Прототипы первых русских радиоламп

проф. Виктор Пестриков, г. Санкт-Петербург

Первые радиолампы собственного изготовления появились в России только в середине 1914 года. До этого использовались радиолампы, которые импортировались из-за рубежа.

Импорт радиоламп в Россию

25 октября 1906 г. американский инженер Ли де Форест (Lee de Forest) подал заявку на получение патента, и на следующий год, 15 января 1907 г., получил патент США за номером 841387 на «Устройство для усиления слабых электрических токов» («Device for Amplifying Feeble Electric Currents»). Автор назвал свое изобретение «аудион» (от латинского слова «аудио» - слушаю). В ноябрьском номере No. 1665 журнала «Scientific American Supplement» за 1907 была опубликована статья Ли де Фореста «Аудион - новый приемник беспроволочной телеграфии» (The audion - a new receiver for wireless telegraphy). Трехэлектродная лампа вначале применялась в основном для приема радиопередач и усиления звука. Первый радиопередатчик на трехэлектродной лампе был построен только в 1913 году сотрудником немецкой компании Telefunken Александром Мейсснером (Alexander Meissner). До 1914 года в России из-за отсутствия собственных разработок и производства приемно-усилительных радиоламп их поставки осуществлялись из-за рубежа. Этим видом экономической деятельности занимались различные посреднические компании, фирмы и т.д. Например, акционерное общество «Крымов, Тупальский и К˚ («Импорт»)» предлагало в России различные радиотехнические изделия фирмы де Фореста, в частности, двухступенчатые усилители аудион-ультраудион типа РЗ с девятью запасными лампами и детектор аудион-ультраудион с тремя запасными лампами. Причем цены, заявленные фирмой, значительно превышали их себестоимость: например, за усилитель предприниматели просили 1770 руб., за детектор - 855 руб., а запасные лампы к ним - 450 и 150 руб. соответственно. В июне 1915 года в Петрограде была учреждена Всеобщая русская компания радиотелеграфа, радиотелефона и электроизмерительных приборов (ВРКР), во главе которой в качестве технического директора значился приват-доцент Петроградского университета Леонид Евгеньевич Габрилович. К его положительным качествам относилось знание радиотехники, а также занятие научными исследованиями. Габрилович Л. Е. работал над «системой беспроволочного телеграфирования, которая позволяла бы одновременно принимать с одной антенны несколько телеграмм разной длины волн». Его система беспроволочного телеграфирования показала хорошие результаты при испытаниях в течение 1909-1912 г. в радиотелеграфной лаборатории Морского ведомства. Компания ВРКР имела долгосрочные контракты с французской радиотелеграфной фирмой «Compagnie Generale de Radiotelegraphie» (C.G.R.) и приобрела от нее исключительное право на «производство и продажу» в России, Хиве, Бухаре и Персии всех патентов, конструкций, типов и моделей радиоаппаратуры названной фирмы. Собственной производственной базы ВРКР не имела. Кроме Л. Е. Габриловича, французскую фирму в России представляли прибывшие из Парижа помощник директора завода «Compagnie Generale de Radiotelegraphie» А. Сигон и главный инженер по монтажу и измерениям Г. Вуллей. В годы Первой мировой войны к изготовлению отдельных узлов радиостанций и даже целых комплектов активно привлекались различные заводы и даже кустарные мастерские. Так, бывший сотрудник В. П. Вологдина по заводу ДЕКА Артур Александрович Янсон (1890-12.01.1919), талантливый инженер с хорошими организаторскими способностями, быстро подобрал знающих специалистов, организовал частную лабораторию и начал выпускать передающие устройства для подвижных радиостанций малой мощности. Эта лаборатория изготовляла также ламповые радиоприемники и усилители на основе французской лампы типа R5. К большому сожалению, А.А. Янсон в декабре 1919 года простудился при установке радиомачты и умер.



Рис.1. Французская лампа типа R5

В связи с войной для русской армии понадобились ламповые передатчики и усилители низкой частоты. В 1915 году военное министерство России начало получать такую радиоаппаратуру из Франции. Ламповые радиотелефонные передатчики работали на лампах усилительного типа, включенных для повышения мощности параллельно. Из-за огромных трудностей с доставкой этой аппаратуры и ламп настоятельно требовалось наладить их производство в России. Следует заметить, что конструкторские идеи, заложенные в зарубежные радиолампы, в частности, английские радиолампы Г. Раунда и французскую лампу типа «R», оказали основное влияние на русских радиотехников, занявшихся созданием отечественных усилительных и генераторных радиоламп.

Радиолампы Раунда

Английский инженер Генри Джозеф Раунд (Henry Joseph Round, 02.06.1881-17.08.1966) с 1902 года работал в компании Г. Маркони (Guglielmo Marconi) в Великобритании. В период с 1910 г. по 1930 г. он был ведущим специалистом компании по разработкам радиоламп и узлов к ним. Он был плодовитым изобретателем и за свою жизнь получил 117 патентов на различные изобретения. Генри Раунд сконструировал и запатентовал различные конструкции катодных реле в надежде на то, что другие специалисты найдут им применение. Его радиолампы оказались очень эффективны-



Рис.2. Генри Джозеф Раунд (Henry Joseph Round)



Рис.3. Радиолампа Раунда типа С. 1913 г.

ми. Компания Marconi с одной стороны была заинтересована в поддержании мирового лидерства в радиосвязи, а с другой не интересовалось потребительскими рынками и радиовещанием. В компании радиолампы Раунда изготавливались в небольшом количестве и предназначались только для внутреннего использования в разработках собственных конструкций радиоустройств.

В 1913 году Г. Раунд сконструировал одну из первых «мягких» трехэлектродных радиоламп, работавших с ионной составляющей анодного тока (английский патент № 28413 от 1913 г.). Эта усилительная радиолампа получила наименование Marconi/Round типа C и нашла применение в радиоприемниках и звуковых усилителях типа DC Amplifier Triode. Нить накала этого триода была сделана из платины и покрывалась известью для лучшей эмиссии электронов.



Рис.4. Радиолампа Раунда типа N. 1914-15 г.г.

Первые радиолампы Раунда для компании Marconi изготавливала Электроэнергетическая компания Edison Swan. В 1914-15 г.г. появилась лампа Раунда типа N с платиново-иридиевой нитью накала. Лампа работала при анодном напряжении около 35 В. Стеклянная колба лампы имела диаметр 48 мм, а высоту 160 мм.

Лампа типа N обладала внутренним сопротивлением 2 кОм и относилась также к классу мягких вакуумных ламп. Ее работа в большой степени зависела от количества газа, содержавшегося в колбе. В связи с этим в верхней части лампы в стеклянном отростке длиной 38 мм находился столбик асбеста диаметром 10 мм с небольшим количеством адсорбированного газа. При нагревании асбеста выделялся газ, который компенсировал недостающее количество газа при работе лампы. Когда же лампа была холодной, то асбест поглощал часть свободного газа. Хорошая работа лампы зависела от оптимальной температуры нагрева нити накала.

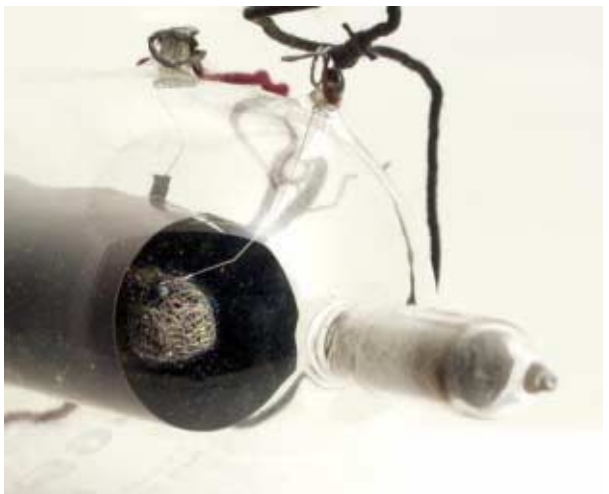


Рис.5. Вид верхней части радиолампы типа N с расположенным в ней столбиком асбеста. 1914-15 г.г.

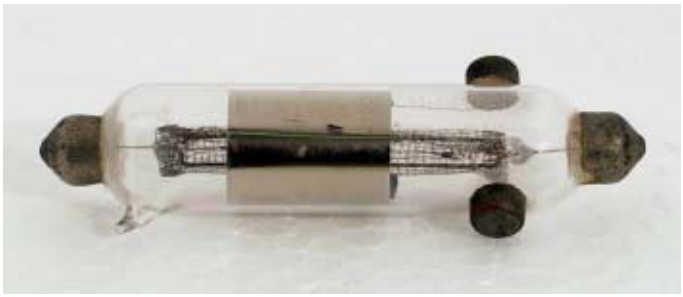


Рис.6. Радиолампа Раунда типа Q. 1916 г.

Лампа типа N использовалась в радиоприемниках в качестве высокочастотного усилителя. На этой лампе было изготовлено 27 радиоприемников, которые работали на частоте 60 - 500 кГц. «Мягкие» лампы, в частности типа N, представляли определенные трудности не только при их производстве, но и при эксплуатации. Поэтому Г. Раунд в дальнейшем отказался от конструкции ламп с круглой формой стеклянной колбы, в которой содержалось небольшое количество газа, и перешел к конструированию ламп с высоким уровнем вакуума. В 1916 году на основе радиолампы типа C, Г. Раунд сконструировал радиолампу общего применения типа Q для компании Marconi. Ее главные особенности: небольшие габариты и хорошо раздельные электроды, которые позволили минимизировать емкость сетка/анод и повысить усиление. Помимо этого нить накала полностью располагалась внутри сетки. Эта последняя особенность была сделана в соответствии с патентом Раунда.

Наиболее поразительная особенность триода типа Q состояла в том, что сетка лампы была сплетена из проволоки, а анод был выполнен в виде металлического цилиндра. Стеклянный баллон имел диаметр 15 мм, а высоту 70 мм без контактных головок. Диаметр контактных головок лампы составлял 23 мм. Радиолампа типа Q была типичным триодом с вольфрамовой нитью накала. Для ее нагрева требовался источник питания с напряжением 5 В и силой тока 0,5 А. Эта радиолампа прекрасно подходила для гражданской и военной радиоаппаратуры, однако, у нее было два основных недостатка. Один из них - большое внутреннее сопротивление, что требовало большого анодного напряжения, по крайней мере, 150 В для ее хорошей работы. В сложных ситуациях часто оказывалось, что подходящих запасных батарей с таким напряжением не всегда можно было найти. Еще один недостаток заключался в том, что для ее эксплуатации требовалось квалифицированное обслуживание. Если у профессионалов были необходимые навыки, то солдаты этим не обладали. Первые радиолампы Раунда приблизительно до 1919 года делались вручную мастерами исследовательского отдела разработок ламп Эдисван (The Research Department of the Ediswan Lamp Works). Круглая форма ламп использовалась в первых конструкциях радиоламп мягкого типа. Эти лампы выглядели подобно лампам Раунда типа N, диаметр стеклянного баллона 46 мм, а длина 170 мм. После



Рис.7. Радиолампа Раунда типа V24. 1916 г.

1919 года радиолампы для компании Marconi стала производить Company Marconi-Osram Valve (M-OV). Среди первых катодных реле, произведенных Marconi-Osram в 1919 году, была конструкция типа V24, которая напоминала тип Q, но имела более низкое внутреннее сопротивление, что позволяло ее использовать для усиления как высоких, так и низких частот. Радиолампа типа V24, по-существу, вытеснила тип Q. Конструкция типа V24 была такова, что ее могли изготовлять работники невысокой квалификации с низкой заработной платой, что было выгодно при массовом производстве радиоламп.

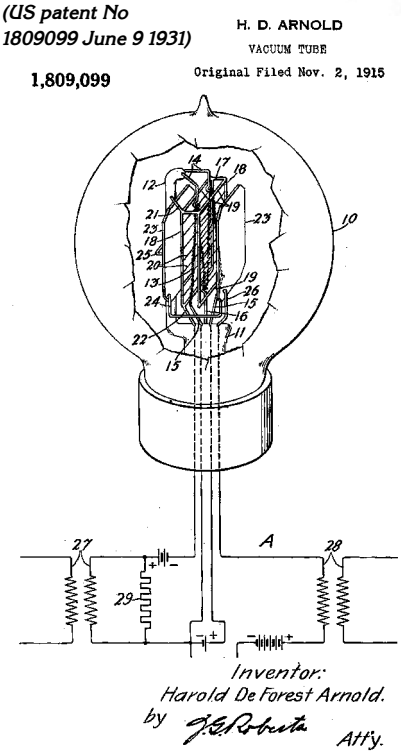
Невзирая на то, что компания Marconi держала разработки ламп конструкции Раунда в строгом секрете, отдельные экземпляры все же оказывались в других странах, в том числе и России, где их копировали.

Французская радиолампа типа R

Радиолампа типа R была сконструирована и произведена во Франции во время Первой мировой войны, благодаря успехам ее военной разведки. Первые аудионы были несовершенными и очень капризными в работе радиолампами. Даже их создатель, Ли де Форест, не понимал, как они работают, и не представлял ценности своего изобретения. В 1912 году компании Western Electric Company (производственный филиал компании American Telephone and Telegraph Company или сокращенно AT&T) потребовался хороший усилитель-ретранслятор для дальних телефонных линий. В том же году 30 октября в инженерный отдел компании AT&T явился со своим изобретением Ли де Форест. Демонстрация аудиона показала, что он обладает недостаточным усилением для нормальной работы радиоустройств, а сам процесс усиления зависит от интенсивности появления яркой голубой дымки в стеклянном баллоне. Присутствовавший на демонстрации сотрудник этой компании доктор Гарольд Д. Арнольд (Dr Harold De Forest Arnold, 03.09.1883-10.07.1933) понял не только потенциальную ценность аудиона, но также и то, что необходима большая и длительная по времени программа научных исследований, чтобы довести это устройство до практического использования в телефонии. Вначале доктор Арнольд разобрался с присутствием газа в баллоне лампы, которому Ли де Форест придавал большое значение. Он пришел к выводу, что синяя дымка в баллоне вызвана ионизацией остаточных газов в объеме лампы. Увеличение вакуума, то есть устранение остаточного газа, должно сделать аудион пригодным для практических целей. По рекомендации Г. Арнольда компания AT&T приобрела за 50000 долларов патентные права у Ли де Фореста на использование аудиона в различных областях техники, кроме радиосвязи. Исследования Г. Арнольда подтвердили его догадки о том, что в баллоне лампы должен быть высокий вакуум, а газа не должно быть вообще. Под высоким вакуумом обычно понимают давление $p < 10^{-3}$ мм рт. ст. Далее Г. Арнольд изменил устройство аудиона Ли де Фореста и уже 18 октября 1913 года он сделал свою первую электронную усилительную лампу с высоким вакуумом или жесткую радиолампу типа L со сроком службы 4000 часов.



Рис.8. Лампа Гарольда Арнольда: сверху - общий вид (1914 г.), снизу - схема включения (US patent No 1809099 June 9 1931)



Компания AT&T провела испытания электронных ламп высокого вакуума на протяженных телефонных линиях. Осенью 1913 года компания Western Electric Company начала строительство телефонной линии к западу от Денвера (Denver) и модернизацию линий на востоке США. Благодаря разработкам Г. Арнольда компания Western Electric Company уже на следующий 1914 год произвела установку телефонных усилителей на лампах с высоким вакуумом на протяженных линиях передач[1]. 27 июня 1914 года было завершено строительство телефонной линии и последнего узла связи в Вендовере (Wendover, штат Юта.). К этому времени угроза войны в Европе стала уже реальностью. Летом 1914 года в поездке по США находился сотрудник немецкой компании Telefunken Пол Пикон (Paul Pichon), целью которого был сбор информации о последних разработках в области беспроводной связи. В ходе своего турне он посетил компанию Western Electric, где получил образцы последних высоковакуумных аудионов вместе с полной информацией относительно их использования. Пол Пикон был французом. Он покинул Францию в 1900 году, чтобы избежать службы в армии. Эмигрировав в Германию, он стал зарабатывать на жизнь преподаванием французского языка. Среди его учеников были дети графа Арко (von Arco), одного из основателей компании Telefunken. Благодаря этому Пикон П. впоследствии был принят на работу в компанию в качестве ее технического представителя. При возвращении в Германию в конце его американского турне Пол Пикон приплыл на атлантическом лайнере в Саутгемптон (Southampton, город и порт на южном побережье Великобритании). Он оказался в Лондоне 3 августа 1914 в тот самый день, когда Германия объявляла войну Франции. Несчастный молодой человек оказался в затруднительном положении: с одной стороны, он французский дезертир, с другой - иностранец для Германии. В сомнениях он обратился за советом к Годфри Исааксу (Godfrey Isaacs), управляющему директору Маркони. Пол Пикон рассказал ему, что он все еще остается французским подданным, но он не может вернуться во Францию, так как будет сразу арестован. Годфри Исаакс не смог оценить важности информации, которой обладал технический представитель компании Telefunken. Он посоветовал ему вернуться во Францию, и предложить свои услуги французским властям. Пол Пикон приехал в Кале (Calais, город во Франции, порт у пролива Па-де-Кале), где был сразу арестован. В ответ на это, он показал привезенные из Америки несколько американских экземпляров аудионов De Forest, усилитель на трансформаторах и гетеродин. Он убедил представителей власти устроить ему встречу с руководителем французского Военного Телеграфного Сервиса (French Military Telegraphic Service). Им оказался полковник Густав Феррие (Gustav Auguste Ferrie, 19.11.1868- 16.02.1932), который, узнав об этом, немедленно приказал привести к нему Пола Пикона со всем его багажом и бумагами.

Убедившись в достоверности информации, полковник Феррие немедленно представил образцы радиоламп П. Пикона группе выдающихся физиков для дальнейшей оценки. Одновременно он поручил своему сотруднику Генри Абрахаму (Henri Abraham) организовать по имеющейся документации изготовление опытных образцов радиоламп на заво-

[1] Первая трансконтинентальная телефонная линия на лампах Арнольда между Нью-Йорком и Сан-Франциско была открыта 25 января 1915 г. В том же году 29 сентября была произведена первая демонстрация трансконтинентальной радиотелефонной передачи из Нью-Йорка в Арлингтон (Arlington), штат Вирджиния (Virginia), а затем в Сан-Франциско и Гонолулу. Гарольд Арнольд в 1925 г. стал первым директором исследовательского отдела Bell Telephone Labs и был им до конца своей жизни.

де Граммонт (Э. С. и А. Grammont) в Лионе. Проект конструкции изделий был существенно изменен французскими инженерами Мишелем Пери (Michel Peri) и Жаком Биге (Jacques Biguet). Через 12 месяцев были изготовлены первые образцы радиоламп, которые получили наименование во Франции как тип TM (the Type TM, Telegraphie Militaire - Военная телеграфная лампа). Иногда эту радиолампу называют лампой Пери. В начале 1916 года несколько образцов изготовленных радиоламп французы послали Адмиралтейству в Лондоне и Королевской Военно-морской сигнальной школе (the Royal Naval Signal School) в Портсмуте (Portsmouth). Очень скоро стало очевидно, что эти французские трехэлектродные радиолампы превосходят по своим характеристикам не только последние образцы аудионов, но мягко-вакуумные лампы Раунда (Round). В том же году в Великобритании в сжатые сроки организовали производство подобных радиоламп на заводах компаний BTH, Ediswan and Osram-Robertson, под маркой тип «R». Однако, было уже поздно, французская трехэлектродная радиолампа получила широкое распространение и была вне конкуренции. И именно под названием «R» французская радиолампа получила свою известность. Так благодаря промышленному шпионажу был достигнут прогресс в совершенствовании трехэлектродных ламп и произошло их внедрение в практику. В 1916 году было произведено более 100000 радиоламп типа TM, в ноябре 1918 года их производство было доведено до 1000 ламп в день. Благодаря лампе TM были построены первые усилители звуковой частоты типа «3 TER», которые подключались к детекторным радиоприемникам типа «Boite A» с галеновым кристаллом. Эта аппаратура поставлялась для французской армии во время войны. Популярность этой радиолампы объяснялась еще и тем, что ее можно было легко заменить в радиоаппаратуре, так как она имела цокольный разъем. В лампе анод, сетка и нить накала соединялись с металлическими штырьками на цоколе. Характеристики лампы TM были следующими: коэффициент усиления: 10, напряжение накала 4 В, ток накала 0,7 А, анодное напряжение 40 В, крутизна характеристики 0,4 мА /В. Продолжительность жизни первого поколения ламп составляла около 100 часов.



Рис.9. Густав Феррие (Gustav Ferrie).1887 г.

Во время Первой мировой войны американская компания Moorhead наладила производство варианта конструкции радиолампы типа R для британской армии по патенту Флеминга № 803684 (Fleming). В американской конструкции в отличие от европейской лампы анод был установлен вертикально. Американская маркировка лампы типа R имела вид - R(A). Нить накала лампы была из чистого вольфрама и для ее нагрева требовался ток 0,7 А с напряжением 4 В. Компания Moorhead во время войны поставила для британской армии ламп типа R(A) более 2000 штук.



Рис.10. Французская радиолампа типа R

На бумажной полоске, наклеенной на цоколь этих американских ламп, делалась надпись: PATENTED This Moorhead valve is licensed under the Fleming patent-Number 803684. Other patents pending (ЗАПАТЕНТОВАНО. Эта лампа Moorhead по лицензии Флеминга патентномер 803684. Соответствует патентным требованиям). Даже сегодня британские радиолампы типа R, изготовленные между 1917 и 1920 гг. не являются редкостью и не представляют особого интереса для коллекционеров. Найти же сегодня настоящие французские радиолампы является большой удачей для любителей



Рис.11. Радиолампа типа «R» американской компании Moorhead.1918

ретро. Они могут быть идентифицированы по их маркировкам. Радиолампы, изготовленные компанией Grammont, отмечены знаком «TM Metal», в то время как сделанные вторым производителем Compagnie General des Lampes имели маркировку «TM Fotos».



Рис.12. Радиолампа «TM Metal» производства компании Grammont (Франция). 1915 г.



Рис.13. Радиолампа типа «TM Fotos» производства компании Compagnie General des Lampes (Франция). 1915 г.

В начале 20-х годов XX века французская радиолампа типа TM стала базовой конструкцией для первых советских приемно-усилительных ламп систем М.М. Богословского и систем В.И. Волынкина, но это уже отдельная страница в истории отечественных радиоламп.