажения этого иска, и судьи, возможно, были бы более склонны к позиции де Фореста, если бы он этого не сделал. И судья Майер, и судьи апелляционной инстанции явно обиделись на его иск, что почти наверняка способствовало отрицательным решениям, которые де Форест получил как в окружных, так и в апелляционных судах [24, р. 560—567].

### **15. Патентные споры продолжаются между *Marconi Wireless Telegraph Company of America* и *De Forest Radio Telephone & Telegraph Company***

В январе 1917 г. судья Майер открыл судебное разбирательство, инициированное компанией *American Marconi*, с целью выяснить: распространяется ли раннее вынесенное им постановление на аудион, когда он используется в качестве усилителя и генератора, причем аудион как генератор был обозначен де Форестом как *oscillation* [22, р. 60]. По мнению суда, патентообладатель имел право на все преимущества своего изобретения, независимо от того, были ли они ему известны или он их предвидел. В связи с этим, если бы Маркони мог продемонстрировать функционирование клапана Флеминга в схеме усилителя и генератора, то он тем самым обеспечил бы прочную правовую основу для решения вопроса в свою пользу.

Маркони действительно сумел продемонстрировать суду реальную способность клапана Флеминга усиливать слабые сигналы. Методы, с помощью которых клапан Флеминга можно заставить работать в качестве усилителя, до судьи Майера упоминались в выводах Апелляционного суда: «с помощью ионизации остаточного газа в лампе» и «посредством внешнего контролирующего воздействия магнитного поля на поток электронов в лампе особой формы» [28]. Парадоксально, что последний метод указал сам де Форест в своем патенте US841387, озаглавленном «Устрой-

ство для усиления слабых электрических токов». В патенте приведено несколько вариантов воздействия на электронный поток в двухэлектродной лампе, в одном из которых использовалась катушка индуктивности с металлическим сердечником, размещенная снаружи лампы, рис. 24. В этой ситуации де Форесту было трудно опровергнуть утверждение Маркони о том, что двухэлектродная лампа может усиливать сигнал, поскольку в собственном патенте де Фореста утверждалось, что такая лампа, в отличие от клапана Флеминга, обладает способностью к усилению электрического сигнала. В своей автобиографической книге де Форест отметил, что «Рой Вигант, главный инженер компании *Marconi*, легко убедил судью, что вентиль Флеминга может быть усилителем. (Каждый радиоинженер знал, что это не так.)» [26, р. 325].

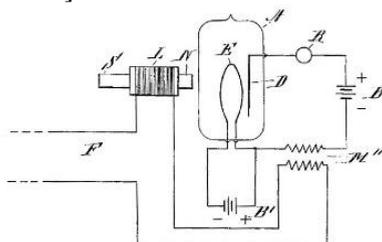


Fig. 5.

Рис. 24. Де Форесту было трудно опровергнуть утверждение Маркони о том, что двухэлектродная лампа может усиливать сигнал, поскольку в собственном патенте де Фореста US841387 утверждалось, что такая лампа, в отличие от клапана Флеминга, обладает способностью к усилению электрического сигнала.

Fig. 24. De Forest found it difficult to refute Marconi's claim that a two-electrode lamp can amplify a signal, since de Forest's own patent US841387 claimed that such a lamp, unlike Fleming's valve, has the ability to amplify an electrical signal

Еще один аргумент, который привел Маркони, заключался в том, что приемник ультра-аудион<sup>10</sup> (англ. *ultra-audion*), который де Форест продавал в то время, содержал схему, которая, как утверждал де Форест, была просто усилителем, но на самом деле это был детектор, запрещенный судебным постановлением Майера [22, р. 60]. Де Форест утверждал, что рассматриваемый усилитель содержал экранированный трансформатор на железном сердечнике и, следовательно, не мог передавать радиочастоты, и

<sup>10</sup> Ультра-аудион — название, которое иногда применяют к вакуумной лампе, однако, под этим названием чаще понимают схему радиоприемника, в который используется создание регенерации без включения в схему вспомогательной катушки индуктивности. В типовой схеме ультра-аудиона один конец вторичной обмотки катушки настраиваемого входного контура подключается к сетке, другой ее конец, который обычно подсоединяется к нити накала, в этом случае подключается к аноду.

поэтому он не мог функционировать как детектор. Однако Маркони возразил, что связь была по существу электростатической (в обход сердечника трансформатора), так что радиочастотные сигналы могли достигать усилителя, который фактически действовал как детектор.

Поскольку в этом радиоприемном устройстве де Фореста не было других известных компонентов, которые могли бы действовать как детектор, было довольно очевидно, что одна из ламп должна была выполнять функцию обнаружения радиоволн. Де Форест в конечном итоге признал, что его радиоприемник *ultra-audio* попадает под действие судебного запрета. Он также признал, что это было нарушением так же патента на гетеродин Фессенда.

К такому нарушению судебного запрета судья Майер отнесся со всей строгостью закона. Он, безусловно, знал о неоднократных нарушениях де Форестом судебных постановлений, связанных с более ранними судебными разбирательствами в том же окружном суде Соединенных Штатов (Южного округа Нью-Йорка) в отношении нарушения патентов на электролитический детектор Фессендена. Это стало причиной наложения на него штрафа за неуважение к суду. Маркони также об этом был осведомлен и существует вероятность того, что он во время судебного заседания сказал о том, что де Форесту нельзя доверять.

Судья постановил, что аудион подпадает под действие основного постановления, и его использование в качестве усилителя также запрещено патентом Флеминга. Это решение было скорее карательным, чем оправданным доказательствами, но, возможно, судья Майер был предрасположен к этой позиции, потому что ему надоел де Форест и его история игнорирования постановлений суда.

Однако судья постановил, что вопрос об генерировании электрических колебаний (*oscillation*), нарушающий патент Флеминга, должен быть решен другим судебным разбирательством, а не промежуточным разбирательством и показаниями под присягой в соответствии с основным постановлением судебного разбирательства по детектору.

## 16. Апелляция *De Forest Radio Telephone & Telegraph Company*

Апелляция де Фореста на решение судьи Майера была рассмотрена окружным апелляционным судом судьями Хафом (*Hough*), Коксом (*Cox*) и Роджерсом (*Rogers*) в начале 1917 г. Де Форест вспоминает свою первую встречу с судьей Хафом в начале судебного разбирательства: «Когда дело, наконец, дошло до суда в сентябре 1916 г., Филип Фарнсворт, теперь восхитительно одетый в утренний сюртук, полосатые брюки и белые гетры,

должно быть, оказал на сварливую старую судью Чарли Хафа такое же раздражающее воздействие, как и на Майера, когда предстал перед ним в менее нарядном виде. Как бы то ни было, этот благородный «герцог Язва» (*Duke of Ulcer*) обиделся на него полностью и во всем, а также выказывал неимоверную враждебность ко мне» [22, p. 325].

Де Форест утверждал, что *American Marconi* не может логически признать решение по двум патентам, как это было в первом судебном разбирательстве, а также отрицать нарушение самых ранних изобретений, потому что все они «представляли собой связное, логичное, последовательное развитие единой изобретательской мысли о применении научной теории». Суд не согласился с этим аргументом, указав, что де Форест начал с «теории нагретого газа», а закончил трехэлектродным аудионом, использующим «коммерческий вакуум». По словам эксперта по патентам военно-морского флота Карла Ричмонда (*Carl A. Richmond*), де Форест меньше беспокоился о защите своих патентов в этой апелляции, а скорее думал о том, чтобы избежать нарушения патента Флеминга [22, p. 61]. Главный аргумент де Фореста заключался в том, что он использовал внешнюю батарею, которая вызывала срабатывание «реле», тогда как Флеминг этого не сделал. Однако суд установил, что двухэлектродный аудион был не чем иным, как клапаном Флеминга с внешней цепью, включая батарею, что было не ново и для де Фореста.

Наконец, де Форест утверждал, что какими бы ни были достоинства патента Флеминга, отказ от ответственности, поданный Маркони непосредственно перед судебным разбирательством, был незаконным, и, следовательно, аннулировал патент Флеминга. Судьи постановили, что этот аргумент не имеет смысла, отметив, что отказ от ответственности отбросил то, что было не нужно, не добавив ничего, чтобы расширить претензии.

Неудивительно, что заключение, написанное судьей Хафом от 18 мая 1917 г., подтвердило решение суда низшей инстанции, и при этом явно критиковало де Фореста. Высказанное мнение было особенно убедительным [24, p. 566].

## **17. Последний иск *Marconi Wireless Telegraph Company of America* к *De Forest Radio Telephone & Telegraph Company***

Вскоре после решения судьи Майера о включении сеточного аудиона в качестве усилителя в рамках основного постановления *American Marconi* подал иск о нарушении патента Флеминга на аудион, используемый в качестве генератора. Однако к этому времени Соединенные Штаты всту-

пили в первую мировую войну (6 апреля 1917 г.), когда вся радиолобительская деятельность была запрещена, а все коммерческие радиостанции были взяты под контроль правительства.

В результате де Форест ответил показаниями под присягой, показывающими, что он не мог заставить кого-либо выступить в качестве свидетеля-эксперта от его имени, потому что все компетентные свидетели-эксперты и испытательные лаборатории были заняты работой для военного ведомства. После продолжительного спора с адвокатом Маркони Л. Беттсом (*L. F. H. Betts*, рис. 25) 24 октября 1917 г. судья Майер безапелляционно назначил 6 февраля 1918 г. датой следующего судебного разбирательства [22, р. 62].

Маркони, де Форест и другие беспроводные компании были вынуждены отложить в сторону свои разногласия, чтобы поддержать военные силы, поставив оборудование правительству, не обращая внимания на патентные позиции. Ущерб за нарушения со стороны производителей, поставляющих беспроводное оборудование правительству во время войны, был рассмотрен Межведомственным советом по радиосвязи и оплачен военно-морским и военным ведомством после войны.



Рис. 25. Здание Федерального суда Южного округа Нью-Йорка (*District Court, S. D. New York*). Адвокат *American Marconi Co.* Л. Беттс (слева) и американский финансист Кларенс Маккей. 1915 г. [29].

Fig. 25. District Court, S. D. New York. Attorney at American Marconi Co. L. F. H. Betts (left) and American financier Clarence Mackay. 1915 [29]

Война затянулась, поэтому судебное разбирательство 6 февраля 1918 г. было отложено. Фактически судебное разбирательство не проводилось до начала 1919 г. На состоявшемся судебном процессе позиция судьи Майера по-прежнему заключалась в том, что патентообладатель имел право на все преимущества своего изобретения, были ли они известны или предвидены им, или неизвестны. Ключевой вопрос в проведении демонстрации эксперимента заключался в том, будет ли на самом деле

колебаться клапан Флеминга. Судья Майер потребовал, чтобы Маркони доказал в суде, что клапан Флеминга можно заставить колебаться, и это, по-видимому, было в центре внимания судебного разбирательства.

Рой Вигант разработал методику эксперимента и подготовился к его первой демонстрации. В записке генеральному директору *American Marconi* Э. Налли (*Edward J. Nally*), датированной 18 октября 1915 г., Вигант изложил метод, с помощью которого вакуумный клапан можно заставить колебаться. [22, р. 62]. По иронии судьбы описанная им методика была основана на двух патентах, полученных ни кем иным, как де Форестом: US943969A и US979276A. В своей записке Вигант обратил внимание на рис. 5 в патенте US943969A, рис. 26. В патенте клапан используется в *RC*-цепи для создания повторяющихся дуговых разрядов каждый раз, когда напряжение нарастает до точки, превышающей порог пробоя клапана. Однако Вигант в своей записке квалифицировал этот подход следующим образом: «Я мог бы сказать, что действие, посредством которого, как ожидается, будут создаваться колебания в соответствии с инструкциями этого патента, принципиально отличается от того, которое сегодня используется в успешно работающих вакуумных генераторных лампах».

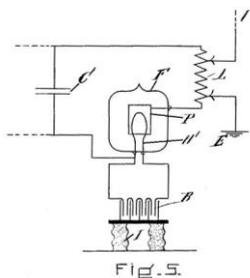


Рис. 26. Для демонстрации того, как можно заставить колебаться клапан Флеминга, Рой Вигант позаимствовал идею из патента де Фореста US943969, в частности, из рис. 5 с изображением *LC*-цепи с диодом (изображен слева). В этой схеме повторяющиеся дуговые разряды происходят каждый раз, когда напряжение достигает точки, превышающей порог пробоя диода.

Fig. 26. To demonstrate how a Fleming valve can be made to oscillate, Roy Weagant borrowed an idea from De Forest's patent US943969, in particular from Fig. 5 depicting an *LC* circuit with a diode (reproduced left). In this circuit, repetitive arc discharges occur every time the voltage reaches a point above the diode breakdown threshold

То, что Рой Вигант использовал эту технологию в эксперименте, чтобы продемонстрировать колебания клапана Флеминга, подтверждается воспоминаниями де Фореста: «Затем он утверждал, что клапан также был генератором. (Каждый студент-радист знает, что это неправда, за исключением того, что в газообразном состоянии с цепью высокого сопротивления эффект «*RC*» может превратить его в управляемый высокочастотный прерыватель)» [26, р. 325].

Опираясь на демонстрации в зале суда и ссылаясь на принцип, что «патентообладатель имеет право на все преимущества своего изобретения, независимо от того, известно ему или нет, или предусмотрено им», судья

Майер в очередной раз вынес решение в пользу Маркони, постановив, что аудион де Фореста, функционирующий как генератор, нарушил патент Флеминга. Следует отметить, что мнение судьи было основано на его убеждении в том, что «двухэлектродный клапан по своей сути обладает такой же способностью генерировать радиоволны, как и трехэлектродное устройство ответчика». В ретроспективе этот вывод явился ошибкой, о которой хорошо знал Вигант, исходя из своей записки, упомянутой выше.

## 18. Разрешение ситуации с патентом Фореста на аудион

В июне 1919 г., незадолго до того, как 17 июля 1919 г. судья Майер вынес свое решение по судебному разбирательству о генерировании электрических колебаний клапаном Флеминга, Маркони и де Форест достигли соглашения, которое позволяло третьей стороне, Moorhead Laboratories из Сан-Франциско, производить аудионы только для любительского и экспериментального использования, как детекторы и усилители. По соглашению Маркони стал единственным агентом по их продажам и распространению. [30]

Через 4 месяца после подписания соглашения по аудионам между Маркони и де Форестом, 20 ноября 1919 г. было подписано соглашения между недавно созданной *Radio Corporation of America (RCA)* и *American Marconi Co.* о присоединении одной части компании *Marconi* к *RCA*, а другой ее части к *GE*.

Правительство полностью поддерживало создание *RCA* и приобретение *Marconi*, с целью помешать *American Marconi Co.* превратиться в беспроводную монополию в США, которую военно-морской флот (*U.S. Navy*) считал иностранной организацией.

На самом деле у военно-морского флота (*ВМФ*) были скрытые мотивы для их действий: крайнее неприязнь к персоналу и политике *Marconi*, но главным было желание объединить патенты на беспроводную связь в рамках одной компании, чтобы избежать проблем с нарушением патентов, особенно в отношении вакуумных ламп [22. P.64].

Сразу после образования *RCA* и слияния с *American Marconi* военно-морской флот обратился к *GE* и *AT&T* с просьбой, чтобы *RCA*, *GE* и *AT&T* объединили свои патенты на беспроводную связь, чтобы можно было продавать беспроводное оборудование, не опасаясь нарушения наиболее важных патентов. Выдержки из письма исполняющего обязанности начальника Бюро паровой техники (*Bureau of Steam Engineering*) контр-адмирала А. Дж. Хепберна (*Adm. A. J. Hepburn*), *USN*, от 3 января 1920 г. в *GE* и *AT&T* с копией в *Western Electric*, гласят:

«Ссылаясь на многочисленные недавние совещания в связи с ситуацией с патентами в области радиосвязи и, в частности, с областью, связанной с вакуумными лампами, бюро неизменно придерживалось мнения, что все интересы будут наилучшим образом удовлетворены посредством некоторого соглашения между несколькими держателями соответствующих патентов, в результате чего на рынок можно будет свободно поставлять лампы, и практически рассматривать пожелания, указывающие на это конкретными примерами» [31].

«В прошлом причины для желания заключить какое-либо соглашение были в основном из-за денежных соображений. Теперь ситуация стала такой, что это общественная необходимость, чтобы такая договоренность была достигнута без дальнейшего промедления, и это письмо может рассматриваться как призыв, на благо общественности, для исправления ситуации».

Не случайно военно-морской флот обратился к *AT&T*, поскольку у них были эксклюзивные лицензии на патенты де Фореста на аудион для радиоприложений, которые они приобрели у него по соглашениям 1914 и 1917 гг., не говоря уже об их собственных патентах, базирующихся в основном на исследованиях, проведенных вовремя войны.

Интересно отметить, что соглашение 1917 г. с де Форестом специально включало право *AT&T* предоставлять лицензию компании *Marconi* (англ. *To grant a license for use to the Marconi Company*) [32]. Предвидя эти соглашения о перекрестном лицензировании, *RCA* немедленно проинструктировала *Marconi* отменить свое соглашение с *De Forest*, которое из-за шестимесячного положения об уведомлении вступит в силу только 30 июля 1920 г. Соглашение о перекрестном лицензировании было подписано 1 июля 1920 г., всего за месяц до даты прекращения действия соглашения *Marconi* с *De Forest*, и в результате *General Electric* получила односторонние права на производство триодов без необходимости одобрения де Форестом, а *RCA* получила эксклюзивные права на использование или продажу триодов для коммерческой радиосвязи.

## 19. Неожиданный конец истории спора из-за патента на аудион

Спор из-за патента на аудион должен был закончиться незаметно с истечением срока действия патентов в начале-середине 1920-х гг.: 7 ноября 1922 г. срок окончания патента US803684 на клапан Флеминга, а 18 февраля 1925 г. срок окончания патента US841387 на аудион с сеткой де Фореста. Счастливого окончания спора, однако, не произошло, по иронии ситуационных случайностей, все закончилось только через 10 лет. Препятствия для него были созданы уже 1 июля 1918 г., когда Конгресс

США принял закон, в котором указывалось, что правительство будет нести ответственность за нарушения патентов другими производителями, которые поставляли оборудование правительству, и, кроме того, что это — единственное средство правовой защиты. Производители, оспаривающие выводы правительства, должны были быть рассмотрены в Претензионном суде<sup>11</sup> США. В результате принятия этого закона был создан Межведомственный радиовещательный совет (*Interdepartmental Radio Board*) для определения компенсации за нарушение патентов на радиооборудование.

По словам историка ВМС США Линвуда Ховета (*Linwood S. Howeth*), семь фирм после первой мировой войны подали иски на общую сумму \$14860000 за нарушения, предположительно имевшие место как до, так и во время войны, а еще 17 фирм запросили денежное вознаграждение без указания сумм [31, р. 376]. *American Marconi Co.* была одной из семи фирм, которая добивалась более \$5000000. Однако это происходило задолго до того, как Межведомственный совет по радиосвязи выпустил свои рекомендации в докладе от 12 февраля 1921 г. и компания завершила слияние с *RCA*. За компанией *Marconi* осталось право предъявлять иски к США, связанные с использованием без лицензии патентов Маркони, выданных правительством до слияния.

Доходы от любых таких претензий должны были быть переданы *RCA* в обмен на привилегированные акции, равные сумме переданных денежных средств. Общая сумма акций должна была быть ограничена \$5000000 или несколько меньше, в зависимости от типа завода в Олдене (*Aldene*). *American Marconi Co.* предъявила свидетельство о роспуске 2 августа 1920 г., до того, как был опубликован отчет *Board*, однако, небольшое подразделение *Marconi* осталось на месте с целью предъявления претензий правительству, а также другим организациям.

В докладе Межведомственный совет по радиосвязи рекомендовал выплатить всем компаниям всего \$2869700, что намного меньше суммы, которую, по мнению Маркони, они должны были получить. В частности, было четыре патента, с которыми Маркони оспорил в выводах Совета: US763772, переиздание US11913, US609154 и US803684, причем последний являлся патентом клапана Флеминга.

В деле *American Marconi Co.*, как и во всех других, Межведомственный совет подробно изучил всю ситуацию с патентами на радиостанциях в Соединенных Штатах и, в некоторой степени, за рубежом. Он рассмотрел

---

<sup>11</sup> Претензионный суд (U.S. Court of Claims) был федеральным судом, который рассматривал иски против правительства США. Основан в 1855 г.

вопрос о том, является ли конкретное изобретение общим по своему характеру и, следовательно, связано ли оно с работой всей системы, или же его можно заменить без материального ущерба или последствий. Межведомственный совет рассмотрел также предыдущие решения Претензионного суда, чтобы понять, что представляет собой обычное роаялти [31, р. 376].

Маркони не согласился с выводами и рекомендациями Межведомственного совета и решил подать апелляцию на его решение в Претензионный суд США. Маркони ранее, 29 июля 1915 г., еще до того, как судья Майер принял решение о нарушении прав на аудион, подал иск против правительства в Претензионный суд США с требованием выплатить 1 миллион долларов в качестве компенсации за предполагаемые нарушения четырех вышеупомянутых патентов, включая патент Флеминга [33].

Весь этот процесс затянулся во времени очень надолго в связи с тем, что дело не рассматривалось в Апелляционном суде до 5 марта 1935 г., а решение не было вынесено до 21 июня 1935 г. [22, р. 67].

Достаточно сказать, что дела у Маркони в целом шли не очень хорошо, в частности, с патентом Флеминга. Общая сумма, присужденная Маркони, составила всего \$42984 плюс проценты, к тому же суд установил, что патент Флеминга не был нарушен правительством. Хуже того, суд признал патент Флеминга недействительным по той технической причине, что Флеминг требовал больше, чем он изобрел, не ограничивая претензию высокими частотами.

Маркони хорошо знал, что патент Флеминга преувеличил изобретение тем, что не ограничил его высокими частотами, поэтому Маркони подал заявление об отказе от ответственности до первого судебного разбирательства. Хотя закон предусматривал такой отказ от ответственности, чтобы избежать признания недействительным всего патента. По положению заявление о недействительности могло быть сделано по неосторожности, в результате несчастного случая или ошибки и без каких-либо мошеннических намерений, а также могло быть сделано без необоснованного пренебрежения или задержки. Суд по претензиям постановил, что патент недействителен, поскольку требование Флеминга о «большем, чем он изобрел», не было случайным, и задержка более чем на 10 лет с отказом от ответственности была необоснованной. В опубликованном заключении суд заявил: «Мы считаем, что, если когда-либо и имел место случай необоснованной задержки с заявлением об отказе от ответственности, то он представлен в том виде, в котором сейчас находится перед нами, и что патент Флеминга должен быть признан недействительным по этой причине».

Вывод о том, что правительство не нарушало патент Флеминга, был по существу излишним выводом о том, что он недействителен. Возможно,

суд сделал оба вывода на случай, если тот или иной вывод будет отменен по апелляции. Тем не менее, обоснование их решения относительно нарушения заслуживает внимания. Суд по искам установил, что правительство при использовании трехэлектродного аудиона не нарушило патент Флеминга из-за «принципиальной разницы в способе функционирования двухэлектродного и трехэлектродного аудионов». Кроме того, суд заявил в своем заключении, что он не связан предыдущим решением судьи Майера, поскольку это решение было основано на ошибочном выводе, подтвержденном показаниями как Маркони, так и де Фореста, о том, что двухэлектродные и трехэлектродные аудионы обладают «одинаковыми присущими им свойствами» [22, р. 68].

Претензионный суд установил, что трехэлектродный аудион при использовании в качестве усилителя и генератора работал по принципу, отличному от клапана Флеминга, и имел достаточно отличий, чтобы избежать нарушения патента, в котором защищен клапан Флеминга. Суд также указал, что Флемингу не приходила в голову идея использовать клапан Флеминга в качестве усилителя или генератора, и что, как специалист в этой области, он не мог понять из своего патента, как заставить клапан работать в этих устройствах. Похоже, что суд по искам поступил правильно, потому что, хотя изобретатель имеет иметь право на непредвиденные применения своего изобретения, в данном случае изобретение заключалась не в эффекте Эдисона, а в применении этого эффекта к радиочастотному обнаружению, а не к усилению или генерации колебаний.

Сложнее была ситуация с нарушением трехэлектродного аудиона при использовании его в качестве детектора. Проблема, стоявшая перед судьей Майером в более раннем судебном разбирательстве, была ограничена потенциальным нарушением патента, в котором аудион представлен как простой нерегенеративный детектор (см. схему на рис. 15), а не аудиона в цепи регенеративного детектора, потому что де Форест не использовал детектор в регенеративной цепи. Однако к концу первой мировой войны правительство широко использовало трехэлектродный аудион в своих регенеративных приемниках, поэтому Претензионный суд должен был рассмотреть его использование в качестве регенеративного детектора в дополнение к схеме детектора, первоначально рассмотренной в более раннем судебном разбирательстве.

Суд принял к сведению тот факт, что аудион при использовании в простой схеме детектора давал отклик примерно на 50 % больше, чем кристаллический детектор, а также ненамного больше, чем клапан Флеминга. В то время, как аудион при использовании в схеме регенеративного детек-

тора давал сигнал в 20—30 раз сильнее кристаллического детектора. Решение суда о том, что регенеративный детектор работает принципиально иначе, чем детектор Флеминга, имело большое значение и, несомненно, было верным. Отличительной особенностью регенеративного детектора была его способность (в которой использовался другой принцип, чем у клапана Флеминга) к усилению, тогда как наиболее важной характеристикой трехэлектродного аудиона как нерегенеративного детектора была его способность выпрямления, но с относительно небольшим усилением. Клапан Флеминга работал только в режиме выпрямления, в основном на эффекте Эдисона, и не обладал способностью усиления сигнала

Однако, вопреки выводам суда по искам, трехэлектродный аудион при использовании в качестве нерегенеративного детектора работал по совершенно тому же принципу, что клапан Флеминга. Трехэлектродный аудион не был бы великим изобретением, если бы это был всего лишь немного более эффективный детектор, а не усилитель, которым он позже оказался. Поскольку совершенно ясно, что де Форест просто изменил конструкцию клапана Флеминга, добавив третий электрод, чтобы получить немного более эффективный детектор. Суд, вероятно, ошибся, обнаружив, что аудион при использовании в простой схеме детектора не нарушает патент на детектор клапана Флеминга.

Маркони обжаловал это решение в Верховном суде США (*U. S. Supreme Court*). Это дело было рассмотрено в суде 9—12 апреля 1943 г. Верховный суд оставил в силе решение суда низшей инстанции, согласившись с тем, что отказ от ответственности был недействителен, а также с тем, что, поскольку отказ от ответственности был произведен несвоевременно, а только через 10 лет после подачи заявки, то весь патент считается недействительным [22, р. 69].

Далее суд заявил, что ему не нужно было определять, нарушает ли использование правительством радиооборудования патент Флеминга, поскольку он был признан недействительным из-за неправильного отказа от ответственности. Таким образом, в конце концов Верховный суд (*Supreme Court*) согласился с судом по искам (*Court of Claims*) в том, что патент Флеминга был недействительным, но только по той технической причине, что недействительный отказ от ответственности сделал недействительным весь патент.

По иронии судьбы отказ от ответственности, поданный в 1914 г., предназначенный для сохранения патента, который требовал больше, чем следовало, в конечном счете сыграл свою роль в его признании недействи-

тельным в 1943 г., по прошествии длительного времени после истечения срока его действия. Примерно в это же время сэр Джон Флеминг, все еще полный сил в свои 92 года, опубликовал статью, в которой не отметил проделанные до него исследования с выпрямительным клапаном Присом (*Preece*) и Хауэллом (*Howell*), заявив даже об открытии так называемого «эффекта Эдисона», но не сделал при этом ни одного упоминания имени Эдисона. Статью прочитал де Форест, и за эти упущения он высказал Флемингу справедливый упрек, попутно обратив его внимание на недавнее решение Верховного суда. В ответе Флеминга было выражено глубокое пренебрежение к тому, что простой американский суд смог подумать о своем любимом ребенке [26, p. 457].

По правде говоря, признание патента Флеминга недействительным практически никак ни на что не повлияло, за исключением, возможно, интересов Маркони, которые не смог получить компенсацию за предполагаемые нарушения как до, так и во время первой мировой войны.

Первоначальный патент Флеминга, впервые поданный в Англии, остался нетронутым, и научное сообщество и историки приписывали и до сих пор приписывают Флемингу изобретение современной вакуумной лампы, а в Англии вакуумную лампу до сих пор называют клапаном (англ. *valve*). Презрение Флеминга к решению американского суда понятно и, вероятно, будет таким же, как презрение американского изобретателя с патентом США, которое могло бы проявиться, если бы его патент в другой стране был признан недействительным при аналогичных обстоятельствах — особенно по техническим причинам.

## 20. Заключение

На протяжении всей жизни де Фореста оригинальность его наиболее важных изобретений горячо оспаривалась как учеными, так и патентными поверенными. Со временем, осознав, что он не сможет добиться успеха в бизнесе или производстве, де Форест неохотно продал свои патенты крупным коммуникационным компаниям для коммерческого развития. Некоторые из наиболее важных продаж были сделаны по очень низким ценам, в частности, Американской телефонной и телеграфной компании (*AT&T*), которая использовала аудион в качестве важного компонента в ретрансляторах усиления электрического сигнала в телефонных линиях большой протяженности.

### Список литературы

1. Пестриков В. М. Генезис аудиона Ли де Фореста // Инфокоммуникационные и радио-электронные технологии. 2021. Т. 4, № 1. С. 42—79.
2. Пестриков В. М. Продвижение Ли де Форестом инноваций беспроводного телефона на рынке услуг // Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии. 2021. Т. 4, № 2. С. 107—146.
3. Erb E. Double Audion von de Forest. 1909. URL: [https://www.radiomuseum.org/forum/double\\_audion\\_von\\_de\\_forest\\_1909.html#1](https://www.radiomuseum.org/forum/double_audion_von_de_forest_1909.html#1) (дата обращения: 25.09.2021).
4. Armstrong E. H. The Audion and De Forest. From Letters to the editor // *Wireless World*. January 1954. P. 17.
5. Butcher E. E. How to Conduct a Radio Club. Article II // *The Wireless Age*. 1914. No. 1. P. 275.
6. Okamura S. *History of Electron Tubes*. IOS Press, 1994. 233 p.
7. Fuhring J. The Coherer and Other Early Radio Detectors. URL: <http://www.geojohn.org/Radios/MyRadios/Coherer/Coherer.html> (дата обращения: 25.09.2021).
8. De Forest apparatus // *Modern-Electrics*. 1909. No. 11. P. 391.
9. Wireless telegraph // *Scientific American*. November 25, 1905. Vol. 93, No. 22. P. 427.
10. Another opportunity to procure Wallace Valve Detector at our Special Bargain Price // *Modern Electrics*. 1913. No. 8. P. 519.
11. The De Forest Audion // *The Electrical Experimenter*. 1916. Vol. 4, No. 4. P. 228.
12. Butcher E. E. How to Conduct a Radio Club. Article III // *The Wireless Age*. 1914. No. 4. P. 525.
13. Robison S. S. *Manual of wireless telegraphy for the use of naval electricians*. Annapolis, Md., The United States Naval Institute. 1911. P. 138–139.
14. Arapostathis Stathis. Marconi's legal battles : Discursive, textual, and material entanglements // *History of Science*. 2019. Vol. 57 (1). P. 99.
15. Satia P. War, Wireless, and Empire : Marconi and the British Warfare State, 1896–1903 // *Technology and Culture*. October 2010. Vol. 51, No. 4. P. 829–853.
16. Improvements in Apparatus for Wireless Telegraphy /Marconi G. and Marconi's wireless telegraph company. Patent GB7777. Complete Specification Left, 25<sup>th</sup> Feb., 1901 – Accepted, 13<sup>th</sup> Apr, 1901. Date of Application, 26<sup>th</sup> Apr., 1900.
17. Marconi wireless telegraph Co. of America v. National Electric signaling Co. (two cases) // *Federal reporter with key-number annotations*. Vol. 213. Permanent edition cases argued and determined in the circuit courts of appeals and district courts of the United States. June–July 1914. St. Paul West publishing Co., 1914. P. 815–863.
18. Apgar C. E. Making the Records from Sayville // *The Wireless Age*. September 1915. Vol. 2, No. 12. P. 877–880.
19. Butcher E. E. How to Conduct a Radio Club. Article II // *The Wireless Age*. 1914. No. 14. P. 280.
20. Marconi wireless telegraph Co. Of America v. De Forest radio telephone & telegraph Co. et al. // *Federal reporter with key-number annotations*. Vol. 225. Permanent edition cases argued and determined in the circuit courts of appeals and district courts of the United States. October–November 1915. St. Paul West publishing Co., 1915. P. 65–67.
21. Marconi wireless telegraph Co. of America v. De Forest radio telephone & telegraph Co. et al. // *Federal reporter with key-number annotations*. Vol. 236. Permanent edition cases argued and determined in the circuit courts of appeals and district courts of the United States. December 1916 – January 1917. St. Paul West publishing Co., 1917. P. 942–955.
22. Wenaas E. P. Marconi vs. De Forest Audion Infringement Litigation Revisited // *AWA Review*. 2007. Vol. 20. P. 47.

23. Forest de Lee. The Audion – I: A New Receiver for Wireless Telegraph // Scientific American Supplement. November 30, 1907. No. 1665. P. 349.
24. Marconi wireless telegraph Co. of America v. De Forest radio telephone & telegraph CO. et al. // Federal reporter with key-number annotations. Vol. 243. Permanent edition cases argued and determined in the circuit courts of appeals and district courts of the United States. September – October 1917. St. Paul West publishing Co., 1917. P. 566.
25. Armstrong E. H. Operating Features of the Audion // Electrical World. December 12, 1914. Vol. 64, No. 24. P. 1149–1152.
26. Forest de Lee. Father of Radio. The Autobiography. 1<sup>st</sup> edition. Chicago : Wilcox & Follett Co., 1950. P. 213–214.
27. Forest de Lee. Static Valve for Wireless Telegraph System. Patent US823402. Application filed Dec. 9, 1905. Patented June 12, 1906.
28. Marconi Wireless Telegraph Company of America v. The United States, No. 33642, United States Court of Claims (Nexis Lexis, 81 Ct. Cl. 671 ; 1935 U. S. Ct. Cl. LEXIS 189), November 4, 1935, Decided.
29. L. F. H. Betts and Clarence Mackay. 1915. URL: <https://www.loc.gov/item/2014701985/> (дата обращения: 26.09.2021).
30. Radio vacuum – Tube Litigation is Settled // Radio Amateur News. August 1919. Vol. 1. No. 2. P. 77.
31. Howeth L. S. History of Communications-Electronics in the United States Navy. Washington : Government Printing Office, 1963. P. 377.
32. Tyne G. F. J. Saga of the Vacuum Tube. First edition. Prompt Publications, 1994. P. 115.
33. Marconi Company asks Millions Dollars' Damages from the U. S. // The Wireless Age. October 1916. Vol. 4, No. 1. P. 21.

### 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.