



27-я Международная Крымская конференция СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии

Материалы конференции

**10—16 сентября 2017 г.
Севастополь, Крым, Россия**

Том 8

**Н. История развития радиотехнологий и телекоммуникаций,
история и методология науки и техники
(IX Федотовские чтения)**

**Москва • Минск • Севастополь
2017**

УДК 621.3.029.62+621.39
ББК 32я431
С255

Организаторы:

Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ) — проект № 17-07-20555
Российское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи
(РНТОРС) им. А. С. Попова
Крымский научно-технологический центр им. проф. А. С. Попова (Севастополь)
Севастопольский государственный университет,
Институт радиоэлектроники и информационной безопасности
Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского,
Физико-технический институт (Симферополь)
Крымская астрофизическая обсерватория,
Отдел радиоастрономии и геодинамики (Кацивели)
ОАО «НПП "Исток" им. Шокина» (Фрязино)
ОАО «Интеграл», НТЦ «Белмикросистемы» (Минск)
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники (Минск)
НП ОАО «Фаза» (Ростов-на-Дону)
АО «Микроволновые системы» (Москва)
НПП «Системные ресурсы» (Москва)
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
ООО «Радиокомп» (Москва)
Уральский федеральный университет им. первого Президента России
Б. Н. Ельцина (Екатеринбург)
National Instruments (Москва)
Таркус (Ростов-на-Дону — Севастополь)

Техническая и информационная поддержка:

IEEE, Moscow MTT/ED Chapter
IEEE, Moscow AP Chapter
Медиагруппа «Электроника»

27-я Международная Крымская конференция «**СВЧ-техника** и телеком-
C255 муникационные технологии» (КрыМиКо'2017). Севастополь, 10—16 сентября
2017 г. : материалы конф. в 9 т. — Москва ; Минск ; Севастополь, 2017. —
ISBN 978-966-335-433-0 (тт. 1—9).

Т. 8 : III, 157 [1734—1890] с. : ил. — ISBN 978-966-335-441-5.

В 8-й том включены материалы 16 докладов, которые были представлены на заседаниях секций по направлению Н. История развития радиотехнологий и телекоммуникаций, история и методология науки и техники (IX Федотовские чтения).

Материалы конференции изданы также на флеш-накопителе.

Сборник предназначен для широкого круга специалистов в области СВЧ-техники и телекоммуникационных технологий. Сборник также будет полезен студентам и аспирантам телекоммуникационных, радиотехнических и радиофизических факультетов вузов.

УДК 621.3.029.62+621.39
ББК 32я431

ISBN 978-966-335-433-0 (тт. 1—9)
ISBN 978-966-335-441-5 (т. 8)

© Оргкомитет КрыМиКо'2017
© КНТЦ им. Попова, 2017

Том 8

СЕКЦИЯ Н/1: ИСТОРИЯ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ И РАДИОТЕХНОЛОГИЙ

Н.1	АВТОДИННЫЙ РАДИОВЗРЫВАТЕЛЬ — ГЕНИАЛЬНАЯ ЗАСЛУГА А. БЬЮТМЕНТА Носков В. Я.	1734
Н.2	О ПЕРВЫХ ОПЫТАХ А. С. ПОПОВА В ОБЛАСТИ ВОЕННОЙ И ГРАЖДАНСКОЙ РАДИОСВЯЗИ В 1899—1902 гг. Ермолов П. П., Обуховец В. А.	1741
Н.3	ИЗ ИСТОРИИ УРАЛЬСКОЙ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ Иевлев В. И., Павлов В. Г.	1754
Н.4	ИЗОБРЕТЕНИЕ ПЕНТАГРИДА Пестриков В. М.	1759
Н.5	ИЗОБРЕТЕНИЕ ТРИОД-ГЕКСОДА Пестриков В. М.	1770
Н.6	ИЗОБРЕТЕНИЕ ОКТОДА Пестриков В. М.	1780
Н.7р	ИЗОБРЕТЕНИЕ ТРИОД-ГЕПТОДА Пестриков В. М.	1795
Н.8р	HISTORY OF MOBILE RADIO COMMUNICATIONS Ilcev D. S.	1808
Н.9р	HISTORY OF MOBILE SATELLITE COMMUNICATIONS Ilcev D. S.	1820

СЕКЦИЯ Н/2: ИСТОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ, ЮБИЛЕИ

Н.10	ОБ ЭВОЛЮЦИИ РАДИОСЕТИ Золотинкина Л. И.	1832
Н.11	ИЗОБРЕТЕНИЕ КАК ИСТОРИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС Шарыгина Л. И.	1839
Н.12	ЭНЦИКЛОПЕДИЯ «РАДИОТЕХНИКА» (изд. дом «Додэка-XXI», 2002) КАК ИСТОЧНИК ТЕРМИНОВ-ЭПОНИМОВ В ОБЛАСТИ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ И РАДИОТЕХНОЛОГИЙ Ермолов П. П.	1845
Н.13	90 ЛЕТ РАДИОЛЮБИТЕЛЬСКОМУ ДВИЖЕНИЮ В КРЫМУ Пузанков Л. А.	1855
Н.14	ИНСТИТУТУ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ (ИРИТ-РТФ Урфу) 65 ЛЕТ Шабунин С. Н., Гусев О. А., Коберниченко В. Г., Астрецов Д. В.	1867
Н.15	ПАТРИАРХ РОССИЙСКИХ АНТЕННИЩИКОВ (к 90-летию Дмитрия Ивановича Воскресенского) Касьянов А. О., Касьянова А. Н.	1873
Н.16р	СЕВАСТОПОЛЬСКИЕ ПРОЕКТЫ РОССИЙСКОГО ФОНДА ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ (к 25-летию РФФИ) Гуляев Ю. В., Ермолов П. П.	1881

Autodyne Radio Proximity Fuzes: Brilliant Merit of W.A.S. Butement

Vladislav Ya. Noskov

Ural Federal University

Ekaterinburg, 620002, Russian Federation

noskov@oko-ek.ru

Abstract: The historical information on the creation by British scientists for British air defense systems during the Second World War of a remote radio proximity fuze was used, in which an autodyne transceiver was used as a proximity sensor. The role of W.A.S. Butement in the creation and improvement of this radio proximity fuze is shown and some information from the biography of the scientist is given.

Keywords: autodyne, radio proximity fuze, radar system, W.A.S. Butement.

Автодинный радиовзрыватель – гениальная заслуга А. Бьютмента

Носков В.Я.

Уральский федеральный университет

г. Екатеринбург, 620002, Российская Федерация

noskov@oko-ek.ru

Аннотация: Изложены исторические сведения создания английскими учёными для систем противоздушной обороны Великобритании в годы Второй мировой войны дистанционного радиовзрывателя, в котором использовался в качестве датчика близости цели автодинный приёмопередатчик. Показана роль Бьютмента в создании и совершенствовании этого радиовзрывателя и приведены некоторые сведения из биографии учёного.

Ключевые слова: автодин, автодинный приёмопередатчик, радиовзрыватель, системы радиолокации, Бьютмент.

1. Введение

Учения военно-воздушных сил Великобритании, проведенные в 1936/37 годах, показали значительное отставание британской истребительной авиации по сравнению с уровнем развития средств бомбардиров-

ки вероятного противника – нацистской Германии. Создание нового класса истребителей (монопланов) и их производство в требуемом количестве – довольно затратный и, главное, длительный процесс. Поэтому для скорейшего устранения этого недостатка, была предложена новая тактика защиты территории страны от массированных налётов немецкой авиации, известная как «бомбардировка бомбардировщиков» [1,2].

Идея состояла в том, что с самолётов, встречающих врага на преобладающей высоте, должны сбрасываться бомбы, которые взрываются в скоплении вражеских бомбардировщиков. Для реализации этой идеи требовались неконтактные взрыватели, которые автоматически обнаруживали бы цель при её нахождении рядом и вызывали бы подрыв бомбы.

В период уже начавшихся военных действий были сначала разработаны и изготовлены акустические и фотоэлектрические неконтактные взрыватели. Однако, несмотря на обнадеживающие результаты полевых испытаний, в реальных условиях боевого применения они дали отрицательный результат. Последующие попытки применения для решения этой проблемы магнитные и электростатические явления вблизи пролетающего самолёта, также оказались безуспешными.

В ходе выполнения работ по программе создания неконтактных взрывателей появилась идея использования радиоволнового принципа обнаружения цели. Возможность реализации этой идеи было поручено изучить А. Бьютменту, известному специалисту по радиолокации. С этой задачей он успешно справился и совместно со своими коллегами создал образцы неконтактных взрывателей, в которых использовался (в нашей терминологии) автодинный принцип построения приёмопередатчика.

Цель настоящего сообщения – рассмотреть раннюю историю изобретения радиовзрывателей и её предпосылки более детально. Данная тема в известной автору литературе (см. [3] и ссылки в ней) освещена недостаточно для выяснения подробностей о вкладе А. Бьютмента в создание автодинного неконтактного взрывателя.

2. Некоторые штрихи «доавтодинной» биографии

Уильям Алан Стюарт Бьютмент (William Alan Stewart Butement: 18.08.1904–25.01.1990) как учёный внёс значительный вклад в повышение обороноспособности Великобритании и Австралии, был важным государственным служащим. Он был одним из пионеров развития радиолокационной техники в Великобритании во время Второй Мировой войны. В послевоенный период он был первым научным руководителем Австралий-

ской научной службы обороны. Свою профессиональную карьеру после ухода на пенсию он закончил в должности научного руководителя в частной компании [4,5].

А. Бьютмент родился в Мастертоне, Новая Зеландия, сын уроженца Англии У. Бьютмента, известного врача и хирурга, и его жены тоже английского происхождения Э.Л. Стюарт. Когда Алану было восемь лет, семья переехала в Сидней, где он начал учёбу в колледже. Через год семья переехала снова, но на этот раз в Лондон, Англия. Там он окончил колледж и поступил в Лондонский университет, где ему довелось слушать лекции Э.В. Эпплтона. В 1926 году получил степень бакалавра по физики. Последующие два года он продолжил обучение в магистратуре.

В 1928 году А. Бьютмент поступил на службу в штат военного офиса «Экспериментальное Отделение Сигналов» (Signals Experimental Establishment – SEE) в Лондоне, в качестве научного сотрудника, занимающегося разработкой радиооборудования для британской армии. Совместно с П.Е. Поллард (P.E. Pollard) он разработал радиоустройство для обнаружения кораблей. Макетный образец, работающий на частоте 600 МГц и использующий импульсную модуляцию, дал положительные результаты испытаний. Однако представителей военного ведомства решение данной задачи не заинтересовало. Тем не менее, в январе 1931 года, описание аппарата было внесено в *Книгу Изобретений* [6,7]. Это была первая официальная запись в Великобритании по радарной технологии.

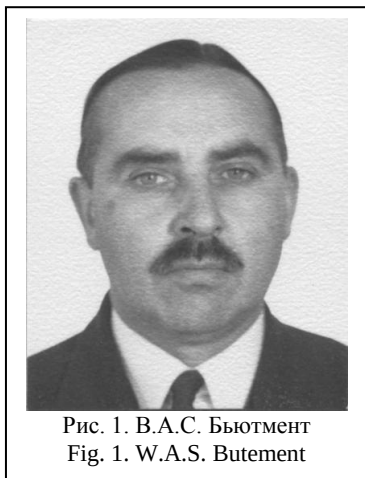


Рис. 1. В.А.С. Бьютмент
Fig. 1. W.A.S. Butement

В октябре 1936 года команда учёных под руководством Р.У. Ватта на берегу Северного моря построила радиолокационную систему определения дальности и направления (Range and Direction Finding – RDF) целей для защиты острова от вторжения кораблей и самолётов неприятеля. В состав этой команды входила группа учёных и специалистов из SEE, среди которых был также А. Бьютмент. Он был назначен ответственным за развитие «Береговой защиты» (Coastal Defence – CD), использующей радиолокаторы для управления противокорабельными и зенитными орудиями. К началу 1938 года им был создан опытный образец

РЛС для проведения испытаний. В этом образце использовался импульсный передатчик на 200 МГц с выходной мощностью до 150 кВт. Для пере-

дающей и приемной антенн он разработал дипольную решетку высотой 3 и шириной 7,2 м. Для повышения точности определения направления на цель было использовано переключение диаграммы направленности дающей антенны [8].

В сентябре 1939 года А. Бьютмент (см. рис. 1) был назначен помощником директора по научным исследованиям «Экспериментального корпуса Воздушной Защиты (Air Defense Experimental Establishment – ADEE). Здесь он продолжил заниматься усовершенствованием системы CD. Одна из модификаций этой системы обеспечивала наведение прожекторов ПВО на самолеты. Он также разработал методику определения промаха орудий относительно корабля по координатам выброса воды и брызг, вызванных попаданием снарядов в море.

Заслуги А. Бьютмента связаны не только с практическим осуществлением РЛС в Великобритании. Известен также его существенный вклад в теорию радиолокации, по крайней мере, в Великобритании. Он первым вывел математическое соотношение, которое позже стало широко известно как «уравнение дальности радиолокатора» [5,9].

3. Создание автодинного взрывателя

С началом боевых действий с Германией стала очевидной проблема повышения эффективности огня зенитной артиллерии. База знаний в радиотехнике позволила А. Бьютменту и его помощникам Е. Шир (E.S. Shire) и А. Томсону (A.F.H. Thomson) найти потенциальное решение этой проблеме. 30 октября 1939 года комитет по применению RDF (Application Committee – AC) рассмотрел предложения А. Бьютмента для реактивного снаряда. Впоследствии, на заседании комитета, состоявшемся 7 мая 1940 года, сначала обсуждались два возможных варианта использования предложенных решений, а затем в ходе обсуждения появился третий [1,2].

По первому варианту снаряд снабжается радиоприемником, предназначенным для запуска тиратрона в цепи детонатора при получении определенного командного импульса. Радиолокационная установка RDF будет непрерывно анализировать положения самолета и снаряда. Взрывное устройство на снаряде будет приводиться в действие импульсом, посылаемым от отдельного передатчика, в тот момент, когда отметки самолета и снаряда совпадают.

По второму варианту радиолуч радара, в котором частота будет непрерывно изменяться в узком диапазоне, будет удерживаться на цели. В этих условиях приближающийся к цели снаряд получает сигналы двух

разных частот в любой момент времени. Один сигнал прямой от наземного локатора, а второй – отраженный от цели. Сокращение расстояния между снарядами и мишенью уменьшает разницу в частоте между двумя сигналами, что приводит к «биениям» непрерывно уменьшающейся частоты (см. рис. 2). Взрыватель будет содержать радиоприемник, способный после получения сигнала заданной низкой частоты запускать тиратрон для срабатывания детонатора.

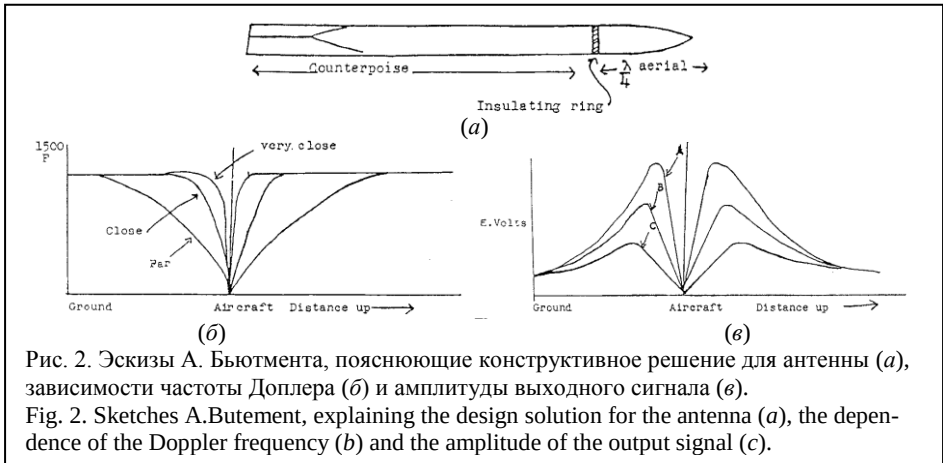


Рис. 2. Эскизы А. Бьютмента, поясняющие конструктивное решение для антенны (а), зависимости частоты Доплера (б) и амплитуды выходного сигнала (в).

Fig. 2. Sketches A. Butement, explaining the design solution for the antenna (a), the dependence of the Doppler frequency (b) and the amplitude of the output signal (c).

Второй вариант решения был сразу одобрен комитетом. После дальнейшего обсуждения этого предложения комитет пришел к третьему варианту решения, основанному на эффекте Доплера. Для этого необходимо было поместить в снаряде одновременно и передатчик и приемник, что позволит обойтись без необходимости применения наземной станции. Е. Шир доказал, что требуемая чувствительность системы может быть получена с использованием малой мощности передатчика. Это означает, что имеется возможность создать достаточно компактное устройство автономного взрывателя. А. Томсон предложил использовать подсоединенный непосредственно к антенне генератор непрерывных колебаний, настроенный таким образом, чтобы его анодный ток изменялся в соответствие с вариациями эффективного импеданса антенны (self-detecting oscillator), т.е., в нашем понимании, автодин. Данный принцип построения приёмопередающих устройств был известен ранее и широко применялся, например, в самолётных радиоальтиметрах.

Предварительные эксперименты, проведенные в июне 1940 г., подтвердили возможность применения автодинов, поэтому было принято решение АС о продолжении работ. Под руководством А. Томсона были раз-

работаны первые образцы радиовзрывателей, которые пошли на оснащение авиационных бомб и реактивных снарядов. Создать промышленный образец радиовзрывателя для зенитных орудий в Великобритании в то время из-за ограниченных технологических и финансовых возможностей Соединённого Королевства не удалось.

В соответствии с неформальным соглашением между У. Черчиллем и Ф.Д. Рузвельтом об обмене научной информацией потенциально военного назначения в сентябре 1940 г. США посетила английская делегация – научная миссия Чезарда (Н. Tizard). Она передала американским коллегам, наряду с рядом технических и технологических решений, документацию и образец радиовзрывателя. Технические характеристики и параметры его были высоко оценены американскими инженерами, которые по данному направлению также вели работы, но менее успешно [10]. Схема английского радиовзрывателя была принята за основу при разработке его варианта для артиллерийских систем [11].

Благодаря высокому научно-техническому и технологическому потенциалу Америки схема А. Бьютмента менее чем через год была адаптирована под самое массовое производство в США и Канаде радиовзрывателей. Было изготовлено около 22 млн. штук различных модификаций. Они в несколько раз по объёму производства превышали все иные электронные устройства, выпускаемые во время войны.

На последних стадиях войны зенитные снаряды, снабженные радиовзрывателями, играли основную роль в защите Лондона от немецких летающих бомб V-1, отражении налётов немецкой авиации на караваны судов с поставками по Ленд-лизу (Lend-lease) и атак японских камикадзе на Тихоокеанском театре военных действий. При выполнении сухопутных операций на европейской территории после открытия союзниками Второго фронта также использовались артиллерийские снаряды с радиовзрывателями против немецкой пехоты, показавшие высокую эффективность.

4. Заключение

Жизни многих тысяч солдат Союзных Сил удалось сохранить благодаря созданию и активному использованию в боевых действиях снарядов, оснащённых автодинными радиовзрывателями. Многие военные эксперты считают создание этого устройства вторым по важности после атомной бомбы достижением техники вооружения за годы Второй Мировой войны. Годами позже А. Бьютмент говорил, что он рассматривает радиовзрыватели как его наиболее важное достижение в своей жизни.

Список литературы

- [1] Burns R.W. Early history of the proximity fuze (1937-1940). IEE Proceedings A – Science, Measurement and Technology, 1993, vol. 140, no. 3, pp. 224-236.
- [2] Burns R.W. Factors affecting the development of the radio proximity fuse 1940-1944. IEE Proceedings – Science, Measurement and Technology, 1996, vol. 143, no. 1, pp. 1-9.
- [3] Noskov V.Ya. The History of Invention and Development of Autodyne Proximity Fuzes. Proceedings of 23-th International Crimean Conference “Microwave & Telecommunication Technology”, Sevastopol, Ukraine, 2013, pp. 26-29.
- [4] W.A.S. Butement. Available at: <http://ru.wikipedia.org/> (accessed 10 April 2017).
- [5] History of radar. <http://en.academic.ru/dic.nsf/enwiki/639958>
- [6] Butement W.A.S., Pollard P.E. Coastal Defense Apparatus. Inventions Book of the Royal Engineers Board, Jan. 1931.
- [7] Swords S.S. Technical History of the Beginnings of Radar. Peter Peregrinus, Ltd, 1986, 336 p.
- [8] Butement W.A.S., Newsam B., Oxford A.J. Precision Radar. Electrical Engineers – Part IIIA: Radiolocation, Journal of the Institution of, 1946, vol. 93, no. 1, pp. 114-126.
- [9] Brown L. A Radar History of World War II: technical and military imperatives. Inst. of Physics Publishing, 1999, 563 p.
- [10] Baldwin, Ralph B. The Deadly Fuze: Secret Weapon of World War II. Brand: Presidio Press, 1980, 332 p. ISBN-10:0891410872.
- [11] Butement W.A.S., Shire E.S., Thomson A.F.H. Patent No.: GB 585791. Improvements in or Relating to Projectiles. Data of Patent: Feb. 25, 1947.

References

- [1] Burns R.W. Early history of the proximity fuze (1937-1940). IEE Proceedings A – Science, Measurement and Technology, 1993, vol. 140, no. 3, pp. 224-236.
- [2] Burns R.W. Factors affecting the development of the radio proximity fuse 1940-1944. IEE Proceedings – Science, Measurement and Technology, 1996, vol. 143, no. 1, pp. 1-9.
- [3] Noskov V.Ya. The History of Invention and Development of Autodyne Proximity Fuzes. Proceedings of 23-th International Crimean Conference “Microwave & Telecommunication Technology”, Sevastopol, Ukraine, 2013, pp. 26-29.
- [4] W.A.S. Butement. Available at: <http://ru.wikipedia.org/> (accessed 10 April 2017).
- [5] History of radar. <http://en.academic.ru/dic.nsf/enwiki/639958>
- [6] Butement W.A.S., Pollard P.E. Coastal Defense Apparatus. Inventions Book of the Royal Engineers Board, Jan. 1931.
- [7] Swords S.S. Technical History of the Beginnings of Radar. Peter Peregrinus, Ltd, 1986, 336 p.
- [8] Butement W.A.S., Newsam B., Oxford A.J. Precision Radar. Electrical Engineers – Part IIIA: Radiolocation, Journal of the Institution of, 1946, vol. 93, no. 1, pp. 114-126.
- [9] Brown L. A Radar History of World War II: technical and military imperatives. Inst. of Physics Publishing, 1999, 563 p.
- [10] Baldwin, Ralph B. The Deadly Fuze: Secret Weapon of World War II. Brand: Presidio Press, 1980, 332 p. ISBN-10:0891410872.
- [11] Butement W.A.S., Shire E.S., Thomson A.F.H. Patent No.: GB 585791. Improvements in or Relating to Projectiles. Data of Patent: Feb. 25, 1947.

О первых опытах А. С. Попова в области военной и гражданской радиосвязи в 1899—1902 гг.

¹Ермолов П.П., ²Обуховец В.А.

¹Институт радиоэлектроники и информационной безопасности
Севастопольского государственного университета
ул. Университетская, 33, Севастополь, Россия, 299053
p.p.yermolov@mail.ru

²Институт радиотехнических систем и управления
Южного федерального университета
ул. Энгельса, 1, Таганрог, Россия, 347922
vao@tsure.ru

Аннотация: С целью формирования у будущих специалистов таких компетенций, как способность уважительно и бережно относиться к историческому наследию и осуществлять свою деятельность с использованием знаний в области истории науки и техники, в докладе рассмотрена первые практические опыты в области военного и гражданского применения радиосвязи (на Черноморском флоте и в Ростовском порту) под руководством А. С. Попова, который четыре раза приезжал в Севастополь (в 1899 г., в 1901 г. — дважды, в 1902 г.) и два раза — в Ростов-на-Дону (в 1901 и 1902 гг.). Отмечается несоответствие сведений о здании, в котором размещалась первая гражданская радиостанция России. Рекомендовано использование материалов доклада при изучении дисциплины «Введение в специальность» на профильных кафедрах университетов Севастополя и Таганрога.

Ключевые слова: компетенции будущих специалистов, Черноморский флот, Ростовский порт, лоцмейстерский пост, о. Перебойный, мемориальная доска, введение в специальность, Севастополь, Таганрог.

1. Введение

Период конца XIX — начала XX вв. ознаменовался большим прорывом в области экспериментального и практического развития беспроводной телеграфии. Говоря о практическом развитии, следует отметить опыты на судах Учебно-минного отряда в Кронштадтской гавани (1897—1898 гг.), испытания радиостанций, изготовленных фирмой Дюкрете, на кораблях Черноморской эскадры (1899 г.), строительство и эксплуатация линии радиосвязи между островами Гогланд и Кутсало (1900 г.), строительство и эксплуатация первой в России коммерческой радиолинии в Ростове-на-Дону (1901 г.) и др.

Несмотря на достаточно хорошую изученность в историко-научной сфере деятельности изобретателя радиосвязи профессора А. С. Попова на Черноморском флоте и Ростовском порту, студенты, обучающиеся на профильных кафедрах как Севастопольского государственного университета, так и Южного федерального университета, слабо владеют информацией об этой деятельности. Этот факт не способствует формированию у будущих специалистов таких компетенций, как способность уважительно и бережно относиться к историческому наследию и способность осуществлять свою деятельность на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории науки и техники, декларируемых в федеральных государственных образовательных стандартах.

Материал настоящего доклада может служить основой для соответствующих разделов дисциплин, посвященных введению в специальность.

2. Черноморский флот, 1899—1902 гг.

Остановимся на наиболее важных и значимых моментах деятельности А. С. Попова на Черноморском флоте. Более детально эти вопросы изложены в [1].

В этой публикации сделана попытка оценить то значение, которое имели проводившиеся в 1899—1902 гг. т. н. «черноморские опыты» Попова. В качестве источниковой базы были взяты публикации того периода в Крымском вестнике,¹ переписка Александра Степановича с супругой — Раисой Алексеевной из фонда Мемориального музея А. С. Попова и вышедшая в Санкт-Петербурге книга — летопись его жизни и деятельности [2].

При цитировании орфография и пунктуация сохранены (правописание в начале прошлого века отличалось от современного).

Крымский вестник, раздел Хроника:² *Предстоящие опыты беспроводного телеграфирования с судов практической эскадры Черного моря вызвали живой интерес. <...> Две лекции, прочитанные в Морском собрании преподавателем минных офицерских классов г. Поповым, привлекли много слушателей, среди которых было немало дам. Сейчас трудно пред-*

¹ «Крымский вестник» — ежедневная политическая, общественная и литературная газета, выходила в Севастополе с 1888 по февраль 1918 г. Либерально-буржуазное издание. Издатели-редакторы — Н. Пшерадский, С. Спиро, В. Люксембург. Имела постоянных корреспондентов в Бердянске, Евпатории, Керчи, Мелитополе, Николаеве, Симферополе, Феодосии, Ялте и других городах.

² Крымский вестник. Суббота, 2-го июня 1901 г. № 139.

ставить, чтобы лекции какого-то малоизвестного исследователя (а к Попову в 1901 г., пожалуй, можно отнести это определение) вызвало бы интерес любых слушателей (если не заострять внимание на гендерном аспекте).

Вероятнее всего, Александр Степанович не вел дневников. Но письма супруге писал регулярно. В настоящее время сохранившиеся письма стали весьма ценным источником информации.

Так, в письме от 6 июня³ он писал: *По временам на меня нападает мысль, что не следует переходить в институт...* (речь идет об организованном в 1891 г. Электротехническом институте императора Александра III, в который его приглашали преподавать — Авт.) *по временам напротив, бывают разные военные дела, что хочется быть от них подальше... Хотя порядки в здешнем порте* (имеется в виду Севастополь — Авт.) *и отношение ко мне, да кажется вообще к делу неизмеримо лучшие кронштадтских...*

Фрагмент письма от 8 июня 1901 г.:⁴ *... Это письмо я пишу из Севастополя <...> Сегодня видел Ксению Александровну, следовало у ней целовать руку, но я не догадался и просто поздоровался ... Впечатление оба и Ал. Мих. и Ксения Ал. производят очень хорошее — молодые, любящие друг друга супруги очень простого вида и на вид очень симпатичные — никакого величия в ни в чем не заметил <...> В Севастополь не вернусь...*

Если во втором письме описана чисто курьезная ситуация — Попов не поцеловал при встрече руку великой княгини, родной сестры императора Николая II, то первое письмо открывает нам одну из причин, по которой внедрение первых отечественных систем телеграфирования без проводов на практической эскадре произошло на Черноморском флоте, а не в Кронштадте, где испытания проводились на судах учебно-минного отряда.

Другим очень важным фактором этого является энтузиазм лейтенанта Черноморского флота Вячеслава Никаноровича Кедрина,⁵ ученика Попова по минному офицерскому классу, ставшего впоследствии первым начальником Службы связи Черного моря (который известен также как один из инициаторов создания морской авиации и начальник Севастопольской авиашколы в 1910—1911 гг.). Между Поповым и Кедриним сложились как производственные, так и дружеские отношения, о чем свидетельствует их переписка.

³ ММП (Мемориальный музей Попова). Ф. 2.1.3. № 337.

⁴ ММП. Ф. 2.1.3. № 338, 636.

⁵ В. Н. Кедрин — первый начальник Службы связи Черного моря // Очерки о связистах Российского флота : краткая история создания и развития Службы связи ВМФ в период 1900—1930-х гг. / Р. Р. Биккенин, А. А. Глущенко, М. А. Партала ; под ред. Ю. М. Кононова. — СПб, 1998. С. 91—120.

Но самым главным фактором того, что Черноморский флот был основным испытательным полигоном и основным объектом внедрения оборудования для телеграфирования без проводов, безусловно, является стратегическая значимость Черноморского флота в этот период истории Российской империи.

В цитируемой публикации [1] рассмотрены технические аспекты «черноморских опытов», в том числе достижение 19 и 20 августа 1901 г. дальности телеграфирования на расстояния до 70 миль (112 км) во время следования Практической эскадры Черного моря из Севастополя в Новороссийск. В ходе этих испытаний А. С. Попов также убедился в загоризонтном распространении радиоволн. Был выполнен и ряд других очень важных экспериментов.

В этой же публикации внесена ясность по вопросу, касающемуся сроков и числа пребывания А. С. Попова на Черноморском флоте:

1. 19 августа — 10(?) сентября 1899 г.;
2. 22 мая — 4(?) июля 1901 г.;
3. 31(?) июля — конец августа 1901 г.;
4. 22 августа — 3 сентября 1902 г.

3. «Ростов — родина гражданского радио»

На одном из сайтов, посвященных Ростову-на-Дону, представлена статья 1998 г. с вынесенным в название раздела названием, посвященная построенной в этом городе первой в России коммерческой радиолнии [3]. Прочитируем эту статью.

<...>

За опытами А. С. Попова пристально следили в Ростове — в Комитете Донских гирл, прекрасно понимая их практическое значение в улучшении донского судоходства, от которого, в конечном итоге, зависело благосостояние города.

Комитет Донских гирл был создан в Ростове по Высочайшему повелению 29 апреля 1865 г. с целью «создания судоходного фарватера Дона, гирл и морского подходного канала к р. Дон в удобном для прохода судов состоянии, посредством землечерпательных и других гидротехнических работ». Комитет также устанавливал специальные знаки и огни по судоходным фарватерам, способствовал проходу судов. Деятельность комитета распространялась на нижний судоходный фарватер Дона (от Нахичевани-на-Дону до устья Дона), Донские гирла и морской проходной канал в Таганрогском заливе.

<...>

Обсуждая мероприятия по улучшению судоходства в низовьях Дона, Комитет Донских гирл решил установить постоянную связь Ростовского порта с донскими гирлами для своевременного получения капитанами судов сведений об обстановке в гирлах (уровни воды в ериках, состояние фарватера, сила ветра, ледовая обстановка). Вначале с этой целью была создана оптическая сигнализация, для чего у выходных бакенов поставили специальное судно, на мачте которого днем поднимали шары, а ночью зажигали огни, по количеству равные глубине судоходного фарватера. С целью обеспечения более надежной связи Комитет Донских гирл в 1900 году обратился с ведома Морского министра к Александру Степановичу Попову с просьбой установить «беспроволочный телеграф» и получил положительный ответ. 2 июня 1901 года в управлении Ростовского почтово-телеграфного округа было заведено дело № 49 «Об устройстве Комитетом Донских гирл беспроволочного телеграфа по системе профессора Попова между лоцмейстерским постом и маячным судном р. Дон».

<...>

— Какое место можно считать «первой радиоточкой» на Дону?

— В середине августа 1901 года А. С. Попов приезжал в Ростов, чтобы лично провести сеансы радиосвязи. В Ростове он встречался с членами Комитета Донских гирл, руководством Управления Ростовского почтово-телеграфного округа и Ростовского порта. Для практического сеанса радиосвязи Попов выбрал лоцмейстерский пост на о. Перебойном в низовьях Дона, где устанавливает принимающий сигналы связи аппарат. Передающий прибор устанавливается на плавучем маяке. 24 августа 1901 года А. С. Попов лично передал с плавучего маяка сигнал: «Внимание! Внимание! Всем! 27 августа 1901 г. Два часа пополудни». Это был первый в России опыт гражданской радиосвязи.

— То, что провел Александр Попов в Ростове, было разовой акцией или его контакты с городскими властями продолжались и впредь?

— 28 августа 1901 года А. С. Попов уехал в Санкт-Петербург, откуда поддерживал радиосвязь с радистами в гирлах Дона, где открылось и оборудовалось телеграфное отделение «Донские гирла».

В фондах Ростовского областного музея хранится еще один интересный документ на бланке заведующего телеграфного отделения в Донских гирлах: рапорт заведующего отделением А. Пашкевича на имя начальника Ростовского почтово-телеграфного округа от 6 ноября 1901 года, в котором говорится: «Во исполнение предписания от 13 минувшего сентября за № 29214, имею честь донести Вашему Превосходительству, что действие по беспроволочному телеграфу открыто мною 2-го ноября и в настоящее время проходит хорошо».

Летом 1902 года ПОПОВ вторично приезжал в Ростов для профилактического осмотра станции и проведения еще одного интересного опыта в Донских гирлах: он перенес передающую аппаратуру с плавучего маяка на «Ледокол Донских гирл», который взял курс на Таганрог. С ледокола на лоцмейстерский пост стали передавать радиogramмы, четкость приема которых не менялась по мере удаления ледокола. Из Таганрога Попов поплыл к Чимбурским ведам (в 37 верстах от о. Перебойного), но устойчивая прекрасная радиосвязь сохранилась. Это свидетельствовало о возможности впредь использовать радиосвязь на буксирных пароходах и ледоколах, находящихся в Таганрогском заливе.

После второго приезда Попова в Ростов Комитет Донских гирл открыл станцию беспроволочного телеграфа на Богатыновском источнике.

Радиостанция А. С. Попова работала в гирлах Дона до первой мировой войны.

4. Увековечение

Именем Александра Степановича Попова в Севастополе названа улица — 22 декабря 1954 г. ул. Матросская, расположенная между ул. Шмидта и ул. Годлевского, была переименована в ул. Попова.⁶ Есть предположение, что это переименование связано с именем уроженца Севастополя профессора Александра Дмитриевича Фортушенко (1903—1989), одного из инициаторов создания Всесоюзного научно-технического общества радиотехники и электросвязи им. А. С. Попова.

С деятельностью Попова на Черноморском флоте связывают также происхождение еще одного севастопольского топонима — мыса Радиогорка на Северной стороне города. Вероятной причиной такого названия краеведы считают нахождение на этом мысе *одной из двух радиостанций, устроенных А. С. Поповым летом 1901 г.*⁷

Наконец, третьим местом в Севастополе, связанным с именем Попова, является памятный знак в честь 100-летия изобретения радио на Матросском бульваре (рис. 1—5), торжественное открытие которого состоялось 7 мая 1997 г. (в непростые 90-е годы на создание памятного знака ушло не 6, а 8 лет!). Памятный знак *представляет собой стелу высотой 4,5 метра, заканчивающуюся стилизованным изображением локатора с молниеобраз-*

⁶ У карты Севастополя : Справочник /Ляхович А., Шорин Л., Веникеев Е., Шавшин В. — Симферополь : Таврия, 1982. С. 182.

⁷ Там же. С. 66.

ными стрелами. При создании памятника был применен зеленый диорит из карьера Скалистое и белый известняк из карьера Альминский. По четырем фасадам памятника размещены чугунные памятные доски:

- главный фасад — барельеф с изображением А. С. Попова,
- южный фасад с надписью: *Здесь в 1904 году была установлена первая в России мощная береговая радиостанция «Сигнальная мачта»,*
- восточный фасад с надписью: *В честь 100-летия изобретения радио в России А. С. Поповым. 25 апреля 1895 г. — 7 мая 1995 г.,*
- западный фасад с надписью: *В Севастополе в 1899 и 1901 годах Александр Степанович Попов испытывал первые корабельные радиостанции. Ниже на этом же фасаде размещен барельеф с изображением броненосца «Георгий Победоносец» [4].*

Памяти А. С. Попова посвящена также монография [5], в которой собраны и обобщены все доступные авторам материалы, касающиеся деятельности Попова на Черноморском флоте и в Крыму.

К числу неосуществленных проектов следует отнести проект создания холла, посвященного истории развития радиотехнологий в Севастополе и Крыму [6]. Проект был привязан к холлу на 4-м этаже главного корпуса Севастопольского национального технического университета на ул. Университетской, 33, на котором был размещен факультет радиоэлектроники и кафедра радиотехники и телекоммуникаций университета. На двух длинных и одной короткой стенах холла предполагалось размещение стендов на русском языке, стендов на английском языке и бюста Попова соответственно. Креативный подход к дизайну проекта (общий вид холла приведен на рис. 6) был призван привлечь к нему внимание, в первую очередь, студентов факультета радиоэлектроники.



Рис. 1. Памятный знак в Севастополе



Рис. 2. Памятный знак в Севастополе
(главный фасад)



Рис. 2. Памятный знак в Севастополе
(западный фасад)



Рис. 2. Памятный знак в Севастополе
(южный фасад)



Рис. 2. Памятный знак в Севастополе
(восточный фасад)

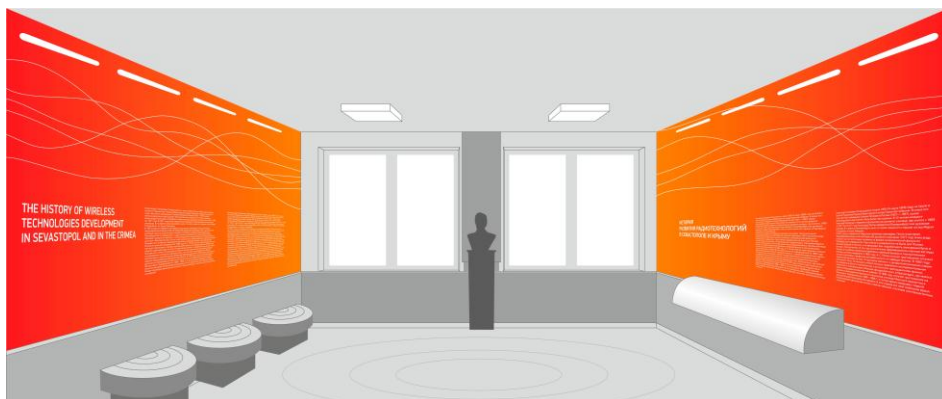


Рис. 6. Общий вид холла, посвященного истории развития инфокоммуникаций
и радиотехнологий в Севастополе и Крыму

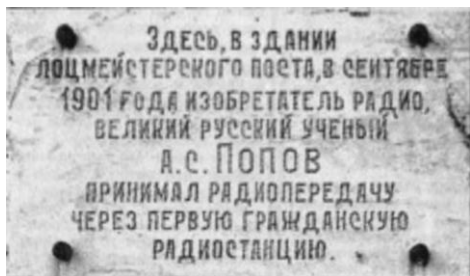


Рис. 7. Мемориальная доска на о. Перебойный



Рис. 8. Мемориальная доска в Ростовском порту

В Ростове-на-Дону именем А. С. Попова названа улица, расположенная в Советском районе. От улицы Доватора она спускается к Змиёвской балке параллельно улицам Павлова и Пархоменко.

В 1956 г. на Дону, на о. Перебойный была установлена мемориальная доска: «Здесь, в здании лоцмейстерского поста, в сентябре 1901 года великий русский ученый, изобретатель радио А. С. Попов принимал радиопередачу через первую гражданскую радиостанцию» (рис. 7).

Позже мемориальная доска в память пребывания Попова в Ростове установлена также в Ростовском порту (рис. 8). Содержание обеих досок идентично.

В [7] приведено фото здания лоцмейстерского поста, в котором А. С. Попов принимал радиопередачу через первую гражданскую радиостанцию (рис. 9). Там же да-

ется следующее описание этого объекта: *Здание одноэтажное, кирпичное, оштукатуренное <...> Построено в последней четверти XIX в. Здание одноэтажное, кирпичное, оштукатуренное, под соломенной крышей. Фасад здания, обращенный к Дону, оформлен двумя оконными проемами с профилированными сандриками, подоконными филенками и тягой. Дом в плане прямоугольный с входным тамбуром и примыкающими к нему двумя комнатами.*

Сайт «Живой Ростов» [8] утверждает следующее: *Лоцмейстерский пост появился на острове Перебойном в начале 1890-х годов при выходе гирла Егурча в Таганрогский залив. Главной задачей его была передача информации капитанам судов об уровне воды в донских гирлах. Для этого здесь был установлен телеграф и мачта, на которой поднимались визуальные знаки с цифрами. Мачта размещалась над центром одноэтажного протяженного строения — на крыше возвышавшейся граненой ротонды.*

В 1901 году на лоцпост прибыл известный физик, профессор Александр Попов, приглашенный Комитетом донских гирл для установки приемно-передающего радиоустройства. Тогда подобные радиостанции, правда, военного назначения, уже были установлены им в Петербурге и Кронштадте.

На лоцмейстерском посту и плавучем маяке (на расстоянии 12 километров) 27 августа 1901 года началась работа радиостанции.

В августе 1902 года Александр Попов вновь посетил остров Перебойный.

В итоге была налажена четкая радиосвязь между лоцмейстерским постом, плавучим маяком, Ростовским портом и судами, находящимися в плавании по Азовскому морю. Эта гражданская радиостанция работала более десяти лет, а после начала Первой Мировой войны была передана военному ведомству.

В конце 1940-х годов разобранное деревянное строение лоцпоста перенесли на левый берег Дона и вновь собрали вблизи ростовского железнодорожного моста, передав водной станции «Динамо».

Для лоцпоста на острове Перебойном возвели небольшой каменный домик, который неоднократно перестраивался и на котором сейчас висит памятная доска, посвященная первому в мире сеансу гражданской радиостанции.

Т. е., по утверждению [8], в [7] приведен даже не новодел, а небольшой каменный домик, а во времена деятельности Попова здание лоцпоста выглядело так, как показано на рис. 10. Для устранения этого противоречия требуются дополнительные исследования.

Памятник А. С. Попову (рис. 11) установлен в Ростове-на-Дону перед зданием Радиочастотного центра Южного федерального округа (Буденновский проспект, дом 50). Надпись на фасаде памятника:

ПОПОВ
АЛЕКСАНДР
СТЕПАНОВИЧ
1859—1906
ВЕЛИКИЙ
РУССКИЙ УЧЕНЫЙ
ИЗОБРЕТАТЕЛЬ
РАДИО

Надпись на обратной стороне (надо полагать) памятника: *«Я горд тем, что в России, а не за рубежом, открыто новое средство связи, и ес-*

ли не современники, то, может быть, потомки оценят это большое открытие». А. С. Попов и 27.08.1901 г. в устье реки Дон заработала первая гражданская радиостанция России. А. С. Попов отправил короткое сообщение: «Внимание! Всем! Всем! 27 августа 1901 г. Два часа пополудни».



Рис. 9. Здание лоцмейстерского поста, в котором А. С. Попов принимал радиопередачу через первую гражданскую радиостанцию [7]



Рис. 10. Лоцмейстерский пост — первая гражданская радиостанция России. Ростов-на-Дону. Фото Веры Волошиновой [8]



Рис. 11. Памятник А. С. Попову в Ростове-на-Дону перед зданием Радиочастотного центра Южного федерального округа (Буденновский проспект, дом 50)

5. Заключение

Материал доклада будет способствовать формированию у будущих специалистов таких компетенций, как способность уважительно и бережно относиться к историческому наследию и способность осуществлять свою деятельность на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории науки и техники.

Список литературы

1. Ермолов П.П., Воробьев В.В. А.С. Попов и Черноморский флот (к 150-летию со дня рождения) // 19-я Междунар. Крымская конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2009): материалы конф. в 2 т. (Севастополь, 14—18 сент. 2009). — Севастополь: Вебер, 2009. Т. 1. С. 23—29.
2. Летопись жизни и деятельности Александра Степановича Попова / Л.И. Золотинкина, М.А. Партала, В.А. Урвалов; под ред. акад. РАН Ю.В. Гуляева. — СПб.: Изд-во СПбГУ «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), 2008. 560 с.
3. Ростов — родина гражданского радио. Режим доступа: <http://постовгород.рф/histori-abc/1244-rostov-rodina-grazhdanskogo-radio?showall=1> (дата обращения 01.07.2017).
4. Ляпин З.Г. О создании в Севастополе памятного знака в честь 100-летия изобретения радио А.С. Поповым // Материалы конф., посвящ. 150-летию А. С. Попова (Севастополь, 16 марта 2009). Севастополь: Вебер, 2010. С. 177—180.

5. Ермолов П.П., Федотов Е.А. А.С. Попов: крымский аспект (к 150-летию основателя радиотехнологий). Севастополь: Вебер, 2010. 191 с.
6. Ермолов П.П., Ермолов А.П. Эскизный проект холла, посвященного истории развития радиотехнологий в Севастополе и Крыму // 21-я Междунар. Крымская конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2011) : материалы конф. в 2 т. (Севастополь, 12—16 сент. 2011). Севастополь: Вебер, 2011. Т. 1. С. 121—122.
7. Материалы Свода памятников истории и культуры РСФСР. Ростовская область: сб. науч. тр. / М-во культуры РСФСР, АН СССР, НИИ культуры; Авт.-сост. Э.А. Шулепова. М.: НИИК, 1990. 174 с.
8. Лоцмейстерский пост // Живой Ростов. Режим доступа: <http://werawolw.ru/?p=5417> (дата обращения 01.07.2017).

Из истории уральской микроэлектроники

Иевлев В.И., Павлов В.Г.

*Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина
г. Екатеринбург, 620002, Российская Федерация
v.i.ievlev@urfu.ru*

Аннотация: *Краткая история появления и развития производства гибридных интегральных схем и микросборок частного применения на трех ведущих предприятиях военно-промышленного комплекса Урала: НПО Автоматики имени академика Н. А. Семихатова, Уральском электромеханическом заводе и Свердловском заводе радиоаппаратуры. Авторы — очевидцы и непосредственные участники описанных событий.*

Ключевые слова: система управления, бортовой компьютер, полупроводниковая интегральная схема, гибридная интегральная схема, микросборка, микроэлектроника, микроэлектронная аппаратура, многослойная печатная плата.

1. Введение

Зарождение и становление отечественной микроэлектроники в годы холодной войны было прежде всего связано с совершенствованием систем управления (СУ) межконтинентальными баллистическими ракетами (МБР).

В 1964 г. в США была создана первая в мире серийная микроэлектронная БЦВМ D37 для СУ МБР Minuteman II. В компьютере использовалось около двух тысяч полупроводниковых интегральных схем (ИС). Для монтажа и коммутации ИС и необходимых дискретных компонентов впервые были применены многослойные печатные платы (МПП), что позволило достичь максимальной (на то время) плотности компоновки. Средняя точность поражения (круговое вероятное отклонение) была улучшена до 500 м.

Среди основных достижений отечественной микроэлектроники в период 1960-70 гг. можно отметить:

1. Создание центра микроэлектроники в Зеленограде, на который были возложены задачи формирования научно-технических и промышленных основ микроэлектроники в СССР (включая разработку принципов конструирования и технологии производства микроэлектронной аппаратуры и передачу этого опыта соответствующим предприятиям страны).

2. Начало серийного выпуска логических толсто пленочных гибридных ИС (ГИС) в корпусах со штыревыми выводами: Тропа (1965 г.), Трапедия и др.

3. Начало выпуска первых полупроводниковых ИС – ПИС (как правило, путем копирования американских образцов).

4. Освоение производства тонких фольгированных диэлектриков для изготовления МПП.

В 1965 г. в Минрадиопроме и в ряде других министерств военно-промышленного комплекса (ВПК) были изданы приказы о применении ИС, начиная с 1966 г. во всех новых разработках, где это только возможно. Но, возможности предприятий Зеленограда по разработке и изготовлению ИС в то время не превышали 20% потребностей НИИ и КБ ВПК [1].

В результате было принято следующее решение:

1. Предприятия ВПК организуют у себя разработку и производство необходимых только им гибридных интегральных схем и микросборок частного применения (ГИС ЧП и МСБ ЧП);

2. Минэлектронпром оказывает предприятиям техническую и информационную поддержку в виде:

- поставок технологического оборудования, специальных материалов, бескорпусной элементной базы;
- обеспечения методической документацией по проектированию и изготовлению ГИС ЧП и МСБ ЧП;
- подготовки квалифицированных кадров (в т.ч. на курсах повышения квалификации);
- и т.д.

В Свердловске три ведущих предприятия ВПК освоили в свое время производство ГИС ЧП и МСБ ЧП: НПО автоматики (НПОА), Уральский электромеханический завод (УЭМЗ) и Свердловский завод радиоаппаратуры (СЗРА).

2. ГИС ЧП и МСБ ЧП на НПОА

Основная тематика НПОА – разработка СУ ракетно-космической техники и, прежде всего, МБР морского базирования.

Освоение гибридной микроэлектроники на НПОА началось во второй половине 60-х гг. В ходе НИР и ОКР прорабатывались различные варианты построения ГИС ЧП и монтажных плат. В 1969 г. появились первые тонкопленочные ГИС ЧП в корпусах с планарными выводами. Основу ГИС составляла ситалловая подложка (размером 6х24 или 16х20 мм) с R-

схемой, на которую монтировались конденсаторы К10-17в и бескорпусные транзисторы и диоды.

Следующим этапом развития гибридной микроэлектроники на НПОА стало появление МСБ ЧП. В одном корпусе этих устройств содержалась одна или несколько тонкопленочных плат с размерами, выбираемыми из ряда: 60х24мм, 30х24мм, 30х12мм. На платы устанавливались бескорпусные полупроводниковые ИС (БПИС) серий 706 и 734, которые были освоены в СССР в начале 70-х гг. МСБ ЧП совместно с дискретными компонентами монтировались на обе стороны конструктива в виде платы-склейки на металлическом каркасе [2]. Такая конструкция стала основой построения ЦВМ-7 (Малахит) и периферийной аппаратуры для СУ МБР Р-39.

С ростом степени интеграции БПИС увеличивалось (по правилу Рента) количество их выводов. Это, в свою очередь, потребовало применения многоуровневой разводки МСБ ЧП. Вместе с тем появилась необходимость в решении таких задач как: автоматизация проектирования коммутационной схемы МСБ ЧП и последующего ее контроля; обеспечение качества и надежности межслойных переходов, а также межслойной изоляции в местах пересечений проводников; автоматизация получения электрических соединений выводов БПИС с контактными площадками и т.д.

После выполнения ряда НИР и ОКР было принято решение использовать в качестве пассивной части МСБ ЧП керамическую подложку с многоуровневой коммутацией, выполненной по толстопленочной технологии. К середине 80-х годов предприятие окончательно определилось с типовой конструкцией МСБ ЧП. Пассивная часть изготавливалась на керамической (ВК-94) подложке размером 60х48х1 мм (на 92 вывода) и содержала до 5 слоев коммутации, разделенных диэлектриком. Общее число слоев могло быть более 30. На подложку устанавливалось до 80 БПИС на ленточном носителе (вариант 2) с приклейкой кристалла к плате клеем "Виксинт К-68" и ультразвуковой сваркой алюминиевых ленточных выводов на толстопленочные монтажные площадки.

Качество межслойной изоляции обеспечивалось пастами на основе ситаллоцемента СЦ-273. Его (по договору с НПОА) в течение нескольких лет варили на кафедре керамических материалов МИЭТ и затем передавали во ВНИИРЭ г. Донецк, где изготавливали пасты для НПОА.

Для коммутации таких толстопленочных МСБ ЧП был разработан унифицированный конструктив цифровых вычислительных систем (УКЦВС), основное отличие, которого от предыдущего заключалось в размерах печатных плат – 280х160 мм. На каждой из сторон конструктива

размещалось 8 МСБ размером 60х48 мм. В некоторых случаях вместо МСБ (полностью или частично) могли монтироваться корпусированные ИС и другие электрорадиоизделия (ЭРИ).

На толсто пленочных МСБ ЧП и конструктиве УКЦВС были построены БЦВМ Малахит-2 и Малахит-3. В последнем случае в МСБ ЧП устанавливались радиационно-стойкие БПИС, выполненные по технологии КМОП КНС (кремний на сапфире).

В 90-е гг. УКЦВС стал считаться морально устаревшим, так как он оказался непригодным для поверхностного монтажа (не выдерживал высокой температуры в печи оплавления припойной пасты). На смену ему пришла унифицированная (до 12 слов) МПП со сквозными металлизированными отверстиями размером 135х160 мм. На ее основе с применением современных ПИС изготавливаются базовые блоки семейства Малахит-7, применяемые в бортовых цифровых вычислительных системах ракеты-носителя Союз 2-1В и других разработках.

Не исключено, что МСБ ЧП (на новых технических решениях, например, с 3D-расположением кристаллов) вновь могут появиться в последующих разработках НПОА.

3. ГИС ЧП на УЭМЗ и на СЗРА

В отличие от НПОА микроэлектронное производство на этих двух уральских заводах не отличалось многообразием проработки различных конструктивно-технологических исполнений.

После передачи в 1957 г. УЭМЗ в Главное Управление приборостроения (6 ГУ) Минсредмаша заводу был поручен выпуск приборов по двум направлениям:

- аппаратура автоматики специальной части ядерных боеприпасов (ЯБП);
- стендовая аппаратура предстартового и эксплуатационного контроля.

В конце 60-х гг. на УЭМЗ начались подготовительные работы по освоению производства микроэлектронной аппаратуры: тонко- и толсто пленочных ГИС ЧП, ПП и узлов на их основе.

В это же время в Минсредмаше была создана межведомственная комиссия по микроэлектронике, в состав которой входили представители предприятий-разработчиков и серийных заводов. Работа комиссии во многом способствовало быстрому внедрению микроэлектроники на предприятиях отрасли.

Попытка внедрения микроэлектроники в автоматику ЯБП в те годы оказалась безуспешной (большинство разработчиков считали отечественные микросхемы недостаточно надежными и радиационно-стойкими). Поэтому основное применение микроэлектронные устройства нашли при создании специализированной вычислительной техники, такой как: специализированные ЦВМ (СЦВМ), контрольно-стендовая аппаратура, технические средства охраны (ТСО) спецобъектов и др.

В 70-х гг. на УЭМЗ было освоено серийное производство следующей микроэлектронной аппаратуры: СЦВМ Планета, предназначенной для обработки сейсмических спектров, возникающих при испытаниях ядерного оружия в разных точках Земли; автоматизированная система предстартового и эксплуатационного контроля нового поколения ТАКТ-51 (автоматизированный контрольный тестер); ряд ТСО и др. В этих изделиях наряду с промышленными микросхемами использовались ГИС ЧП собственного изготовления, а также МПП.

В последующие года ГИС ЧП стали применяться и в бортовой аппаратуре, изготавливаемой на УЭМЗ.

В 80-х гг. производство тонко- и толстопленочных ГИС ЧП существовало также на СЗРА (Минпромсредствсвязи), но в перестроечные годы оно было ликвидировано.

4. Заключение

В полувековой истории микроэлектроники на предприятиях Екатеринбурга можно выделить три этапа.

1. Становление и развитие. Разработка и внедрение оригинальных конструкторских и технологических решений.
2. Спад производства. Использование освоенных разработок.
3. Переоснащение и оживление производства. Внедрение прогрессивных конструкторско-технологических решений.

Список литературы

- [1] Зеленоград — город микроэлектроники. Режим доступа: zelao41.ru/zelenograd-gorod-mikroelektroniki. (Дата обращения 1 июля 2017 г.).
- [2] В.И. Иевлев, Р.Р. Латыпов, С.Ф. Неупокоев. Многослойный печатный монтаж в столице Урала: страницы истории //26-я Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2016). Севастополь, 4—10 сентября 2016 г. : материалы конф. в 13 т. — Москва ; Минск ; Севастополь, 2016. — Т. 12, с. 2763-2769.

The invention of pentagrid converter

Pestrikov V.M.

Saint-Petersburg State University of Film and Television
13 Pravda str., Saint-Petersburg, 191119, Russia
pvm205@yandex.ru

Abstract: The pentagrid converter came from RCA in early 1933. For a first effort however, the pentagrid proved to be remarkably successful, and was an industry standard until the 1940s. Within a few months of its American debut, British Ferranti as the VHT4 introduced it to Britain. When RCA's range of metal valves was launched, the original pentagrid valve was repackaged unmodified as the 6A8, and in 1939 America's Sylvania incorporated the same valve in their Loktal valve range as the 7B8. In 1933, the Russian radio engineer V. I. Siforov determined the most advantageous mode pentagrid and found out what direction should change its parameters to get more gain with frequency conversion.

Keywords: pentagrid, D. Haines, RCA 2A7, RCA 6A7, Ferranti VHT4, Svetlana CO-183, 6A8, V. I. Siforov.

Изобретение пентагрида

Пестриков В.М.

Санкт-Петербургский государственный институт кино и телевидения
ул. Правды, 13 Санкт-Петербург, 191119, Россия
pvm205@yandex.ru

Аннотация: Преобразователь пентагрида был разработан RCA в начале 1933 г. Первые конструкции пентагридов оказались весьма удачными и оставались промышленными стандартами вплоть до 1940-х годов XX века. В течение нескольких месяцев после появления пентагрида на американском рынке, в Европе английской компанией Ferranti был произведен его аналог VHT4. Для серии металлических ламп, которую начала производить компания RCA, был разработан оригинальной конструкции пентагрида на основе лампы 6A8. В 1939 году компания Sylvania выпустила в Америке пентагрида с локтальным цоколем 7B8, который был тоже аналогом лампы 6A8. В 1933 году русский радиотехник В. И. Сифоров определил наилучший режим работы пентагрида, а также выяснил, в каком направлении следует изменить его параметры для получения большего коэффициента усиления при преобразовании частоты.

Ключевые слова: пентагрида, D. Haines, RCA 2A7, RCA 6A7, Ferranti VHT4, Светлана CO-183, 6A8, В. И. Сифоров.

1. Введение

Изобретение пентагрида ознаменовало собой поворотный момент в максимальном использовании потенциала схемы супергетеродинного приема Армстронга. Для этих целей был разработан пентагрид, название, которого как известно, связано с количеством сеток, имеющих в новой лампе (англ. *pentagrid*, от греч, *pente* — пять и англ. *grid* — сетка).

Американская терминология, используемая для ранних преобразователей, отличалась от европейской. Во-первых, идентификация США основывалась на числе сеток, в то время как британская и европейская системы производили классификацию по общему количеству электродов. Гептод, в связи с этим, был известен в США и Великобритании как пентагрид, а в Европе — как европейский гептод. Конструкции некоторых типов гептодов, невзирая на такую классификацию, значительно отличались друг от друга.

Радиолампа пентагрид проектировалась как преобразователь с совмещенным гетеродином. Использование пентагридов позволило решить две проблемы в супергетеродинных приемниках: уменьшить проходную емкость в лампе и увеличить его экономичность за счет уменьшения числа ламп.

Отличие пентагрида от гептода только в соединении сеток, а отсюда и особая роль сеток в работе ламп. Первая, ближайшая к катоду сетка у обеих ламп является управляющей в составе генераторного триода — гетеродина. У пентагрида вторая сетка выполняет функцию анода того же триода, а у гептода этой сетки нет. У пентагрида — две соединенные между собой экранные сетки. Одна из них (дополнительная) помещена между второй управляющей (сигнальной) сеткой и анодом.

2. Пентагрид D. G. Haines

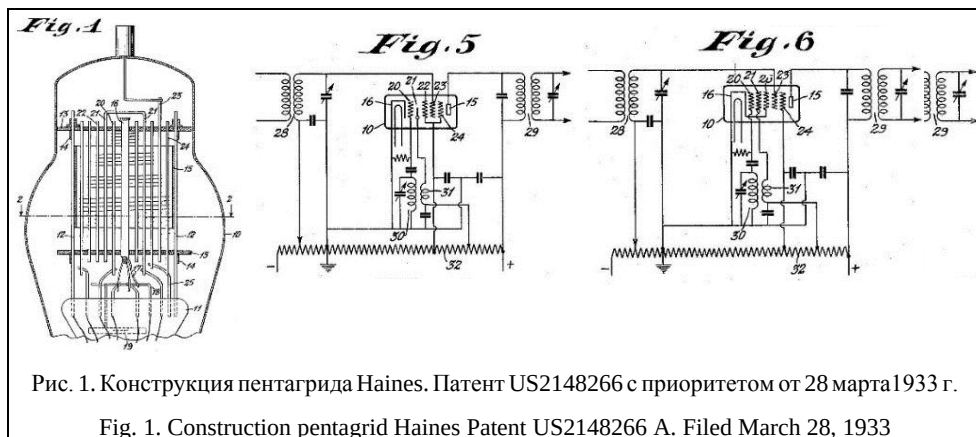
В США радиотехнические компании, не имея возможности по патентным соображениям выпускать преобразовательные лампы, подобные по конструкции европейским, проводили свои изыскания.

Разработке многосеточных ламп большое внимание уделялось в RCA, в компании этими вопросами занималась целая группа инженеров под руководством В. Харрисона (W. A. Harris), в которую входили Д. Хейнс (D. G. Haines), Д. Смейс (J. C. Smith), Е. Герольд (E. W. Herold) и Т. Генру (T. J. Henry).

28 марта 1933 г. Д. Хейнс подал заявку на получение патента на конструкцию многосеточной лампы «Electron discharge modulating device»

(Электронное разрядное модулирующее устройство), которая по существу представляла собой вариант усовершенствованного немецкого гексода, патентами на который владела компания [1]. В гексод была введена дополнительная экранная сетка, которая соединялась с уже имевшейся подобного рода сеткой. Этот вариант преобразовательной лампы типа гептод, в котором сетки 1 и 4 являются управляющими, как уже было сказано, назвали *пентагридом*, рис. 1. Это был, по существу, американский вариант гептода.

Заметим, что до времени подачи Дональд Г. Хейнсом заявки на изобретение пентагрида на рынке уже присутствовали различные варианты этой лампы.



Пентагрид заменил собой в супергетеродине отдельный смесительный каскад и гетеродин. В этом случае его можно рассматривать как комбинацию из двух ламп — триода и тетрода, которые соединены последовательно. Генераторный триод состоит из катода, сетки 1 и анода (сетка 2), а усилительный тетрод включает в себя сетку 4, которая для него является управляющей, сетку 5 (экран) и главный анод. Одна от другой эти лампы отделены экранной сеткой 3 и связаны только общим электронным потоком, излучаемым катодом.

Сетка 5, экранирующая анод от управляющей сетки 4, обеспечивает в то же время высокое внутреннее сопротивление тетродной части лампы, в анодную цепь которой обычно включен контур промежуточной частоты. При этом устраняется вредное шунтирующее действие лампы на контур и не ухудшаются его качества.

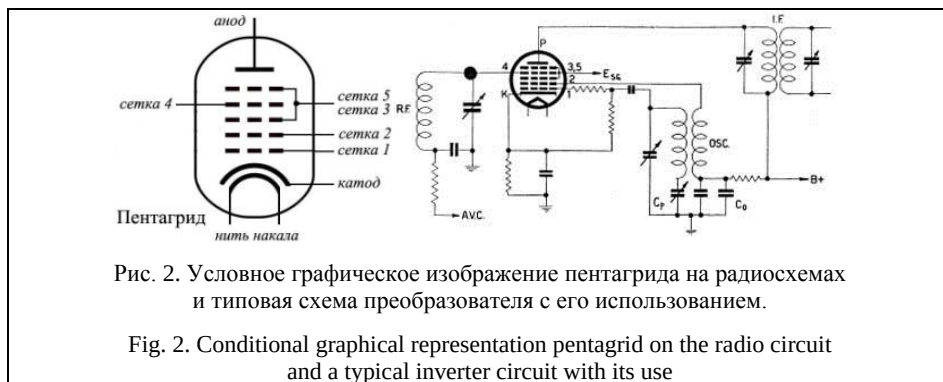
Существенным обстоятельством является то, что благодаря высокому напряжению на сетке 3 режим гетеродинной части не зависит от напря-

жения управляющей сетки. Это позволяет выполнять управляющую сетку с переменным шагом намотки, т. е. получить для тетродной части характеристику типа «вариню» и, меняя величину смещения на этой сетке, регулировать усиление лампы в широких пределах. Режим гетеродинной части от этого не меняется, а, следовательно, нормальная работа преобразователя частоты не нарушается.

Связь гетеродинной части с усилительной осуществляется только через общий электронный поток. Благодаря наличию экранирующей сетки 3 емкость между гетеродинными сетками и управляющей сеткой оказывается очень малой и реактивная связь между гетеродином и входным контуром практически отсутствует. В результате получается независимость настроек этих контуров (отсутствие затягивания), а отсюда устойчивый режим работы каскада, и, что важно, колебания гетеродина не излучаются через антенну, связанную с входным контуром.

При правильном выборе режима и при хорошей добротности нагрузочного контура промежуточной частоты пентагрид дает весьма большое усиление при преобразовании частоты [2].

Обозначение пентагрида на радиосхемах и типовая схема преобразователя на нем приведена на рис. 2.



3. Пентагриды США

В апреле 1933 года появился промышленный образец многосеточной вакуумной лампы с косвенным подогревом нити накала компании RCA в двух вариантах: 2A7 с питанием нити накала от сети переменного тока напряжением 2,5 В и 6A7 — 6,3 В. Пентагриды 2A7 и 6A7 предназначались для выполнения в супергетеродинных приемниках одновременно функций смесителя и гетеродина, рис. 3.

В лампах 2A7/6A7 компании RCA первая сетка выполняет роль управляющей сетки гетеродина, вторая сетка имела двойкий смысл и рассматривалась в качестве так называемой анодной сетки. Входной сигнал подводится к четвертой сетке, а гетеродина — ко второй. Третья сетка является экраном и отделяет гетеродина от остальных сеток лампы. За этой сеткой следует управляющая сетка 4, к которой подводится напряжение сигнала. Пятая сетка экранирует сигнальную сетку от анода. Третья и пятая сетки полностью экранируют управляющую сетку, чем достигается полное устранение паразитной связи между настроенными контурами гетеродина и входным контуром. Частота сигнала и гетеродина усиливается и передается на анод, где и образуется промежуточная частота. Лампа работает как самовозбуждающаяся смесительная лампа с катодной обратной связью или независимым возбуждением.

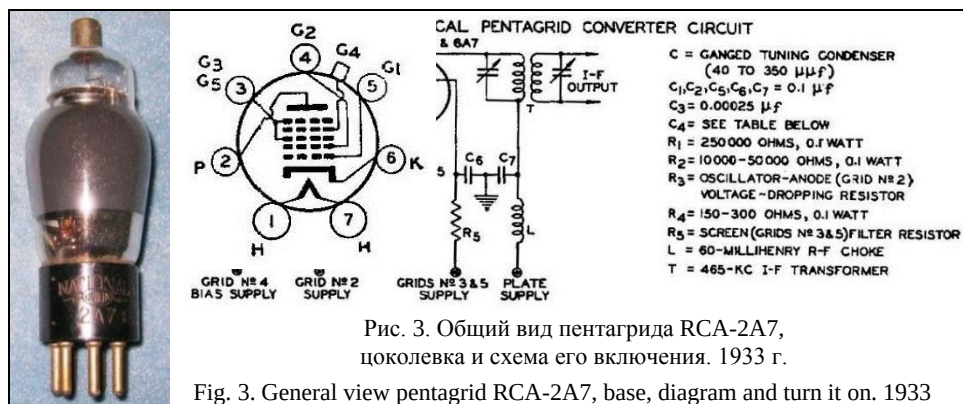


Рис. 3. Общий вид пентагрида RCA-2A7, цоколевка и схема его включения. 1933 г.

Fig. 3. General view pentagrid RCA-2A7, base, diagram and turn it on. 1933

Преобразователь пентагрид получил большое распространение в американских супергетеродинных радиоприемниках и стал стандартом преобразователя для этих устройств. В каталоге радиоламп RCA за 1934 год содержалась информация только о преобразователях типа пентагрид (1C6; 1A6; 2A7 и 6A7). Но уже в 1950 году компания RCA издала каталог производимой ею радиоламповой продукции, где содержалась информация не только о 16 типах пентагридов, но и были приведены данные о 14 типах гептодов и одном октоде типа 7A8. Это говорит о том, что RCA пересмотрела свое предпочтительное отношение к пентагридам и оценила достоинства гептодов, поскольку начала их производство в ассортименте, не уступающем пентагридам.

Для серии металлических ламп, которую начала производить RCA, была модернизирована известная конструкция пентагрида, которая полу-

чила маркировку 6A8. В 1939 году в США компания Sylvania выпустила этой же конструкции пентагрид как 7B8, но с локтальным (loktal) цоколем. Во многих таких лампах сетка сделана всего из двух стержней крепления. Стекланный баллон лампы 7B8 имеет диаметр 29 мм, а высота самой лампы без цокольных ножек составляет 56 мм, рис. 4.

Так называемый локтальные лампы (развитие технологии Philips) с металлическим цоколем и центральным штырем имеют близкие к октальному цоколю конструктивные размеры, но конструктивно не совместимы и требуют особой панельки. Они не стали массовыми и были вскоре вытеснены малогабаритными бесцокольными лампами, в то время как октальные лампы сохранили свои позиции и выпускаются до сих пор. Многие типы локтальных ламп особенно хорошо подходят для применения на ультравысоких частотах.



Рис.4. Пентагрид 7B8 Sylvania. 1939 г.

Fig. 4. Pentagrid 7B8 Sylvania. 1939

4. Пентагриды Великобритании

В Великобритании, с целью сокращения времени разработки своей конструкции гептода, за прототип был взят американский пентагрид 6A7. Первый промышленный образец английского пентагрида типа VHT4 был произведен 11 августа 1933 года Ferranti Co. (GB), рис.5. В отличие от прототипа, нить накала VHT4 была рассчитана на напряжение 4В. С этого гептода компания Ferranti¹ начала свой бизнес в области электронных ламп. Разработку конструкций ламп и их изготовление компания наладила

¹ Компания Ferranti Ltd. (Мостон, Манчестер) была основана инженером электриком Себастьяном Ферранти (Sebastian Ziani de Ferranti, 09.04.1864–13.01.1930) в 1882 г., и просуществовала до 1993 года.

в Hollinwood, Ланкашир (Lancashire), а позже и в Gem Mill (около Oldham), Edinburgh и Dundee. Габаритные размеры пентагрида VHT4: диаметр 42 мм, высота корпуса 106 мм без контактных цокольных штырьков (B7). Пентпгрид VHT4 использовался моделях радиоприемников Ferranti «NOVA» и «LANCASTRIA» выпуска 1933—36 годов. Корпус приемников изготовлялся из бакелита. Форма корпуса немного напоминает контуры небоскреба Chrysler² в Нью-Йорке.



Рис. 5. Общий вид пентагрида типа VHT4, его реклама в английском журнале «The Wireless World» (декабрь 1933 г.), общий вид радиоприемника Ferranti «NOVA» (1935 г.) и небоскроб корпорации Chrysler.

Fig. 5. General view pentagrid converter type VHT4, his advertisement in the British journal «The Wireless World» (December, 1933), General view radio Ferranti «NOVA» (1935) and the skyscraper Chrysler Corporation

В 1936 на рынок продаж гептодов вышла компания Marconi со своим пентагридом MX40, специально разработанным для супергетеродинамных приемников. Лампа имела переменную крутизну с диапазоном регулирования от –30 вольт. Недостатком этого гептода было то, что он не мог работать на частотах выше 10 МГц. Для нагрева нити накала требовался источник питания напряжением 4 В и током 1 А. Нить накала представляла собой спираль и во время работы лампы издавала гул. Куполообразный баллон лампы имел защитное покрытие серого цвета. Корпус лампы имел диаметр 43 мм и высоту 115 мм (без учета контактных ножек типа C7). Нужно признать, что пентагрид MX40 ко времени своего появления был уже фактически устаревшей конструкцией, а компания Marconi отстала в производстве этого типа радиоламп.

² Крайслер-блдинг (англ. *Chrysler Building*) — небоскроб корпорации Chrysler, построенный в 1930 году, один из символов Нью-Йорка. Здание высотой 320 м (1 046 футов) расположено в восточной части Манхэттена на пересечении 42-й улицы и Лексингтон-авеню.

5. Пентагриды СССР

В 1933 году в СССР появилась информация о пентагридах RCA, которой заинтересовались отечественные ученые радиотехники. В отделе приемных аппаратов (ОПА) Центральной радиолaborатории (ЦРЛ) Треста заводов слабого ток было предпринято теоретическое и экспериментальное исследование, имевшее целью определить наивыгоднейший режим работы пентагрида. В ОПА ЦРЛ совместно с Вакуумной лабораторией ЛЭТИ были разработаны макеты пентагريدных ламп, на которых и производились все экспериментальные исследования. Этими исследованиями занимался инженер Владимир Иванович Сифоров (18(31).05.1904—03.10.1993), впоследствии член-корреспондент АН СССР (1953).

В результате проведенных исследований было установлено, что для повышения коэффициента усиления при детектировании необходимо в последующих образцах пентагридов увеличить $S_{\max}$, доведя его до 1,5 мА/В. Одновременно необходимо также увеличить и статический коэффициент усиления μ , для того чтобы $R_i = \frac{\mu}{S} > Z$ (Z — резонансное сопротивление контура в анодной цепи). Выполнение этого соотношения необходимо для постоянства полосы пропускания частот и формы кривой усиления усилителя промежуточной частоты.

Так как коэффициент усиления пентагрида при детектировании определяется величиной $S_{\max}$ то можно заключить, что пентагريد при наивыгоднейшем режиме дает коэффициент усиления при детектировании не меньше, чем экранированная лампа в режиме анодного детектирования. Это положение вполне подтверждается экспериментальными исследованиями [3].

В 1934 году В. И. Сифоров был командирован Наркоматом тяжелой промышленности в составе советской радиотехнической делегации в США по вопросам развития отечественной радиопромышленности.

В следующем 1935 г. лабораторией завода «Светлана» по заданию ВРК была разработана серия ламп для приемной аппаратуры, среди которых присутствовал пентагريد СО-183. К этому времени отечественные специалисты разобрались в недостатках пентагрида. В открытой печати они выразили свою точку зрения о том, что выпущенный тип лампы уже несовременен и вместо нее следовало бы производить более совершенные смесительные лампы — октод или триод-пентод. Но, невзирая на критику, пентагريد СО-183 оказался ценной лампой, поскольку у нас не было до этого вообще никаких смесительных ламп. Вскоре, осенью того же года начался выпуск первого массового серийного отечественного супергете-

родина «ЦРЛ-10» (Центральная Радио-Лаборатория — 10-я разработка), в котором был применен пентагрид СО-183 (рис. 6).

В 1938 году было начато производство малогабаритных пентагридов СО-242 прямонакальной конструкции³ с напряжением накала нити 2 В и октальным цоколем. Баллон лампы был покрыт бронзовым экранирующим слоем и имел контакт со штырьком 1 цоколя. Нить накала имела багриевое покрытие. В лампе роль анода выполняла вторая сетка.

В предвоенное и послевоенное время пентагрид СО-242 применялся в очень экономичных по тому времени батарейных супергетеродинных приемниках «4НБС-6» (1938, ДВ и СВ), «6ПБ-11» (1940, ДВ, СВ и КВ), «Родина»

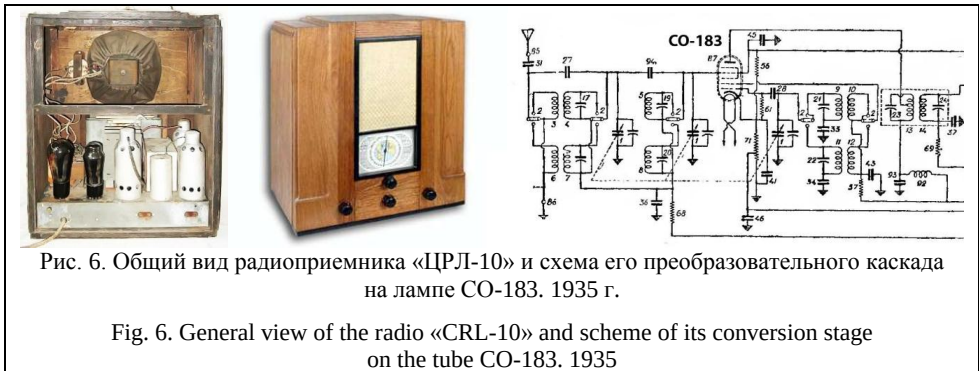


Рис. 6. Общий вид радиоприемника «ЦРЛ-10» и схема его преобразовательного каскада на лампе СО-183. 1935 г.

Fig. 6. General view of the radio «CRL-10» and scheme of its conversion stage on the tube CO-183. 1935

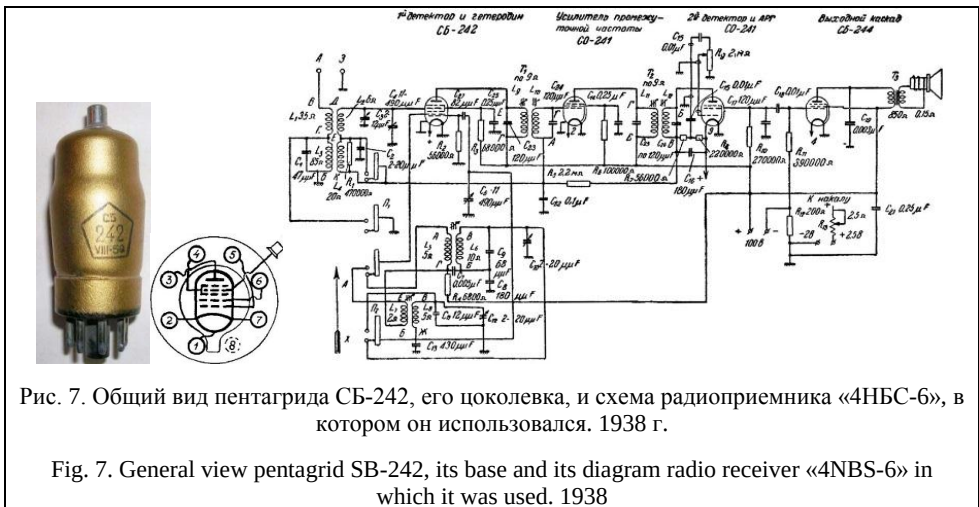


Рис. 7. Общий вид пентагрида СБ-242, его цоколевка, и схема радиоприемника «4НБС-6», в котором он использовался. 1938 г.

Fig. 7. General view pentagrid SB-242, its base and its diagram radio receiver «4NBS-6» in which it was used. 1938

³ Более известны под сокращенным названием «малгабы».

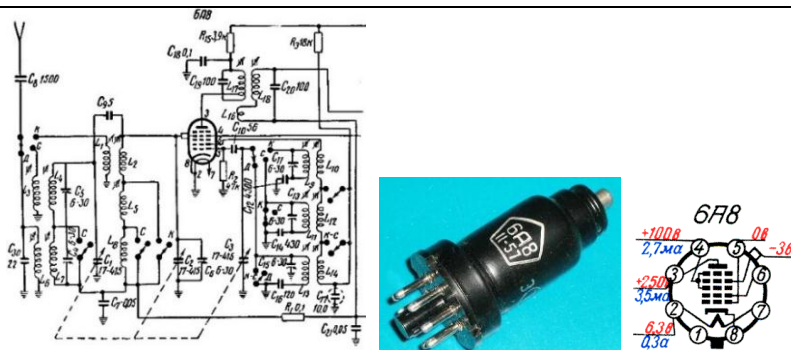


Рис. 8. Использование пентагрида 6A8 (СССР) во входном каскаде супергетеродинного радиоприемника ВЭФ М-697 (1949 г.), общий вид и цолевка 6A8.

Fig. 8. Use pentagrid 6A8 (USSR) in the input stage of a superheterodyne radio VEF M-697 (1949). The overall look and base 6A8

(1945, ДВ, СВ и КВ) и др. Выпускал эти радиоприемники с 1938 года воронежский завод «Электросигнал». Эксплуатация пентагрида СО-242 и всей серии ламп, к которой он относился, выявила ее низкую надежность (рис. 7).

В 1937 году электровакуумная промышленность СССР начала массовый выпуск ламп в металлических баллонах, среди которых был пентагрид 6A8 с косвенным нагревом нити накала (рис.8).

6. Заключение

Использование пентагридов позволило решить две проблемы в супергетеродинных приемниках: уменьшить проходную емкость в лампе, что дало возможность поднять частотный диапазон аппарата, а также увеличить его экономичность за счет уменьшения числа ламп.

Пентагриды-преобразователи оказались экономичными и довольно несложными в изготовлении, в отличие от триода-гексода, но тоже неидеальными. Среди недостатков можно отметить зависимость его работы в целом от функциональности гетеродина, смесителя и усилителя, которые связаны общим (одним) потоком электронов. Однако, в большой степени на его работу оказывали влияние неизбежность паразитных связей между ними. Одним из результатов этого может явиться то, что частота гетеродина начинает сильно «плыть» при приеме слабых сигналов в направлении более мощных.

Еще одним недостатком использования пентагрида является то, что при определенных условиях существует тенденция к взаимосвязи между

частотой гетеродина и цепями входного сигнала. Это может произойти во время приема коротких волн, когда условия эксплуатации таковы, что разница между частотами гетеродина и сигнала мала.

Еще одна проблема заключалась в том, что в пентагриде трудно было применить автоматическую регулировку усиления (АРУ) без ущерба нарушить работу гетеродина.

Несмотря на эти недостатки пентагриды в течение многих лет использовались в радиоприемниках с низким потреблением электроэнергии от батарей. Такого типа радиоприемники предназначались только для приема мощных местных станций и для них жизненно важное значение имела экономия электропитания, что достигалось наличием в пентагриде только одной нити накала и трендом электронного потока, проходящим через единую структуру сеток. В сетевых супергетеродинных приемниках пентагрид был в конце концов вытеснен гептодом.

Список литературы

- [1] Haines Donald G. Electron discharge modulating device. Patent US2148266 A. Filed March 28, 1933. Patented Feb. 21, 1939.
- [2] Пентагрид // Радиофронт. 1934. № 22. С. 22—24.
- [3] Сифоров В.И. О выборе найвыгоднейшего режима в пентагриде / В.И. Сифоров // Известия электропромышленности слабого тока. 1934. № 1. С. 25—31.

References

- [1] Haines Donald G. *Electron discharge modulating device*. Patent US2148266 A. Filed March 28, 1933. Patented Feb. 21, 1939.
- [2] Pentagrid. *Radiofront*, 1934, no 22, pp. 22 - 24. (In Russian).
- [3] Siforov V.I. On the choice of a more favorable regime pentagrid. *Proceedings of low current electrical industry*, 1934, no 1. pp. 25 - 31. (In Russian).

The invention of triode-hexode

Pestrikov V.M.

Saint-Petersburg State University of Film and Television

13 Pravda str., Saint-Petersburg, 191119, Russia

pvm205@yandex.ru

Abstract: In 1933, Telefunken engineer K. Steinmel invented a triode-hexode. The aim of the invention was to reduce the effect of the mixer on the operation of the local oscillator. In February 1934, Telefunken released the first industrial sample of a transducer lamp of a triode-hexode ACH1 with indirect heating of the cathode. Triode-hexode competed with Philips' octode and RCA pentagrid. Triode-hexodes gradually become dominant in the European designs of radio receivers. Cossor Co. Released a radio receiver Melody Maker 348 with the use of triode-hexode Cossor 41-STH. In the USSR triod-hexodes of type 1И2П and 6И2П were manufactured.

Keywords: Hexode, triode-hexode, Karl Steimel, Telefunken ACH1, Tungsram TACH1, MOV X41, Cossor 41-STH, radio receiver Cossor Melody Maker 348, RCA Victor Co. 6K8, 1И2П, 6И2П.

Изобретение триод-гексода

Пестриков В.М.

Санкт-Петербургский государственный институт кино и телевидения

ул. Правды, 13 Санкт-Петербург, 191119, Россия

pvm205@yandex.ru

Аннотация: В 1933 году инженер Telefunken К. Штеймель изобрел триод-гексод. Цель изобретения заключалась в том, чтобы уменьшить влияние смесителя на работу гетеродина. В феврале 1934 года Telefunken выпустила первый промышленный образец преобразовательной лампы триод-гексод типа АСН1 с косвенным подогревом катода. Триод-гексод составил конкуренцию октоду компании Philips и пентагриду RCA. Триод-гексода постепенно становятся доминирующими в европейских конструкциях радиоприемников. Cossor Co. выпустила радиоприемник Melody Maker 348 с использованием триод-гексод Cossor 41-STH. В СССР выпускались триод-гексода типа 1И2П и 6И2П.

Ключевые слова: Гексод, триод-гексод, Карл Штеймель, Telefunken ACH1, Tungsram TACH1, MOV X41, Cossor 41-STH, радиоприемник Cossor Melody Maker 348, RCA Victor Co. 6K8, 1И2П, 6И2П.

1. Введение

Гексод был разработан в Германии в ответ на сообщения об изобретении и производстве гептода в Англии и пентагрида RCA в США, которые успешно решали многие вопросы при преобразовании сигналов в супергетеродинных радиоприемниках. Оригинальная конструкция пентагрида имела все же некоторые недостатки, в частности, при приеме сильных сигналов свыше 15 МГц происходило затягивание частоты гетеродина. К этому следует добавить зависимость стабильности работы гетеродина от АРУ.

Влияние напряжения АРУ на частоту гетеродина преобразовательной ступени с лампой любого типа, совмещающей в себе гетеродин и смеситель, как известно, можно несколько уменьшить, если разделить функции смесителя и гетеродина, т. е. выполнить последний в отдельной лампе. Для решения этой проблемы без увеличения количества ламп в радиоприемнике, было предложено элементы смесителя и гетеродина преобразователя разместить в одном баллоне лампы. Первой такой конструкцией преобразовательной лампы стал триод-гексод. Триод-гексод имел то преимущество, что его гетеродин менее «тянул» на высоких частотах, чем другие типы ламп. Это в конечном итоге и предопределило, что он в последствие стал одним из основных европейских и британских преобразователей частоты в радиоприемниках.

2. Триод-гексоды Telefunken

Новости, пришедшие из-за Атлантического океана об изобретении пентагрида, прозвучали в тот момент, когда в Telefunken были в самом разгаре разработки собственных смесительных ламп. Все это вероятно и вызвало некоторую панику, а также повод для принятия поспешных самостоятельных незрелых и нескольких практических решений при создании собственных смесительных ламп.

Гексоды Telefunken особо не были востребованы рынком, поэтому в Telefunken продолжались разработки новых конструкций преобразовательных ламп. Результатом стало изобретение Карлом Штеймелем (Karl Johann Steimel) комбинированной лампы триод-гексод (triode-hexode). Преобразователь прямого накала содержал в одном баллоне две лампы: триод и гексод. У этих ламп при общем катоде (нить накала) имелись свои аноды. Триод-гексод был запатентован на имя компании Telefunken 6 июля 1933 года, однако, в патенте было указано имя изобретателя д-ра Карла Штеймеля из Берлина, рис.1 [1].

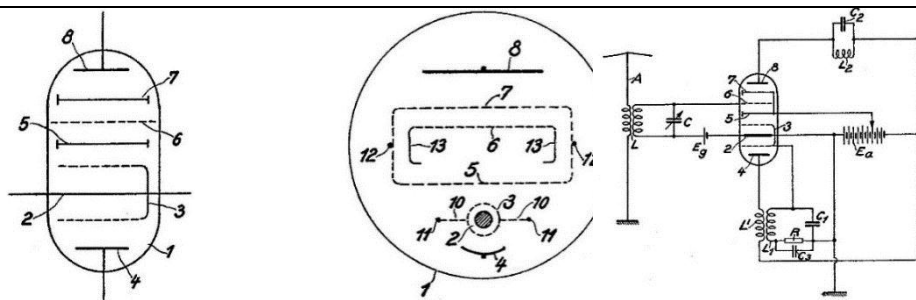


Рис. 1. Конструкция триод-гексод Карла Штеймеля и его схема включения [1]. 1933 г.

Fig. 1. The construction of the triode-hexode of Carl Steimel and its inclusion scheme [1]. 1933.

Вскоре, в феврале 1934 года, гексоды Telefunken были заменены более успешной преобразовательной лампой триод-гексод АСН1 с подогреваемым катодом, рис. 2. По современной терминологии это была комбинированная лампа. АСН1 стала дальнейшим развитием гексода RENS1224, который на Берлинской выставке 1934 г. использовался в 48 % германских супергетеродинных приемников, а октод был востребован только в 15 % германских супергетеродинов. Однако на следующий год количество такого типа приемников, в которых был использован гексод, катастрофически упало и стало равным 11 %, тогда как октод нашел применение в 67 % германских супергетеродинов этого года.

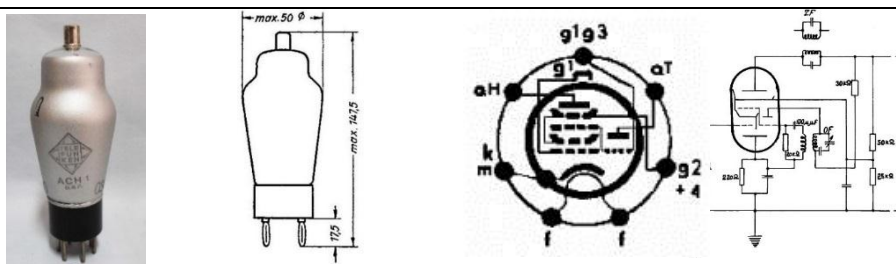


Рис. 2. Лампа триод-гексод АСН1 (Telefunken): общий вид, габариты, цоколевка и схема включения в преобразовательный каскад радиоприемника.

Fig. 2. Tube triode-hexode АСН1 (Telefunken): general appearance, dimensions, base and diagram cascade the frequency changer in a radio receiver

Немецкий триод-гексод АСН1 имел переменную крутизну с диапазоном регулирования от -2 до -20 вольт. Триод и гексод, как в патенте К. Штеймеля [1], имели свои аноды и работали от общего катода. Диаметр экранированного корпуса составлял 46 мм, при высоте 128 мм без учета

контактов цоколя. Модификации АСН1 производила компания Tungsram¹ с цоколем типа «паук» и с током накала нити 0,55 А. Эта лампа имела маркировки АСН1С (европейский цоколь Р (P8A)) и АСН1S. Tungsram также сделала вариант ТАСН1 с 7-штырьковым цоколем (7-Pin).

Немецкие компании из патентных и экономических соображений в производимых ими супергетеродинных радиоприемниках в преобразовательных каскадах в основном использовали долгое время гексод АН1 и триод-гексод АСН1.

В августе 1934 года К. Штеймель запатентовал схему высокочастотной части двухконтурного лампового приемника на триод-гексоде, рис. 3. Гексодная часть комбинированной лампы работает как усилитель высокой и низкой частоты в *рефлексной схеме*. Триод лампы используется для выпрямления и автоматической регулировки усиления сигнала. В этом случае положительный эффект достигается благодаря тому, что триодная часть лампы обладает очень малым усилением и является демодулятором сигнала, что не позволяет ее считать аудионом. Кроме того, преимуществом данной схемы является возможность простой регулировки обратной связи посредством изменения постоянного анодного напряжения.

Предметом изобретения [2] явилось выпрямительное устройство, использующее триод в качестве диода, отличающееся тем, что между сеткой и катодом триода включен контур высокой частоты последовательно с сопротивлением, с которого берется напряжение низкой частоты, а в анодную цепь включена катушка обратной связи, служащая для уменьшения затухания, и источник анодного напряжения.

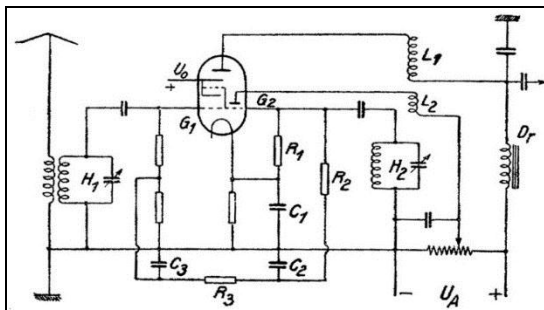


Рис. 3. Принципиальная схема высокочастотной части двухконтурного лампового приемника на триод-гексоде из советского патента К. Штеймеля [2]. 1935 г.

Fig. 3. Schematic diagram of the high-frequency part of a two-circuit tube receiver on a triode-hexode from the Soviet patent K. Steimel [2]. 1935

¹ Tungsram (Тунгсрам, полное название венг. *Egyesült Izzólámpa és Villamossági Rt.*, сокращенно *EIVIRT*) — венгерская электротехническая компания (1896—1990). До 1941 г. контролировала 12 % рынка радиоламп континентальной Европы. В 1990 г. поглощена General Electric с сохранением торговой марки Tungsram.

Схема на рис. 3 работает следующим образом. Напряжение высокой частоты от контура высокой частоты H_1 подается на управляющую сетку G_1 гексода, с анода оно снимается с помощью трансформатора через катушку L_1 , во второй контур H_2 . К этому второму контуру подключена сетка триода выпрямительного устройства. Диод триода описанным способом используется для обратной связи через катушку L_2 . Низкая частота, получающаяся на нагрузочном сопротивлении R_1 диода, подводится обратно на управляющую сетку G_2 гексода через элементы высокой частоты схемы (R_2, R_3, C_1, C_2, C_3). В анодной цепи гексода находится еще индуктивное сопротивление низкой частоты последовательно с катушкой, включающей высокую частоту. Низкочастотный сигнал поступает на оконечную лампу (не показанную на чертеже).

Данная схема в немного видоизмененной форме применима также для встречающихся на рынке комбинаций из пентода и триода, для которых пригодны все те же замечания, касающиеся системы триода [2].

3. Триод-гексоды Великобритании

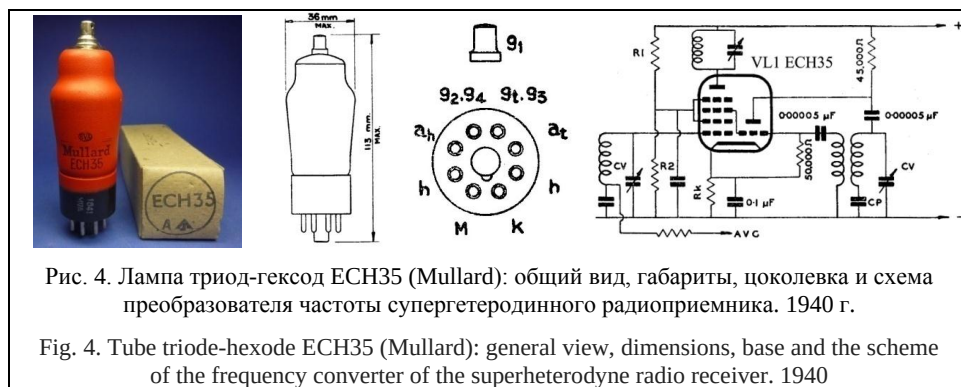
В Великобритании производители ламповых радиоприемников в начале не использовали лампу триод-гексод, из-за запрета BVA² на лампы с несколькими структурами (комбинированные лампы), так как выгоднее было взимать сборы, когда устройство состоит из отдельных ламп. BVA требовала, чтобы в одном баллоне содержалось только одно электронное устройство и взимала первоначально плату в размере £1 с владельца лампы, чтобы оплатить патентные права своих членов.

Английская компания MOV, успешно применила правила картеля BVA против компании Lissen Co. в 1934 году, когда та пытались продать немецкие радиоприемники в Великобритании, в которых был смеситель триод-гексод. После давления со стороны производителей Великобритании, BVA вынуждены были, сделать послабление правил и в Великобритании начали применять триод-гексод смесители.

Компания MOV не успокоилась и начала конкурентную борьбу против Lissen Co. С этой целью, в 1935 году она вышла на рынок со своим промышленным образцом триод-гексода типа X41, который был эквивалентен TACH1. Триод-гексода X41 заменил устаревший к тому времени пентагрид MOV MX40. В результате этого MOV опередила конкурента по продажам.

² BVA — British radio and Valve manufacturers Association (Британская ассоциация производителей радиоустройств и ламп). Картель был создан, чтобы защитить производителей радиоламп в Великобритании и Северной Ирландии от иностранной конкуренции. Этот картель диктовал, среди прочего, и цены на радиолампы.

Начиная с 1934 года и другие производители радиоламп в один баллон с триодом стали помещать гексод. Триод и гексод, как правило, имели общий катод. Электронные потоки гетеродинной и смесительной частей были разделены. На триоде собирался отдельный гетеродин. Сетка триода, как правило, соединена внутри баллона лампы с третьей сеткой гексода. Такое соединение сеток присутствует, например, в лампах ECH35 (Mullard, рис. 4), KCH1 (Telefunken, цоколь «Паук» P(P8A)), 6AN7 (Philips, Noval, B9A) = ECH80 (Mullard, Noval, B9A), ECH42 (Mazda, Rimlock цоколь B8A), а также в большинстве ламп других производителей. Однако, есть и исключения: в лампе 12K8 производства General Electric сетка триода соединена с первой (управляющей) сеткой гексода и от нее сделан вывод на штырек 5 цоколя лампы.



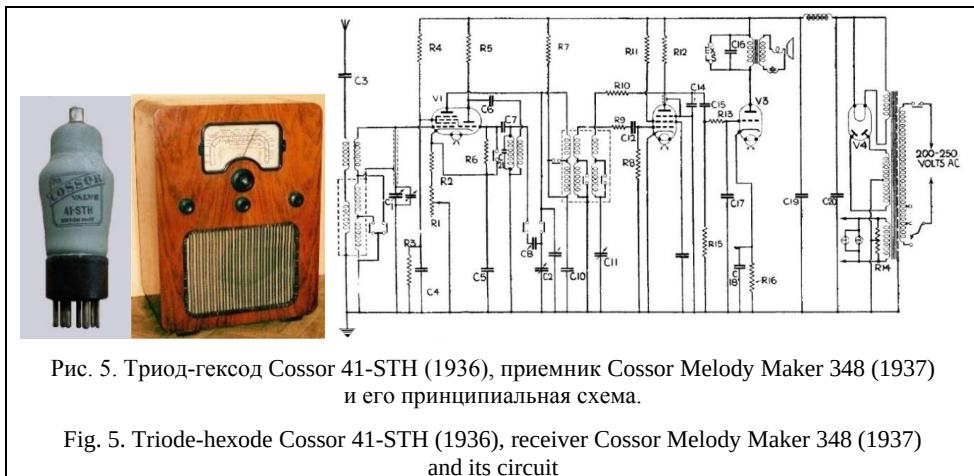


Рис. 5. Триод-гексод Cossor 41-STH (1936), приемник Cossor Melody Maker 348 (1937) и его принципиальная схема.

Fig. 5. Triode-hexode Cossor 41-STH (1936), receiver Cossor Melody Maker 348 (1937) and its circuit

В Великобритании, Германии и Нидерландах в период 1935—1961 гг., кроме выше названных моделей триод-гексодов, были выпущены и другие, с разной величиной напряжения нагрева катода.

Триод-гексоды с нагревом катода:

— При напряжении 4 В и токе 1—1,3А: Mazda AC/TH1 (тип цоколя: British 7-Pin); Mullard TH4 (Europe 7-pin);

— При напряжении 6,3 В и токе 0,2—0,33: Philips ECH3 (цоколь «Паук» P(P8A)); Telefunken ECH11 (German Steel Y8A); Valvo ECH42 (B8A); Marconi-Osram X61M (Octal (Int.Octal, IO) K8A);

— При напряжении от 14 В до 29 В и токе 0,1—0,2: Marconi-Osram X31 (British 7-Pin); Mullard TH21C (British 7-pin), UCH21 (Loctal-8, B8G-Sylvania); Telefunken UCH11 (German Steel Y8A); Valvo ECH42 (B8A).

4. Триод-гексод США

В США триод-гексод не пользовался особым спросом у производителей радиоаппаратуры и применялся редко. Невзирая на это в 1935 году компания RCA Victor Co. Inc.³ (New York) начала производство триод-гексода типа 6K8 с октальным цоколем. Эта лампа была специально разработана для радиочастотных каскадов и имела большую крутизну преобразования во всех КВ диапазонах. Благодаря этому преобразовательная лампа 6K8 пользовалась популярностью с начала 1940-х годов и до начала 1950-х годов.

³ Компания была основана в 1929/1930 и просуществовала до 1935 года, когда ее купила RCA. В результате слияния образовалась RCA Manufacturing Co. Inc.

В конструкции 6K8 использована оригинальная компоновка электродов триода и гексода. Триодная и гексодная части лампы разнесены в баллоне лампы, но имеют общий катод косвенного накала на 6,3 В и ток 0,3 А. Каждая часть имеет свой собственный анод. Имеется только одна концентрическая сетка вокруг катода, которая входит в состав триодной части. Конструкция лампы является несимметричной, в сравнении, например, с пентагридом или октодом. Это позволило избежать большого количества концентрических сеток, которые обычно использовали другие производители ламп в конструкциях преобразователей. На рис.5 приведено расположение электродов внутри металлического баллона. Лампа 6K8 имела диаметр 25 мм, и высоту 60 мм без контактных штырьков октального цоколя.

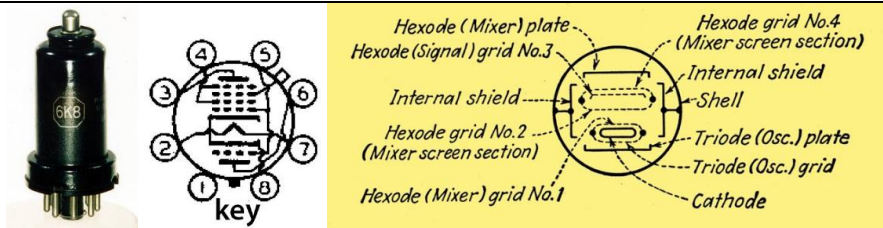


Рис. 5. Общий вид преобразовательной лампы триод-гексод 6K8, ее цоколевка и расположение электродов триода и гексода внутри баллона лампы.

Fig. 5. General view of the transducer tube triode-hexode 6K8, its base and the arrangement of the electrodes of the triode and hexode inside the bulb of the tube

Триод-гексод 6K8 обладает эффектом, известным как пространственное взаимодействие, которое наблюдается на высоких частотах. Для нейтрализации объемного заряда рекомендуется использовать конденсатор небольшой емкости, примерно 2—3 пФ. Конденсатор включается между гетеродином и сигнальными сетками. Нейтрализация объемного заряда позволяет увеличить коэффициент усиления.

Триод-гексод 6K8 производился не только в металлическом исполнении, но и в стеклянном баллоне с пластмассовым (6K8G) и металлопластмассовым (6K8GT) цоколем, рис. 6.



Рис. 6. Общий вид триод-гексодов типа 6K8G и 6K8GT.

Fig. 6. General view of triode-hexodes type 6K8G and 6K8GT

5. Триод-гексоды СССР

В конце 50-х годов 20 века отечественная промышленность наладила массовое производство комбинированных ламп триод-гексодов, например, типа 1И2П и 6И2П. Триод-гексод 1И2П предназначался для преобразования частоты в диапазоне до 30 МГц для работы в батарейных супергетеродинных радиоприемниках при номинальном напряжении накала нити 1,2 В и токе накала 60 мА, рис. 7. Напряжение источников питания анодов и сеток второй и четвертой 1И2П составляло максимум 250 В. Коэффициент усиления триода 25, а крутизна преобразования гексода 0,23 мА/В. В динамическом режиме сетка триода соединяется с третьей сеткой гексода.

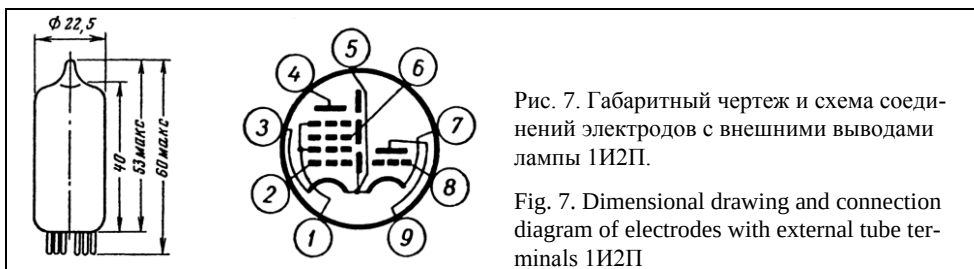


Рис. 7. Габаритный чертеж и схема соединений электродов с внешними выводами лампы 1И2П.

Fig. 7. Dimensional drawing and connection diagram of electrodes with external tube terminals 1И2П

Триод-гексод 6И2П — полный аналог пальчиковой девятиштырьковой лампы типа Valvo⁴ ECH80 с косвенным нагревом катода напряжением 6,3 В при токе 0,23 А, рис. 8.

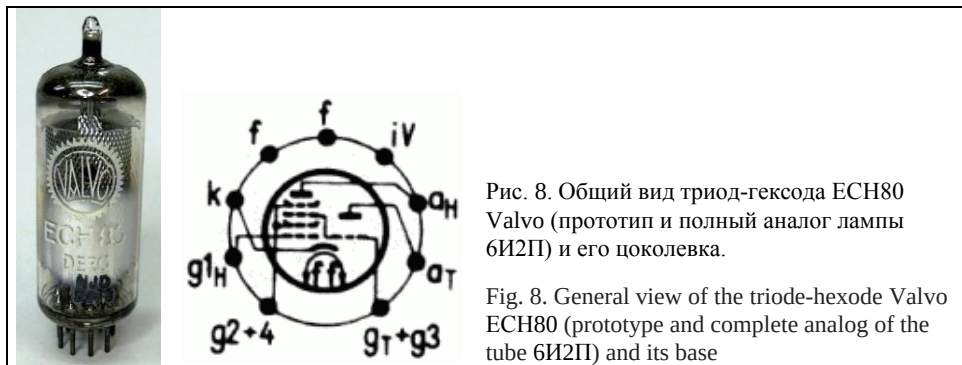


Рис. 8. Общий вид триод-гексода ECH80 Valvo (прототип и полный аналог лампы 6И2П) и его цоколевка.

Fig. 8. General view of the triode-hexode Valvo ECH80 (prototype and complete analog of the tube 6И2П) and its base

⁴ Компания Valvo была создана в 1924 году в Германии К. Мюллером (Carl Heinrich Florenz Müller, 29.01.1845-24. 11.1912) как завод по производству радиоламп в Гамбурге (немец. *Radioröhre Fabrik Hamburg*). В 1927 году К. Мюллер и его завод вошли в Группу Philips (немец. *Philips-Konzern*).

6. Заключение

Применение комбинированных ламп для преобразования частоты значительно увеличило стабильность генерируемых частот. Эффективность действия (крутизна преобразования) триод-гексода и пентагрида примерно одинакова, но на коротких волнах триод-гексода дают лучшие результаты, чем пентагриды.

Триод-гексоду, невзирая на определенные преимущества, оказались свойственны два основных недостатка: низкое внутреннее сопротивление и большие шумы при преобразовании частот, хотя по сравнению с гептодом у него меньшее взаимовлияние между входными цепями и гетеродином.

Список литературы

[1] Steimel K. Patent DE639571. Elektronenrohre mit einer Glühkathode und fünf oder mehr weiteren Elektroden. Patentierte im Deutschen Reiche vom 6. Juli 1933 ab. Tag der Bekanntmachung über die Erteilung des Patents: November 26, 1936.

[2] Штеймель К. Выпрямительное устройство. Патент SU47970. Приоритет от 27 августа 1934 года на основании ст. 6 Советско-германского соглашения об охране промышленной собственности. Заявлен 13 августа 1935 г.

References

[1] K. Steimel, "Elektronenrohre mit einer Glühkathode und fünf oder mehr weiteren Elektroden," Patent DE639571. Patented in the German Reich from July 6, 1933. Tag der Bekanntmachung über die Erteilung des Patents: November 26, 1936.

[2] K. Steimel, "Gleichrichteranordnungen," Patent SU47970. Patented August 27, 1934 on the basis of Art. 6 of the German-Soviet Agreement on the Protection of Industrial Property. Declared August 13, 1935.

The invention of octode

Pestrikov V.M.

Saint-Petersburg State University of Film and Television
13 Pravda str., Saint-Petersburg, 191119, Russia
pvm205@yandex.ru

Abstract: Octode, in essence, was that a lamp that showed the limit of the number of grids in which you can still get new qualitative properties of the valve. Octode AK1, CK1 and EK1 were adopted as standards in the manufacture of converting radio frequency. Improving the design octode led to the emergence of a beam octode EK3 Philips. It uses the principle of concentration of radiation of electron beams. It is possible to obtain consistency slope transformation in range and stable operation at short wavelengths. Later, in the conversion stages, began to use the combined valve only triode or triode-hexode and triode-heptode as the most effective device in such cases.

Keywords: frequency converter, six grids, pentagrid, G. Round, Philips, radio receiver Philips 520A, Max Strutt, AK1, Sylvania, Philco, induction effect, separation of electron beams, beam-deflection tubes, deflecting electrode, beam octode, EK3.

Изобретение октода

Пестриков В.М.

Санкт-Петербургский государственный институт кино и телевидения
ул. Правды, 13 Санкт-Петербург, 191119, Россия
pvm205@yandex.ru

Аннотация: Октод, по существу, явился той лампой, которая показала предел количества сеток, при котором еще можно получить от электронной лампы новые качественные свойства. Октоды AK1, CK1 и EK1 были приняты в качестве стандартов при производстве преобразовательных ламп. Совершенствование конструкции октода привело к появлению лучевого октода EK3 Philips. В нем использовался лучевой принцип концентрации электронных пучков. Это позволило получить постоянство крутизны преобразования по диапазону и устойчивую работу на коротких волнах. В дальнейшем, в преобразовательных каскадах, стали использовать комбинированные лампы: только триод или триод-гектод и триод-гектод, как наиболее эффективные устройства в таких случаях.

Ключевые слова: преобразователь частот, октод, шесть сеток, пентагрид, Г. Раунд, Philips, радиоприемник Philips 520A, Max Strutt, AK1, Sylvania, Philco, индукционный эффект, разделение электронных потоков, отклонение пучка лучей лампы, отклоняющий электрод, лучевой октод, EK3.

1. Введение

Проблема смешивания должным образом входного и гетеродинного сигналов в супергетеродинном приемнике не была долгое время решена. Ранние схемы имели тот недостаток, что входной и гетеродинный контуры не были полностью отделены друг от друга, и в связи с этим возникали нежелательные побочные эффекты.

Эксплуатация пентагрида показала, что он является не совсем идеальной преобразовательной лампой. Эта многосеточная лампа, как известно, представляет собой комбинацию триода с тетродом, отсюда и его два существенных недостатка: 1. невысокое внутреннее сопротивление и 2. недостаточно малая емкость между гетеродинной частью и управляющей сеткой, на которую подается принимаемый сигнал.

Желание конструкторов создать совершенную многосеточную лампу воплотилось в электронной лампе с восемью электродами (анод, катод и *шесть* сеток), которая получила название «октод» (англ. *octode*).

Октод содержит шесть сеток. 1-я и 4-я сетки являются управляющими (1-я — гетеродинная, 4-я — сигнальная), 2-я сетка выполняет роль анода гетеродина, 3-я и 5-я сетки — экранные и 6-я — антидинаatronная, рис. 1. Таким образом, октод так же, как и комбинированные лампы типа триод-гексод или триод-гептод, не требует для своей работы отдельной гетеродинной лампы.

Октод оказался свободным от первого недостатка пентагрида. Его конструкция включала единую структуру гетеродинного триода с высокочастотным пентодом. Благодаря этому он имел более высокое внутреннее сопротивление.

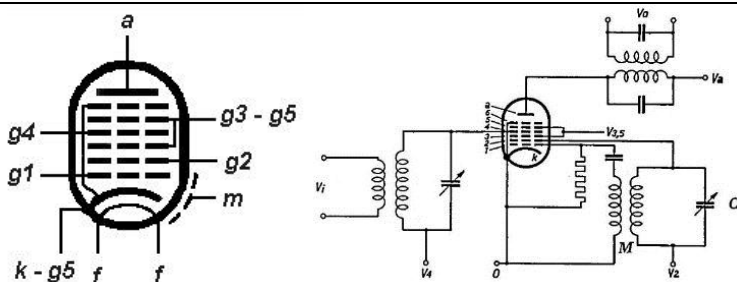


Рис. 1. Условное графическое изображение октода на радиосхемах и принципиальная схема преобразователя частоты с его использованием.

Fig. 1. Conditional graphical representation octode on the radio circuit and a circuit diagram of the frequency converter with its use

Добавленная шестая сетка в пентагрид обладала антидинаatronными функциями. Несмотря на то, что октод имел на одну сетку больше, чем пентагрид, он, тем не менее, работал по его принципу. Октод по своим рабочим характеристикам был выше своего предшественника пентагрида.

Добавление защитной сетки в британскую версию пентагрида (гептода) было сделано главным образом для уменьшения потребляемой мощности при использовании его в радиостанциях, питаемых от сухих батарей.

2. Октод Г. Раунда

Нужно заметить, что октод как радиолампа появился даже раньше пентода. Такую конструкцию октода с непосредственным нагревом катода в 1920 году предложил известный британский инженер-исследователь капитан Генри Раунд. При этом о его предназначении в качестве преобразовательной лампы речи не было вообще. К конструкции октода он пришел в результате разработки конструкции радиолампы с многократным усилением сигнала в одном вакуумном баллоне устройства. С этой целью в пространстве между анодом и нитью накала располагалось шесть сеток, которые образовывали своеобразные усилительные каскады с трансформаторной связью [1].

На рис. 2 приведена принципиальная схема радиоприемника радиостанции на октоде Раунда. Между нитью накала и анодом этой необычной лампы были размещены шесть сеток, три из которых, G1, G2 и G3, подключены к отрицательному полюсу анодной батареи «В», а остальные три вспомогательные сетки, P1, P2 и P3, соединены с положительным полюсом батареи «В». Входной сигнал от антенны А поступает на сетку G1, и уже усиленный с P1 подается через радиочастотный трансформатор Q1 на вторую сетку G2. Пройдя две ступени усиления, сигнал с сетки P2 поступает через радиочастотный трансформатор Q2 на третью ступень усиления к сетке G3 и далее с сетки P3 через радиочастотный трансформатор подается на вторичную обмотку трансформатора звуковой частоты, к первичной обмотке которого присоединены наушники. Режим работы последней сетки G3 может быть скорректирован с помощью потенциометра или сетки утечек [2].

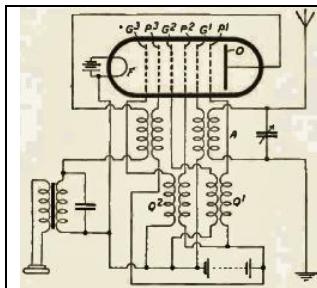


Рис. 2. Принципиальная схема радиоприемника на октоде. 1927 г.

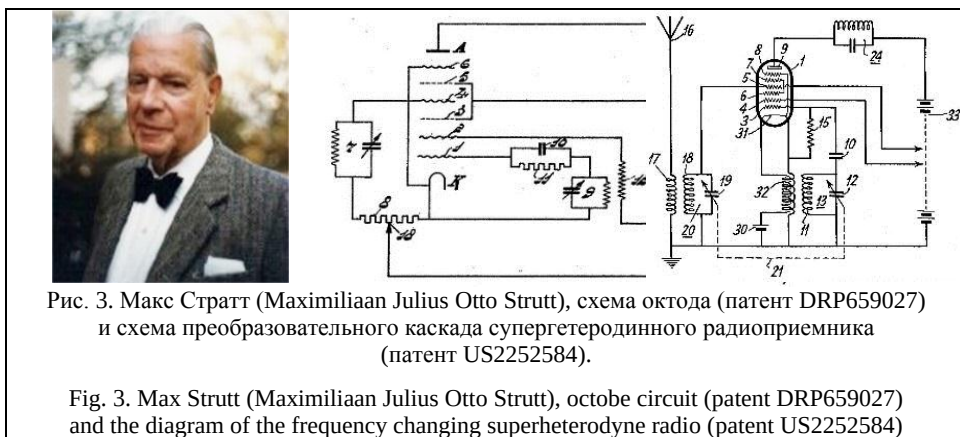
Fig. 2. Schematic diagram of the radio receiver on octode. 1927

3. Октоды компании Philips

Выпущенный компанией Philips гексод E448 не поддавался настройке при использовании его в современных схемах. Этот недостаток E448 подтолкнул Philips к разработке новой преобразовательной лампы. В Philips Research (научно-исследовательская лаборатория, NL) разработками преобразовательных радиоламп руководил Макс Стратт (Maximiliaan (Max) Julius Otto Strutt, 03.10.1903—15.07.1992).

Макс Стратт 1 мая 1927 года стал сотрудником Philips NL в Эйндховене и был определен в группу практического радио. Через два месяца, 28 июня 1927 г., в возрасте 24 года, он защитил диссертацию на тему «Скин-эффект¹ и распределение температуры в электрических проводниках» (Skin effect and temperature distribution in electrical conductors), за что ему была присуждена ученая степень PhD.

В 30-е годы XX века Макс Стратт получил несколько патентов на преобразовательные и многосеточные лампы. Благодаря Стратту компания Philips обладала двумя важными патентами на октод, которые были зарегистрированы в Германии (патенты DRP659027 и DRP 686267), рис. 3.



В 1934 году компания Philips изготовила промышленный образец октода АК1 с косвенным подогревом катода, который заменил гексод E448 в ее радиовещательных приемниках [3]. В октоде АК1 впервые были устранены недостатки предыдущих конструкций преобразовательных ламп. Это была первая серийная многосеточная лампа Philips, которая, ко

¹ Эффект уменьшения амплитуды электромагнитных волн по мере их проникновения вглубь проводящей среды.

всему прочему, была своеобразным ответом на выпуск до этого RCA преобразовательной лампы типа пентагрид 2A7.

Октод AK1 не только не уступал подобного типа лампам, но по ряду особенностей превосходил их. Новая многосеточная лампа имела переменный коэффициент усиления и косвенный нагрев нити накала 4,0 В. Баллон лампы покрывался экранирующим слоем золотистого или серебряного цвета.

Октод AK1 использовался Philips в собственных конструкциях радиоприемников вплоть до 1936 года, потом происходила его замена в течении 2-х лет на AK2 и EK2. В конструкциях эти октоды Philips широко не использовались другими производителями радиоприемников. На рис. 4 представлено устройство октода типа AK1, AK2, CK1 и EK1.



Рис. 4. Общий вид октода AK1 (Tungsram), его цоколевка, и устройство октодов AK1, AK2, CK1 и EK1. 1934 г.

Fig. 4. General view of octode AK1 (Tungsram), its base and the device octode AK1, AK2, CK1, EK1. 1934

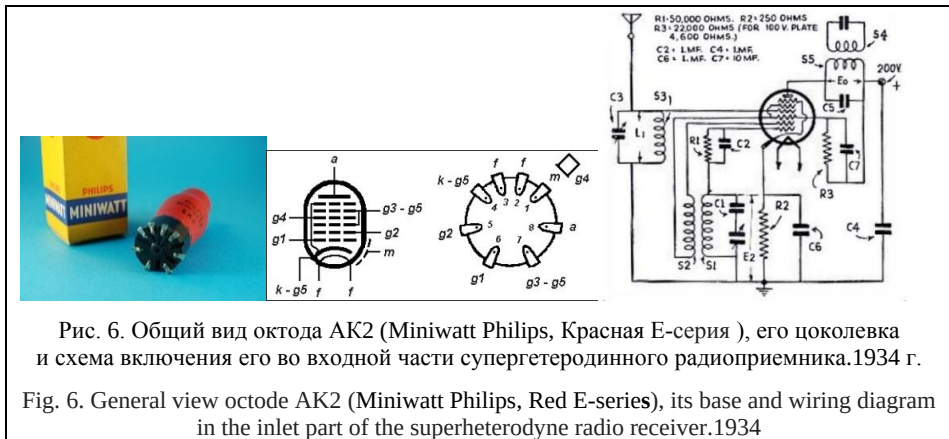
В момент появления октода AK1 в Нидерландах был небольшой покупательский спрос на радиоприемники супергетеродинного типа. Тем не менее, компания Philips в 1934 году представила на рынок две модели приемников типа Philips 520A и 521A, в преобразовательном каскаде которых использовался октод AK1, рис. 5 [4—6]. Приемники были собраны по одной схеме на шести лампах (AK1, AF2, AB1, E446, E443H, 506), принимали радиостанции в двух диапазонах (СВ и ДВ) и отличались только внешним видом. Philips 520A имел габариты 407×288×200 мм. Радиоприемники питались от сети переменного тока с напряжением от 103 В до 253 В.

Copyright © 2017 for this paper by its authors. Copying permitted for private and academic purposes.
 Proceedings of the 27th International Conference «Microwave & Telecommunication Technology» (CrIMiCo 2017)
 Sevastopol, Russian Federation, September 10—16, 2017

4. Производство октодов

В 1934 году в Великобритании появился первый промышленный образец октода типа FC2 производства Lissen Co. Аналогичный образец этой лампы выпустила также компания Mullard под наименованием K80A.

Октоды производились разными компаниями, известно несколько их типов, в частности, AK1 (Philips, Eindhoven, рис. 5); KK1; KK2; KK2G (Philips Australia); KK2G_UX6; KK2_7pin (Philips Australia); KK2_US-7pin; KK32 (Mullard); VO2 и другие. Большинство октодов, выпускавшихся различными компаниями, были идентичными, например, AK1 = TK1 (Dario, France) = MO465 (Tungsram, Budapest) = WE21 (Philips Italy, Milano (MI)) = VAK1 (VATEA, Budapest) = RAK1 (Radio-Record — Röhrenmarke, Holland). Другая часть октодов отличалась только параметрами подогревателя и цоколевками, рис. 6. В схемах AK1 заменял E448 = RENS1224, а CK1 — B2048 = RENS1824.



Октоды АК1, СК1 (рис.7) и ЕК1, в дальнейшем, были взяты в качестве промышленных стандартов при производстве преобразовательных ламп. Эти лампы обладали способностью преобразовывать любую частоту приема в фиксированную промежуточную частоту, при наличии автоматической регулировке усиления сигнала.



5. Октоды компаний США

В США октод типа 7A8 был произведен компанией Sylvania в 1939 году и использовался в батарейных радиоприемниках компании Philco, рис. 8. Октод 7A8 предназначался для работы в радиоаппаратуре, работающей в экстремальных условиях, при ударах и вибрации. Лампа была сделана на основе пентагрида 7B8, в которую была добавлена защитная сетка. Добавление защитной сетки в лампе Sylvania позволило при напряжении нити накала 6,3 В снизить ее ток питания с 320 мА до 150 мА при сохранении той же крутизны преобразования 550 мкСм ($1 \text{ мкСм} = 10^{-3} \text{ мА/В}$). Компания Philco использовала эту лампу во всех своих производимых радиоприемниках на протяжении 40-х годов XX века. Производство октодов продолжалось достаточно долго, последние образцы датируются 1950 г. [7]. Вариант октода, в котором шестая противодинаatronная сетка соединена не с катодом, а с экранирующими сетками C_3 и C_5 носит название «велогрид».



Рис. 8. Общий вид, упаковка и цоколевка (Loktal-8-ключ) октодов типа 7A8 производства компаний Sylvania, RCA и GE.

Fig. 8. General view of the packaging and base (Loktal-8-key) octode type 7A8 production companies Sylvania, RCA and GE

Эволюция американских пентагридов 2A7 и 6A7, добавление шестой сетки или третьей сетки для пентода позволила получить высокое внутреннее сопротивление этих ламп. Конструкция октода в связи этим не явилась сенсационной разработкой, как иногда утверждала компания Philips в своих пресс-релизах.

6. Особенности октода

Новая преобразовательная лампа октод, имела более высокое усиление, чем другие лампы подобного типа, а также пентагрид. Использование октода позволило упростить преобразовательный каскад в сравнении с пентагридом. Октод позволял при низком анодном напряжении 110 В до-

стичь высоких значений коэффициента усиления. По этому параметру, он превосходил гексод.

Одним из недостатков октода явилось наличие у него так называемого частотного подавления, когда, изменение управляющего напряжения вызывает то же самое время небольшое изменение частоты гетеродина. В результате этого изменяется сигнал промежуточной частоты. Особенно заметен этот эффект на более высоких частотах приема. Это не позволяло оптимальным образом использовать октод в коротковолновом диапазоне частот.

На высоких частотах у октода проявляется другой недостаток, так называемый индукционный эффект (англ. *induction effect*). При смешивании сигналов (рис. 9), в окрестности сетки 1 находится объемный заряд, который обычно называют виртуальным катодом. Плотность этого объемного заряда в любой момент времени зависит от мощности потока электронов, испускаемых катодом и, следовательно, колеблется синхронно с сигналом, поступающим на сетку внутреннего контроля (сетка 4). Эти колебания пространственного заряда индуцируют соответствующий изменяющийся заряд на сетке внешнего управления 1. В результате этого ток, имеющий частоту сигнала, подаваемого на сетку внутреннего контроля 4, возникает в цепи сетки наружного управления 1. Это явление называется индукционным эффектом, рис. 9.

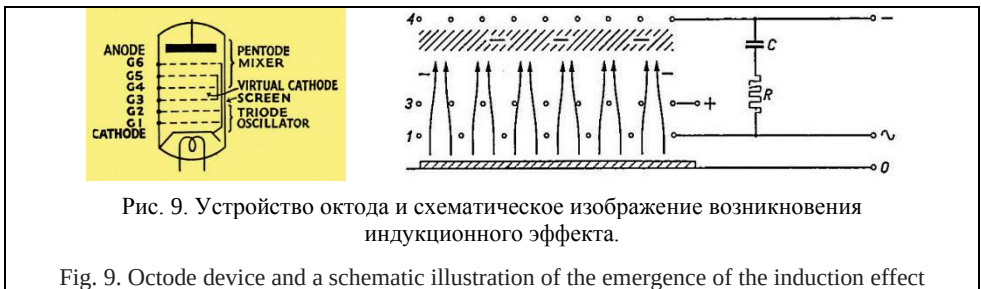


Рис. 9. Устройство октода и схематическое изображение возникновения индукционного эффекта.

Fig. 9. Octode device and a schematic illustration of the emergence of the induction effect

Заметим, что образованное электронное соединение между сетками 1 и 4 приводит к уменьшению усиления смешивания сигналов, а энергия гетеродина может попасть в антенну и излучаться в пространство.

В реальности формирование пространственного заряда перед сеткой 4, происходит с небольшой задержкой относительно вариаций напряжения сетки 1 из-за времени перехода электронов. Эта задержка может быть компенсирована в виде заряда с задержкой нейтрализующего конденсатора С. Сделать это можно включением между сеткой внутреннего контроля 4 и сеткой наружного управления 1 соответствующим образом выбранной электрической цепочки в виде последовательного соединения нейтрал-

зующего конденсатора C и резистора R . Таким образом индукционный эффект не может быть сильно уменьшен, и поэтому он является нежелательным на практике.

Вторая трудность, как уже упоминалось выше, является влияние на частоту гетеродина смещения на сетке 4. Это связано с тем, что часть электронов проходит сигнальную сетку с низкой скоростью, а остальные от нее отражаются. Электроны могут быть отражены назад и вперед между сетками 1 и 4 по несколько раз. Они, наконец, могут быть захвачены гетеродином анода 2 или первой экранной сеткой 3, а могут и пролетать между ячейками сигнальной сетки 4. Среднее число отражений в октоде типа ЕК2 равно от двух до трех. В результате этих многократных отражений значительно увеличивается пространственный заряд между сетками 1 и 2 (с помощью которого их емкость увеличивается), что влияет на вольтамперную характеристику гетеродина (триодная часть лампы). Если, например, отрицательное смещение сигнальной сетки увеличивается, то процент отраженных электронов возрастает, а, следовательно, растет и объемный заряд между сетками 1 и 2. Таким образом, пропускная способность этих сеток увеличивается, что приводит к росту тока на сетке 2 и, как следствие, к изменению крутизны триодного генератора. Оба этих эффекта оказывают влияние на частоту гетеродина 2.

Важно отметить, что в связи с увеличением объемного заряда за счет отраженных электронов индукционный эффект также значительно увеличивается. Помимо этих нежелательных эффектов увеличение пространственного заряда имеет и свои преимущества. Из-за многократных отражений, в которых каждому электрону предоставляется несколько возможностей в виде пробега или отражения, происходит увеличение наклона (крутизны) кривой анодного тока в зависимости от напряжения на сигнальной сетке.

7. Лучевой октод

Устранением недостатков октодов типа ЕК2 занялась научно-исследовательская группа по лампам Philips Research, которой руководил Йохан Джонке (Johan Lodewijk (Hans) Jonker, 19.03.1901—11.07.1963). Джонке был выпускником Технического университета г. Делфта и в январе 1925 года получил степень магистра в области электротехники. После этого он работал на сахарном заводе, патентном ведомстве и электроламповом заводе в Неймегене (Nijmegen). На заводе в Неймегене Джонке руководил разработкой и производством радиоламп.

В январе 1930 г. Джонке присоединился к исследовательской группе по разработке радиоламп в Philips Research, рис. 10. Первого ноября 1931 года он покидает исследовательскую лабораторию для того, чтобы организовывать отдел по разработке радиоламп на заводе в районе Emmasingel (Эйндховен). Отдел разработки радиоламп в то время был известен как “the Jonker Lab (Radio IV)”, а позже получил название “buisenlab” (ламповая лаборатория). Через пять лет, 19 сентября 1936 года, Джонке возвращается в Philips Research, где руководит научно-исследовательской группой по радиолампам.



Рис. 10. Йохан Джонке (Johan Lodewijk (Hans) Jonker) и его исследовательская группа (1930 г.) [8].

Fig. 10. Johan Lodewijk (Hans) Jonker and the group Jonker (1930) [8]

Анализ возникшей проблемы показал, что сравнительно хорошие результаты можно получить и при совмещении гетеродинной секции в общем баллоне со смесителем, если использовать такую конструкцию лампы, при которой электронные потоки, направляющиеся к аноду гетеродина и к аноду смесителя, разделены.

В апреле 1938 года компания Philips представила октод новой конструкции АКЗ, так называемый «лучевой октод» (англ. *beam octode*). Изобретателем лучевого октода был Йохан Джонке (патент US2134407. Field Feb. 9, 1933). Эта лампа явилась последней попыткой компании Philips продлить жизнь этой лампы в качестве преобразователя частоты. Устройство октода ЕКЗ оказалась более сложным по сравнению с аналогичными преобразователем ЕК2. Лампа ЕКЗ, в отличие от других типов октодов, устойчиво работала на коротких волнах.

В конструкции ЕКЗ сетки 2 и 3 были сделаны в виде пластин для формирования пучков электронов. При этом электронный пучок был разделен в максимально возможной степени по направлению к генератору и смесителю, что позволило свести к минимуму негативные эффекты. Лампы этого типа получили название четырехлучевых октодов и по своей конструкции были значительно проще, чем триод-гексоды. Расположение электродов подобной лампы показано на рис. 11.

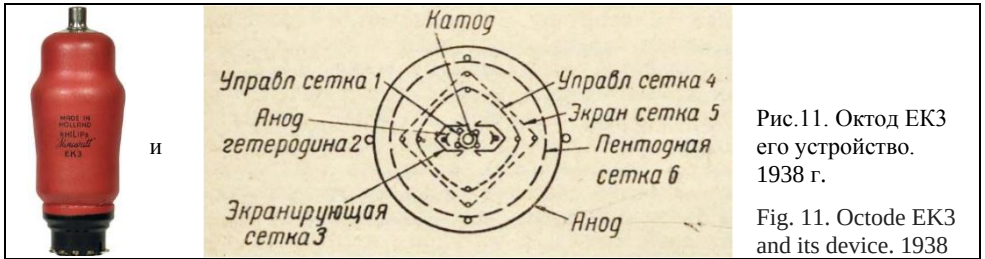


Рис.11. Октод ЕКЗ его устройство. 1938 г.

Fig. 11. Octode EK3 and its device. 1938

Лампа ЕКЗ представляет собой видеоизмененный октод. Круглый катод окружен сеткой 7, к которой подводятся колебания от гетеродина. Сетка 7 прикреплена к четырем штырькам. Анод гетеродинной секции выполнен в виде двух небольших пластинок 2. Экранирующая сетка 3 имеет оригинальную конструкцию — ее трудно называть сеткой, так как электрод сделан сплошным, подобно тому, как делают аноды, но в нем оставлены две широкие щели, через которые электронный поток устремляется к аноду смесителя. Благодаря такой конструкции лампы достигается получение четырех электронных потоков: два из них направляются к аноду гетеродина 2, а два — к аноду смесителя. Экранирующая сетка 3 преграждает путь тем электронам, которые, попав в тормозящее поле сетки 4, поворачивают обратно. Таким образом устраняется колебание величины пространственного заряда около сетки 7; этим, а также разделением электронных потоков повышается стабильность частоты гетеродинной части схемы. У октодов лучевого типа анодный ток гетеродинной секции лампы практически не зависит от напряжения на управляющей сетке сигнала.

В четырехлучевом октоде ЕКЗ удалось практически полностью устранить сдвиг частоты и значительно снизить индукционный эффект. В конструкции предотвращено попадание электронов, отраженных от сетки сигнала в область гетеродина. В этом случае, отраженные электроны больше не могут быть использованы для увеличения наклона (крутизны) сетки сигнала.

8. Дальнейшие исследования Johan Jonker по электронным пучкам

Во время вторжения немцев в Нидерланды в 1940 году Йохан Джонке был среди группы сотрудников, которых Philips решила вывезти в Англию. Блокировка путей эвакуации немецкими войсками не позволила Джонке и его семье уехать. Они были вынуждены возвратиться в Эйндховен и жить в условиях немецкой оккупации.

В середине Второй мировой войны жизнь в оккупированных Нидерландах нормализовалась, и 5 июня 1942 года Йохан Джонке защищает кандидатскую диссертацию (PhD) в Техническом университете Делфта [8]. Название его диссертации: «Current distribution in amplifying tubes» (Распределение тока в усилительных лампах). Основной темой диссертации явился расчет траекторий электронов в электронных лампах для некоторых очень простых конфигураций. В то время еще не представлялось возможным рассчитать точную траекторию электронов в произвольной конфигурации электродов. Для того чтобы смоделировать траектории электронов, Йохан и его сотрудники создали механическую модель, состоящую из резиновой фольги, подвешенной на металлической раме. Небольшие стальные шарики бросали с края фольги (в положении катода). Высота прогиба фольги являлась мерой потенциала. В области сетки положительно заряженного провода фольга вытягивалась вниз, в то время как она вытягивалась вверх в области проволоки отрицательной сетки. Траектория шариков фотографировалась фотокамерой, установленной над фольгой. Скорость электронов определялась с помощью стробоскопического диска (рис. 12). В целом эксперимент производит чарующее впечатление о том, как исследователи со скромными средствами, в ситуации военного времени добились фундаментальных результатов.

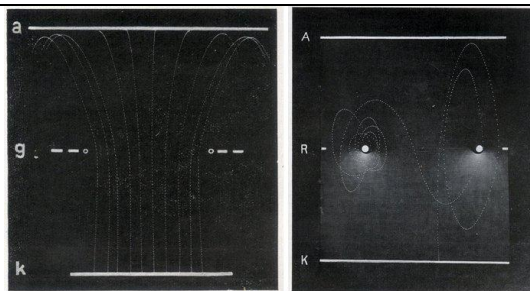


Рис. 12. Два примера моделирования траектории электронов из диссертации Jonker. На рисунке слева изображена лампа с положительным смещением на сетке и анодом при относительно низком потенциале. Только электроны, которые не отклоняются сеткой, достигают анода, а остальные электроны отражаются. Справа мы видим ту же ситуацию, но теперь анод имеет потенциал катода. Электроны не достигают анода, они кружат вокруг сетки проводов [8].

Fig. 12. Two electron trajectory simulation examples from Jonker's thesis. The picture on the left depicts a tube with a positively biased grid with the anode on a relatively low potential. Only the electrons that are not deflected by the grid wires reach the anode while the others are reflected. On the right we find the same situation, but now the anode is at cathode potential. No electrons reach the anode, they circle around the grid wires [8]

Расчет траекторий электронов был лишь одним из многих научных тем, которой занималась исследовательская группа Johan Jonkers.

Творческий подход Йохана Джонке в научных исследованиях напрямую связан с его любовью к цветам. Он увлекался разведением орхидей. Каждое утро, прежде уйти на работу, он заскакивал в небольшую теплицу в саду своего дома, чтобы посмотреть, что делают его орхидеи.

9. Заключение

Октод позволил более эффективно, чем гексод и пентагрид, заменить две лампы: смесительную и гетеродинную. Однако и он имел существенный недостаток, который был связан с влиянием четвертой сетки на токораспределение между анодом лампы и пятой сеткой с одной стороны и третьей и второй сеткой (анодом гетеродина) — с другой.

В диапазонах СВ и ДВ, как показала практика приема радиостанций, октоды работают идеально, однако, в коротковолновом диапазоне длин волн иногда возникает проблема сдвига частоты в зависимости от схемы, хотя это не особо критично, так как она может быть снижена с помощью технических решений.

Лучевой принцип концентрации электронных пучков в октоде ЕКЗ благоприятно сказался на работе лампы в отношении постоянства крутизны преобразования по диапазону. В отличие от других типов октодов, лампа ЕКЗ устойчиво работала на коротких волнах.

Октод, по-существу, явился той лампой, которая показала предел количества сеток, при котором еще можно получить от лампы новые качественные свойства. В дальнейшем в преобразовательных каскадах стали использовать комбинированные лампы только триод или триод-гексод и триод-гептод, как наиболее эффективные устройства в таких случаях.

Применение многосеточных преобразовательных ламп ограничивается частотой 30 МГц из-за значительного увеличения собственных шумов и сильного взаимодействия между сигнальной и гетеродинной сетками лампы. Поэтому уже в метровом диапазоне должны применяться схемы односеточных преобразователей частоты. До частоты 100 МГц применяются как *пентодные*, так и *триодные смесители*, однако уже на частотах свыше 45—60 МГц рациональнее применять триодные смесители, так как их уровень шумов ниже уровня шумов пентодного смесителя. Кроме того, наличие двойных высокочастотных триодов позволяет выполнить на одной лампе весь высокочастотный блок.

Отметим, что в период зарождения вычислительной техники для ее нужд была разработана специальная электронная лампа под названием

«ноно́д» (*nonode* или *enneode*). Эта лампа имела девять электродов (анод, катод и семь сеток). В СССР производился для вычислительных машин нанод типа 6Л1П. Фирма Siemens в 1950 году выпустила нанод типа EQ-80 (UQ-80 аналог 12В) для использования в качестве квадратурного FM-детектора.

Список литературы

- [1] Round H.J. Improvements in Thermionic Amplifiers and Detectors. Patent GB159984. Application Date: Dec. 9, 1919.
- [2] Dinsdale A.A. Tube with Eight Electrodes // Popular Radio. May, 1927. P. 459—460, 499.
- [3] Окто́д // Радиофронт. 1934. № 7. С. 37.
- [4] Philips 520A, 1934/35. Website Jorge Llacer's.
URL: http://www.jllacer.com/Euro_Radios/philips520A.htm (29.01.2017).
- [5] Philips, 520A, Octode Super (Rádio). Website. Radio Historia SK.
URL: <http://www.radiohistoria.sk/Oldradio/main.nsf/wcatalid/0000175> (29.01.2017).
- [6] Philips 520A. Website NostalgRadio.
URL: <http://nostalgyradio.cz/moje-sbirka/philips/philips-520a/galerie/3343> (29.01.2017).
- [7] 7A8. Portal «Radiomuseum».
URL: http://www.radiomuseum.org/tubes/tube_7a8.html (29.01.2017).
- [8] Dr. ir. Hans Jonker (1901–1963). Website Roland's electronic.
URL: <http://www.dos4ever.com/EF50/Jonker.html> (26.02.2017).

References

- [1] H.J. Round, “Improvements in Thermionic Amplifiers and Detectors,” Patent GB159984. Application Date: Dec. 9, 1919.
- [2] A.A. Dinsdale, “Tube with Eight Electrodes,” *Popular Radio*. May 1927, pp. 459–460, 499.
- [3] “Окто́д,” *Radiofront* (Russia), 1934, no 7, p. 37.
- [4] Philips 520A, 1934/35. Website Jorge Llacer's.
URL: http://www.jllacer.com/Euro_Radios/philips520A.htm (29.01.2017).
- [5] Philips, 520A, Octode Super (Rádio). Website. Radio Historia SK.
URL: <http://www.radiohistoria.sk/Oldradio/main.nsf/wcatalid/0000175> (29.01.2017).
- [6] Philips 520A. Website NostalgRadio.
URL: <http://nostalgyradio.cz/moje-sbirka/philips/philips-520a/galerie/3343> (29.01.2017).
- [7] 7A8. Portal «Radiomuseum».
URL: http://www.radiomuseum.org/tubes/tube_7a8.html (29.01.2017).
- [8] Dr. ir. Hans Jonker (1901–1963). Website Roland's electronic.
URL: <http://www.dos4ever.com/EF50/Jonker.html> (26.02.2017).

The invention of triode-heptode

Pestrikov V.M.

Saint-Petersburg State University of Film and Television
13 Pravda str., Saint-Petersburg, 191119, Russia
pvm205@yandex.ru

Abstract: The increase in the number of broadcasting stations in the world has determined the direction of development of radio receivers. In connection with this, the superheterodyne radio receiver gradually assumed a dominant position. The improvement of radio tubes for this type of radio receivers went in the direction of improving their electrical parameters and creating new designs of combined lamps, in particular conversion lamps. In the wake of the triode hexode, a triode-heptode appeared, which was the latest development in the field of frequency converters. Philips manufactured the first industrial triode-heptode ECH2 in 1938. In the USSR, the triode-heptode 6И1П appeared in the mid-50s of the 20th century and was used for 29 years.

Keywords: triode-heptode, ECH2, radio Tandberg Sølvsuper 2, ECH21, Philips Aachen-Philetta 203U, Philips Philetta 208U, Tesla Talisman 308U, Haltron 6J8, 7S7, Paillard 3502 B, 6И1П, radiola “Donets”, “Ural-114”.

Изобретение триод-гептода

Пестриков В.М.

Санкт-Петербургский государственный институт кино и телевидения
ул. Правды, 13 Санкт-Петербург, 191119, Россия
pvm205@yandex.ru

Аннотация: Увеличение числа радиовещательных станций в мире определило направление развития радиоприемников. В связи с этим постепенно доминирующее положение занял супергетеродинный радиоприемник. Совершенствование радиоламп для этого типа радиоприемников шло по направлению их улучшения электрических параметров и создания новых конструкций комбинированных ламп, в частности, преобразовательных ламп. Вслед за триод-гексодом появился триод-гептод, который стал последней разработкой в области преобразователей частоты. Первый промышленный триод-гептод ECH2 был изготовлен компанией Philips в 1938 году. В СССР триод-гептод 6И1П появился в середине 50-х годов XX века и использовался в течении 29 лет.

Ключевые слова: триод-гептод, ECH2, Tandberg Sølvsuper 2, ECH21, Philips Aachen-Philetta 203U, Philips Philetta 208U, Tesla Talisman 308U, Haltron 6J8, 7S7, Paillard 3502 B, 6И1П, радиола «Донец», «Урал-114».

1. Введение

Конструкции электронных ламп к концу 40-годов XX века в значительной степени определяли технические и экономические показатели радиоприемников. Непрерывное улучшение параметров и повышение экономичности батарейных и сетевых ламп, а также снижение их стоимости явилось необходимой предпосылкой к выпуску хороших приемников, имеющих невысокую стоимость.

Изобретение гексода, гептода, пентагрида и октода привело к сокращению числа ламп в преобразовательном каскаде радиоприемника за счет выполнения одной лампой двух или более функций. Новым трендом в повышении эффективности преобразовательных радиоламп стали разработки по объединению нескольких типов ламп в одном баллоне. В начале это была комбинация триод-гексод компании Telefunken, а потом — триод-гептод компании Philips, который просуществовал до конца ламповой эры — момента появления полупроводникового транзистора в 1948 году.

2. Триод-гептоды Philips

Стремление полностью устранить взаимное влияние электронных потоков в преобразовательной лампе заставило компанию Philips отклониться от прямого пути развития преобразовательной лампы, в частности, октода ЕКЗ (1938 г.) и триод-гексода типа ЕСНЗ (1939 г.). Новой перспективной конструкцией лампового преобразователя явилась новаторская концепция размещения в одном баллоне лампы триода и гептода. В 1938 году появился триод-гептод ЕСН2, который сразу нашел применение в шестиламповом (ЕСН2, EF9 (пентод), ЕВСЗ (двойной диод-триод), EL3 (пентод), EM1 («магический глаз»), AZ1 (2-х анодный кенотрон)) всеволновом (LW-145-370 KHz, MW-500-1550 KHz, SW-1 1550-4500 KHz, SW-2 6.0—18 MHz) радиоприемнике Sølvsuper 2 (2A) производства норвежской компании Tandberg Radio¹.

Компания Philips постоянно совершенствовала конструкции триод-гептод. В 1940 году появился триод-гептод Philips ЕСН4 MINIWATT с европейским цоколем типа Р (P8A).

В отличие от триод-гексода ЕСНЗ система смешивания ЕСН4 представляет собой гептод вместо гексода, и сетка триодов в обеих лампах выводится отдельно от сетки 3 системы смешивания и не имеет с ней соединения. Дополнительно введенная защитная сетка (suppressor grid) позволя-

¹ Компания Tandberg Radio (Осло, Норвегия) основана в 1933 году. В 1979 году распалась на три компании: «Tandberg Data», «Tandberg Television» и «Tandberg asa».

ет работать с изменяющимся напряжением на экранной сетке. Помимо этого гептодная часть лампы имеет высокое внутреннее постоянное сопротивление и пониженный уровень шумов. Это позволило использовать этот гептод как пентод в качестве IF-усилителя (линейный усилитель). Основная цель, которая преследовалась при разработке конструкции ECH4, состояла в том, чтобы сделать эту лампу как можно более универсальной и использовать ее не только в качестве преобразовательной лампы, но и уменьшить количество ламп в радиоприемнике.

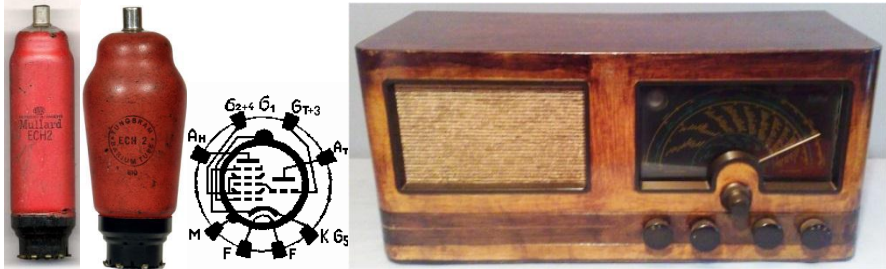


Рис. 1. Триод-гептод Mullard ECH2 и Tungsram ECH2, их цоколевка и внешний вид радиоприемника Tandberg Sølvsuper 2 (2A). 1938 г.

Fig. 1. Mullard ECH2 Triode-Heptode and Tungsram ECH2, their bases and the appearance of the radio receiver Tandberg Sølvsuper 2 (2A). 1938

Используя набор ламп ECH4, ECH4, EBL1 (двойной диод-пентод) и AZ1 (двуханодный кенотрон) можно было разработать супергетеродинный радиоприемник с небольшим числом ламп. Первый триод-гептод ECH4 используется как преобразовательная лампа. У второго триод-гептода ECH4 секция гептода используется как IF-усилитель, поскольку входной сигнал подается на первую управляющую сетку, а вторая управляющая сетка (G3) связана с катодом. Триодная часть лампы служит в качестве первой ступени усилителя звуковой частоты, в то время как диоды EBL1 используются для детектирования, а пентодная часть этой лампы работает как выходной каскад усилителя звуковой частоты.

В 1941 году компания Philips выпустила триод-гептод ECH21 с цоколем типа Loctal-8 с косвенным нагревом катода 6,3 В и токе 0,35 А, рис. 2. В ECH21 между сеткой триода и сеткой смесителя не было внутреннего соединения, и лампа имела девять внешних соединений. Более поздняя версия этого триод-гептода ECH81 компании Valvo в 1952 году имела минимально модифицированную характеристику и цоколь типа пальчиковый Noval B9A. Триод-гептод ECH81 использовался длительное время в европейских конструкциях радиоприемников.

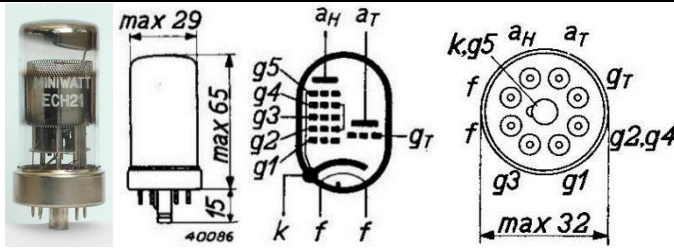


Рис. 2. Общий вид триод-гептода ECH21, его габариты, обозначение на схемах и расположение контактов на цоколе типа Locтал-8.

Fig. 2. General view of the ECH21 triode-heptode, its dimensions, designation on the circuits and location of the contacts on the base of the Locтал-8 type

Во время второй мировой войны компания Philips, благодаря триод-гептоду ECH21, смогла сократить количество ламп в стандартном радиоприемнике с 5 до 4. До этого стандартный радиоприемник имел отдельные лампы для каждого каскада: преобразователя, для ступени ПЧ, первого аудиоканала, выходного каскада и выпрямителя. Конструкция преобразовательной лампы UCH21 позволила ее использовать в каскаде усилителя промежуточной частоты и первом звуковом каскаде. Третья комбинированная лампа была двойной диод-пентод UBL21, которая использовалась в выходном каскаде усилителя звуковой частоты, а содержащиеся в лампе диоды служили для детектирования сигнала. В блоке питания использовалась четвертая лампа — кенотрон. Использование комбинированных ламп позволило уменьшить себестоимость продукции и было особенно привлекательным для тех регионов, где радиоприемники облагались налогом на количество ламп. Революционная схема с триод-гептодами применялась во многих сериях радиоприемников Philips, начиная с Philetta 203U, который производился в разных странах, включая тогдашний «Протекторат Богемии и Моравии».

В 1941 году в радиотехнических журналах “Funkschau” № 8 и “Radio-Mentor” № 7 появились сообщения о выпуске компанией Philips двух новых моделей радиоприемников Philetta 203U (рис. 3) и 204U. Эти устройства получили такое название из-за их внешнего сходства с армейским хлебом (Kommissbrot). Линейка PHILETTA задумывалась и производилась компанией Philips как элитная малогабаритная серия на базе более габаритных радиоприемников.

Радиоприемники Philetta 203U и 204U собирались по супергетеродинной схеме для приема в двух диапазонах. Модель 203U принимала средние (192—575 м) и длинные (708—1910 м) волны, а 204 U предназначалась для приема коротких и средних волн.

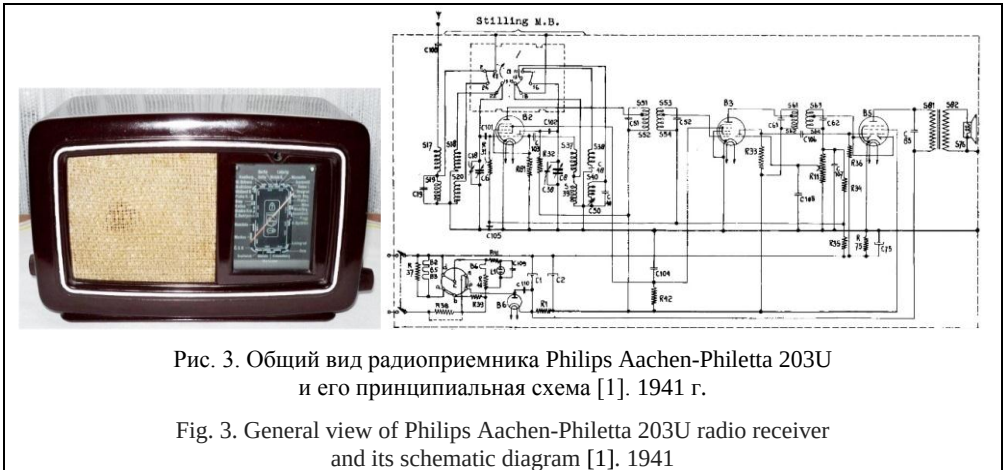


Рис. 3. Общий вид радиоприемника Philips Aachen-Philetta 203U и его принципиальная схема [1]. 1941 г.

Fig. 3. General view of Philips Aachen-Philetta 203U radio receiver and its schematic diagram [1]. 1941

В первых моделях радиоприемника Philetta 203U в выпрямителе использовался кенотрон типа UY21 (цоколь Loctal-8), а в более поздних моделях в блоке питания был установлен кенотрон типа UY1N с октальным цоколем. Корпус Philetta 203U изготовлялся из пластической массы под названием «бакелит²», а его габариты составляли 28×16×13 см при весе 2,8 кг. Приемники в корпусе из бакелита получили в дальнейшем название «Бакелитовое радио».

Производство радиоприемников Philetta 203U было налажено на немецком заводе в Аахене³ (нем. *Aachen*), недалеко от границы с Бельгией и на пражском заводе в оккупированной Чехословакии. Поскольку транспортные расходы были высокими, а рабочая сила была дешевой, чешский завод имел все компоненты собственного производства, как и голландцы. Все версии этого радиоприемника имели диапазоны средних и длинных волн, а на шкале возле некоторых названий станций стояла надпись «Enemies» (Враг), то есть предупреждение о том, что «строго запрещено слушать англо-американские трансляции!».

Официальная военная жизнь этого радио закончилась в конце 1944 года, когда последняя партия из 4500 единиц Philetta 203U, которая до-

² Бакелит — первая недорогая и негорючая пластмасса универсального применения, названная по фамилии американского химика и изобретателя бельгийского происхождения Лео Бакеланда (Leo Hendrik Baekeland, 14.11.1863-23.02.1944), которую он впервые получил в 1909 году (патент US942809).

³ Город Аахен расположен в месте, где смыкаются три страны: Германия, Бельгия и Нидерланды, в 4-5 км от границ с последними двумя странами.

ставлялась поездом из Аахена в Берлин, фактически была уничтожена бомбардировкой союзных войск.

В Нидерландах схема с двумя триод-гептодами ECH21 использовалась и в известном радиоприемнике Philips 208U (рис. 4), который начали производить в бакелитовом корпусе в послевоенное время в Эйндовене. К тому времени модели 204U и 208U производились с короткими волнами и лишь с небольшими изменениями в сравнении с прототипом. Радиоприемник Philips 208U имел габариты $28 \times 16 \times 13$ см, а вес 2,7 кг. Это были популярные радиоприемники в Западной Европе в трудные времена сразу после войны, которые не имели «цензурной» шкалы.



Рис. 4. Общий вид радиоприемника Philips Philetta 208U и его шкала [2]. 1944 г.

Fig. 4. General view of the Philips Philetta 208U radio receiver and its scale [2]. 1944

До 1946/47 года, в крайне неопределенной обстановке компания Philips, так же, как и ее конкурент Telefunken, продолжали разрабатывать модели радиоприемников. В 1946 году Philips начала производство приемников 208U на своих заводах в Чехословакии. В приемниках использовалась супергетеродинная схема, которая была разработана компанией еще в годы Второй мировой войны на основе 4-х ламп локтальной серии с питанием от сети переменного тока с напряжением 110 В и 220 В.

После окончания войны Чехословакия перешла под советский контроль. Все находящиеся на ее территории радиозаводы Philips были национализированы и поставлены под чешский контроль, став частью известной компании Tesla. Tesla продолжила производство испытанной временем конструкции 208U, известной как Европейская 4-ламповая схема (European 4 Tube Circuit). На заводе Tesla Hloubetin в Праге был разработан радиоприемник Talisman (LW, MW, SW) на основе двух ламп UCH21, одной UBL21 и одной — UY1N. Промежуточная частота супергетеродина составляла 452 кГц.

Радиоприемник Tesla Talisman имел новые корпуса под разными названиями и вариациями в дизайне. Прелесть корпусу Tesla Talisman придавала бакелитовая пластмасса, которая шла на его изготовление. Однако то, что сделало этот маленький радиоприемник настолько привлекательным и известным, было не внутри его корпуса, а в его компактном и элегантном виде. Практически одна и та же схема и одно то же шасси использовались в четырех типах радиоприемников (с разными корпусами): Tesla Talisman 305U (1949 г.), 306U (1951 г.), 307U (1953 г.) и 308U (1956 г.).



Рис. 5. Общий вид радиоприемника Tesla Talisman 308U и его шкала [3]. 1956 г.

Fig. 5. General view of the radio receiver Tesla Talisman 308U and its scale [3]. 1956

Tesla Talisman 308U стал самым продаваемым радиоприемником линейки Tesla в странах восточного блока. Было продано более миллиона радиоприемников этого типа. Без изменения радиоприемник 308U производился до 1958 года, после этого его схему переработали под транзисторы.

3. Триод-гептоды США

Первый триод-гептод 6J8 (рис. 6), произведений в США, представлял собой комбинацию триода и пентагрида, американского варианта гептода. Лампа 6J8 производилась в популярной тогда металлической серии ламп. Гептодная часть Haltron 6J8 была эквивалентен гептоду 6L7. Haltron 6J8 отличался низким уровнем шумов и высокой крутизной преобразования. Благодаря этому лампа 6J8 была популярной в приемниках без каскада усилителя радиочастоты (RF).

Триод-гептод 6J8 был единственной американской комбинированной преобразовательной лампой, у которой в качестве смесителя использовался пентагрид. После этого в выпущенных конструкциях американских комбинированных преобразовательных ламп использовалось соединение сеток в смесителе по подобию европейского гептода.

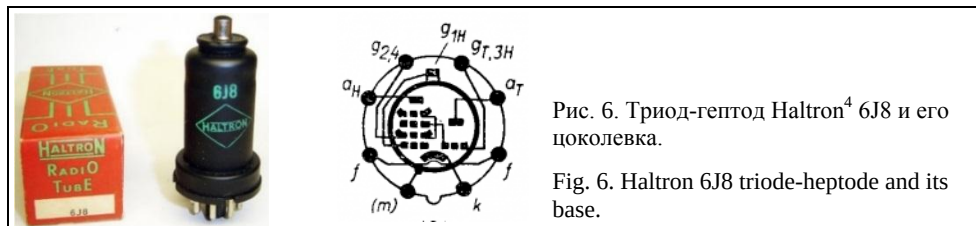


Рис. 6. Триод-гептод Haltron⁴ 6J8 и его цоколевка.

Fig. 6. Haltron 6J8 triode-heptode and its base.

В США после преобразователя 6J8 производились в основном триод-гептоды, в которых смесительная часть представляла собой гептоды европейского типа. Компания RCA с 1938 по 1948 год выпустила такие типы триод-гептодов: 6J8G (с цокалем Octal (Int.Octal, IO) K8A, 1938 г.), 7S7 (Loctal-8, B8G Sylvania, 1941) и 7J7 (Loctal-8, B8G Sylvania Hygrade 1942 г.), рис. 7.



Рис. 7. Триод-гептод производства RCA Cunningham 6J8G, Philco 6J8G и Rogers Radio Tubes Ltd. 6J8M (Торонто, Канада) и цоколи этих ламп.

Fig. 7. Triode-heptode manufactured by RCA Cunningham 6J8G Philco 6J8G and Rogers Radio Tubes Ltd. 6J8M (Toronto, Canada) and the bases of these tubes

Отметим особенность конструкций ламп типа М, которые выпускала канадская компания из Торонто Rogers Radio Tubes Ltd. Лампы типа М были изобретены (патент CA330568A, 1933) и изготовлены Эдвардом Роджерсом (Rogers Edward Samuel, Sr, 21.06.1900—06.05.1939). Эти лампы имели защитный экран и являлись предшественниками металлических радиоламп. Защитный экран представлял собой металлическое напыление (Spray-Shield) на внешнюю поверхность лампы, которое заземлялось через контакт на специальной ламповой панельке. Использование такого защит-

⁴ «Haltron» является торговой маркой «Hall Electric Ltd.», London. «Haltron» импортировал лампы в основном из США для промышленного и научного оборудования, а также для общего назначения. На стеклянных баллонах некоторых типов ламп ставилась надпись «Made in England».

ного экрана позволило отказаться от металлических цилиндрических экранов, которые «надевались» на лампу.

Триод-гептод 7S7 локтального типа был разработан для использования в преобразователях частоты в супергетеродинных радиоприемниках стационарного и автомобильного типов и мог работать на частотах до 100 МГц, рис. 8. Лампа имела катод косвенного нагрева и маркировалась в зависимости от предназначения. У ламп для стационарного радиоприемника маркировка была 7S7 и для нити накала требовался источник питания на 6,3 В и ток 0,3 А. Автомобильный вариант лампы 14S7 имел катод, рассчитанный на 12,6 В и ток 0,12 А. Высота 7S7 с контактными выводами составляла 56 мм, а диаметр стеклянного баллона — 28 мм. Цоколь лампы был типа локталь. Этот тип лампы 7S7 был впервые представлен в 1941 году. Триод-гептод 7S7 производили Cossor (England), Sylvania и Tung-Sol⁵ (США).



Рис. 8. Триод-гептод 7S7 производства Sylvania (1941 г.) и Cossor (1948 г.).

Fig. 8. Triode-heptode 7S7 produced by Sylvania (1941) and Cossor (1948)

В конце 40-годов XX века триод-гептоды 7S7 широко использовались в супергетеродинных радиоприемниках, производимых в Новом Свете компанией Philco Products Ltd. (Toronto, Canada), а в Старом Свете — австрийской компанией Minerva (Marke Österreich), швейцарскими компаниями Paillard AG, Niesen (CEM) и другими. В моделях Paillard AG использована супергетеродинная схема на 5 лампах, рис. 9. Радиоприемник Paillard 3302 (1948 г.) содержал лампы: 7S7 (преобразователь), 7H7 (пен-

⁵ Американская компания Tung-Sol была основана как Tung-Sol Lamp Works Inc. в Ньюарке (Нью-Джерси) в 1907 году. В начале специализировалась на производстве автомобильных фар и лампах накаливания, а потом электронных лампах. Торговое название было сформировано из первого слога «вольфрам» и латинского слова «соль», означающего солнце. Сегодня торговая марка Tung-Sol принадлежит New Sensor Corporation, которая владеет брендами Sovtek и Electro-Harmonix.

тод, Loctal-8, B8G Sylvania), 7B6 (двойной диод триод, Loctal-8, B8G Sylvania), 6V6 (лучевой тетрод, Octal (Int.Octal, IO) K8A), 80 (кенотрон с двумя анодами, UX-Base (4 Pins), а Paillard 3502B (1949 г.): 7S7, 7H7, 7B6, 7C5 (лучевой тетрод, Loctal-8, B8G Sylvania), 80. Paillard 3302 и Paillard 3502B работали в диапазонах, длинных, средних и коротких волн.

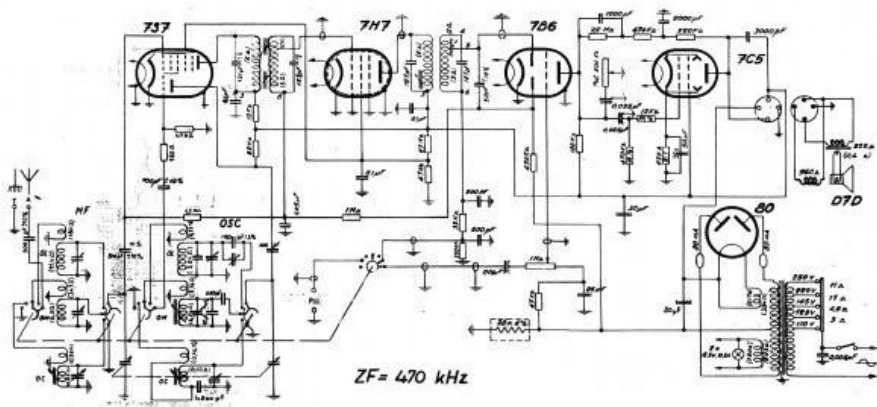


Рис. 9. Принципиальная схема радиоприемника Paillard 3502 В (Швейцария), его внешний вид и вид со стороны задней стенки. 1949 г.

Fig. 9. Schematic diagram of the radio receiver Paillard 3502 B (Switzerland), its appearance and view from the rear wall. 1949

4. Триод-гептоды Великобритании

В конце 30-х годов XX века радиотехнические компании Великобритании для преобразовательных каскадов супергетеродинных радиоприемников производили в основном триод-гексоды и октоды. Триод-гептоды на рынке этой страны появились благодаря сотрудничеству английской компании Mullard с Philips. Компания Mullard была одним из основателей British Broadcasting Company Ltd (BBC) в 1920 году. В 1923 году для удовлетворения технических потребностей BBC Mullard заключила договор о партнерстве с голландским производителем радиоламп Philips. Лампы, выпущенные в этот период, маркировались буквами PM

(Philips-Mullard), а с 1926 года маркировались как PM3 и PM4. В 1927 году Mullard окончательно продала все свои акции Philips. В каталоге радиоламп компании Mullard, выпущенном в 60-е годы XX века, отдается предпочтение триод-гексодам (9 ламп) и октодам (9 ламп). Анализ каталога показал, что в нем имеется только два типа триод-гептодов: ECH21 и ECH33. В каталоге имеются неточности, лампы TH4B и TH30C представлены в нем как триод-гептоды, но при проверке оказалось, что это в реальности триод-гексоды. На схемах радиоприемников Ekco PBU179 (1938 г.), Pye MP/UC (1939 г.), Invicta Radio U49/660 (1939 г.) и Bush Radio DAC71 (1940) преобразовательная лампа TH30C изображена и работает как триод-гексод.

5. Триод-гептоды СССР

Первые промышленные образцы комбинированной лампы триод-гептод появились в СССР в середине 50-х годов XX века. Это был триод-гептод 6И1П в стеклянном пальчиковом баллоне со сроком службы не менее 750 часов, рис. 10. Лампа 6И1П явилась аналогом ECH81, а также таких зарубежных триод-гептодов: Tesla ECH81, X719, 6AJ8, Tesla 6CH40, 6C12, 20D4.

В лампе 6И1П, в отличие от большинства триод-гептодов других типов, сетка триода не имеет внутреннего соединения с третьей сеткой гептода. Благодаря этому обе части лампы этого типа, при работе почти не зависели друг от друга. Для них только оксидный косвенного накала катод является общим электродом. Это позволяло использовать лампу в различных каскадах, для выполнения самых разнообразных функций.

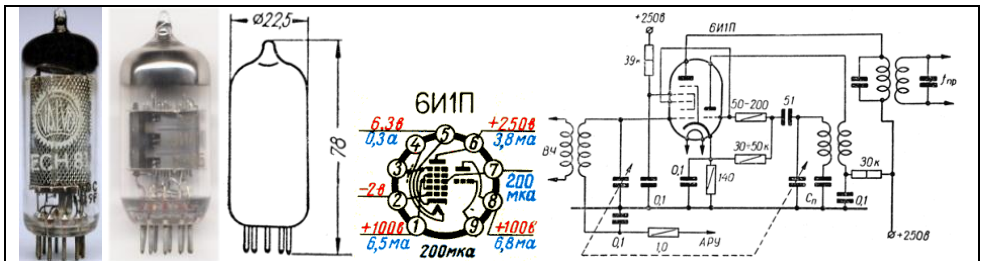


Рис. 10. Триод-гептод: общий вид ECH81 и 6И1П, габариты, цоколевка и схема включения в преобразователе.

Fig. 10. Triode-heptode: general view of ECH81 and 6И1П, dimensions, base and wiring diagram in the converter

При использовании лампы 6И1П в преобразовательном каскаде напряжение гетеродина подается на третью сетку гептода, а выходной сигнал и напряжение АРУ — на первую.

В УКВ приемниках триод лампы можно использовать как преобразователь частоты, имеющий низкий уровень шумов. Триод можно также применять для усиления напряжения низкой частоты при коэффициенте усиления каскада не более 10.

Гептодная часть лампы 6И1П может быть использована для усиления высокой или промежуточной частоты. В этом случае третью сетку гептода соединяют с катодом, а гептодная часть лампы становится высокочастотным пентодом с удлинённой характеристикой.

Промышленное использование триод-гептодов 6И1П в отечественных радиоприемниках и радиолax началось с сетевого семилампового радиоприемника и радиолы «Донец» (рис. 11), которые были разработаны и начали производиться на Бердском радиозаводе с 1954 года. Радиола «Донец» представляла собой семиламповый приемник с электропроигрывателем грампластинок, который размещался в деревянном корпусе. Акустическая система радиолы состояла из двух громкоговорителей. Радиоприемник и радиола «Донец» принимали радиостанции в диапазоне частот: ДВ, СВ, КВ1 8,5—12,1 МГц, КВ2 3,92—7,5 МГц, УКВ 64,5—73 МГц. Чувствительность приемника составляла 200 мкВ в АМ диапазонах, а на УКВ — 20 мкВ.

В 1956 году Муромский завод РИП тоже использовал этот преобразователь в сетевом ламповом приемнике «Муромец». Триод-гептод 6И1П с 1959 года устанавливался в серии моделей радиол «Рекорд», которые выпускалась Новосибирским заводом «Электросигнал». Эта лампа широкого использовалась более 29 лет в схемах отечественных ламповых радиоприемников различного класса, от высшего («Фестиваль», Рижский радиозавод имени Попова.) до 4-го класса («Волна», Ижевский радиозавод).

Начиная с 1967 года Сарапульский завод им. Орджоникидзе выпускал линейку радиол «Урал» с триод-гептодом 6И1П. В 1983 году была выпущена последняя сетевая ламповая радиола модели «Урал-114», рис. 11. После этого в СССР было прекращено производство ламповых приемников и радиол.

Триод-гептод 6И1П выпускался в СССР, в частности, внешнеторговым объединением «Электроноргтехника» (г. Москва) вплоть по май 1987 года и стоил 2 руб.

Следует заметить, что выпускался еще триод-гептод типа 6И1П-ЕВ, который отличался от 6И1П только повышенной долговечностью, надежностью и механической прочностью.



Рис. 11. Общий вид радиолы «Донец» (1954 г.) и последней отечественной сетевой ламповой радиолы «Урал-114» выпуска 1983 года.

Fig. 11. General view of the radiola «Donets» (1954) and the last domestic network radiola «Ural-114» on a tubes. 1983

Заключение

Изобретение триод-гептода стало заключительным аккордом в цепи поиска оптимальной конструкции преобразовательной лампы для супергетеродинного радиоприемника.

Комбинированные преобразовательные лампы хотя и работают хорошо в стандартных супергетеродинных радиоприемниках, однако внутренние гетеродины всегда имеют некоторые ограничения либо по стабильности, либо по эффективности. Поскольку гетеродин триод-гептода использует небольшую часть катода, то его крутизну нельзя сделать высокой, и поэтому он работает не очень эффективно. Независимо от типа используемой преобразовательной лампы для оптимизации работы радиоприемника все же чаще использовался отдельный внешний гетеродин на электронной лампе.

Список литературы

- [1] Gittel J. Webhosting Jogis Röhrenbude, Die Philips Philetta BD 204 U-Aachen - Jahrgang 1941. URL: <http://www.jogis-roehrenbude.de/BD204U.htm>. (28.03.2017).
- [2] John's Radio Web. Philips 208U-08 Philetta. URL: http://www.hupse.eu/radio/frameset.htm?Philips_208U.htm&ContentFrame. (28.03.2017).
- [3] Website "The Valve Page" Heeeres Jonny. TESLA 308U "Talisman". URL: <http://www.thevalvepage.com/radios/tesla/talisman/talisman.htm#>. (28.03.2017).

References

- [1] J. Gittel, "Webhosting Jogis Röhrenbude, Die Philips Philetta BD 204 U-Aachen - Jahrgang 1941." URL: <http://www.jogis-roehrenbude.de/BD204U.htm>. (28.03.2017).
- [2] "John's Radio Web. Philips 208U-08 Philetta." URL: http://www.hupse.eu/radio/frameset.htm?Philips_208U.htm&ContentFrame. (28.03.2017).
- [3] "The Valve Page" Heeeres Jonny. TESLA 308U "Talisman". URL: <http://www.thevalvepage.com/radios/tesla/talisman/talisman.htm#>. (28.03.2017).

History of Mobile Radio Communications

Ilcev D.S.

Durban University of Technology (DUT)

PO Box 1334, Durban, South Africa

ilcev@dut.ac.za

Abstract: *In this paper is discussed the historical review of maritime and aeronautical mobile radio communications systems as primary means of safety at sea and in the air. The safety of ships sailing and aircraft flight in the past ages has been a primary task for all seamen and airmen. Distress alerts especially at sea caused by the blind forces of Mother Nature or usually by human factors have occurred during the course of many centuries onboard ships and in the life of seafarers. During this time, seafarers sailed without getting information about trip, navigation and weather conditions at sea. At that time, only audio and visual transfers of information from point to point were used. However, no earlier than at the end of 19th century, were developed new disciplines, such as news and information via wire initially and then by radio communications systems. The facts about land vehicles and airplanes are well determined because these units have more reliable environments comparing to ships and in case of their disasters it will be much easier to provide alert, search and assistance. With the exception of new safety demands it is also important to challenge innovations and technology transfer for design more reliable mobile radio communications.*

Keywords: *Rado, Electromagnetic Radiation, Hertz, Radiowaves, Transmitter, Receiver, Coherer, Tapper*

1. Introduction

The word communications is derived from the Latin phrase “communication”, which stands for the social process of information exchange and covers the human need for direct contact and mutual understanding. In general, telecommunications are the conveyance of intelligence in some form of signal, sign, sound or electronic means from one point to a distant second point. Thus, in ancient times, that intelligence was communicated with the aid of audible callings, fire and visible vapor or smokes and image signals. Humanity has gone a long way from the first audio and visual communication, and that it would not be forgotten, which was used for several thousand years. In the meantime, primitive types of communication between individuals or groups of people are invented. Hence, as impressive as this achievement was, the development of more reliable communications and so, wire and radio, had to wait a couple of centuries more.

The invention of the telegraph in 1844 and the telephone in 1876 harnessed the forces of electricity to allow the voice to be heard beyond shouting distance for the first time. The British physicist M. Faraday and the Russian academic E. H. Lenz made experiments with electric and magnetic phenomenon and formulized a theory of electromagnetic (EM) induction at the same time. Thus, the British physicist James C. Maxwell published in 1873 his classical theory of electromagnetic radiation, proving mathematically that electromagnetic waves travel through space with a speed precisely equal to that of light.

The famous German physicist Heinrich Rudolf Hertz during 1886 experimentally proved Maxwell's theoretical equations. Thus during Hertz's studies in 1879 his mentor physicist Hermann von Helmholtz suggested that Hertz's doctoral dissertation has be on testing Ma well's theory of electromagnetism, published in 1865, which predicted the existence of electromagnetic waves moving at the speed of light, and predicted that light itself was just such a wave.

During his research and studies, Hertz demonstrated that High Frequency (HF) oscillations produce a resonant effect at a very small distance away from the source and that this phenomenon was the result of electromagnetic waves. Practically, Hertz used the damped oscillating currents in a dipole antenna, triggered by a high-voltage electrical capacitive spark discharge, as his Transmitter (Tx) source of Radiowaves (RW) [1, 2].

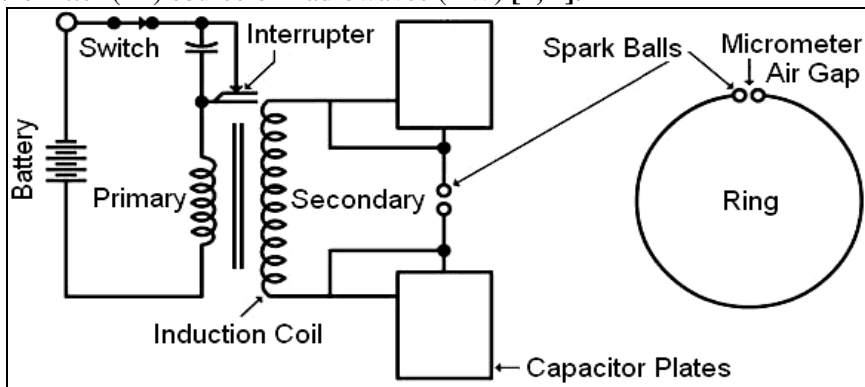


Fig. 1. Hertz's Spark Gaps for Transmitter (Left) and Receiver (Right) –
Courtesy of Manual: by Stern [3]

2. Development of Early Radio

During experiments Hertz used a detector as another dipole antenna connected to a narrow spark gap as Receiver (Rx). A small spark in this gap signified detection of the radio waves. When he added cylindrical reflectors behind his dipole antennas, Hertz could detect radio waves about 20 meters from the Tx in his laboratory. In Figure 1 (Left) is depicted the electronic diagram of spark generator as a main component of his radio Tx (Ruhmkorff coil with linear vibrator). Thus, the wave character of the spark generator discharge is creating short-lived electromagnetic waves. The waves produced were received by a resonator located a short distance away from the generator's aerial, which radio Rx is shown in Figure 1 (Right). At the moment when the resonator picked up the waves, hardly perceptible sparks were produced in the resonator gap that could be detected using a magnifying glass. Therefore, it is after Hertz that the new discipline of Radio technology is sourced and after whom the frequency and its measuring unit Hertz (Hz) are named.

An English physician, Sir Oliver J. Lodge using the ideas of previous inventors, he realized that the EM resonator was very insensitive and because of this phenomenon he invented a “coherer”. In fact, a much better coherer was built and devised by a Parisian professor, Edouard Branly, in 1890. He put metal filings (shut in a glass tubule) between two electrodes and so a great number of fine contacts were created. This coherer suffered from one disadvantage, it needed to be “Shaken before use”. Owing to imperceptible electric discharges, it always got “baked” and blocked.

In early 1889 the Russian professor of physics Aleksandar Stepanovich Popov conducted experiments along the lines of Hertz's research and successfully realized the first practical experiments with EM waves for the transmission of radio signals. Soon after professor Popov attended a meeting of the Russian Physical-Chemical Society at which the St. Petersburg Professor N. G. Yegorov reproduced Hertz's experiments, but in a manner that Popov felt to be insufficiently graphic. It took him only a few months to build a more compact and effective device to demonstrate Hertz's experiments, which he then gradually improved on and by 1894 he had constructed a working transmitter that generated electromagnetic waves based on Hertz's vibrator and using a Ruhmkorff coil.

This was the first transmission and reception system for remittent electronic waves suitable for the reliable communication of information in the history of telecommunications. The method of brilliant Popov invention became the prototype for the subsequent first generation of radio communication

systems. At that time pioneer of radio equipment Popov built his first radio Receiver (Rx) with improved version of coherer and practically realized the first experiments ever in the world with EM waves for the transmission of radio signals [1, 2, 3].

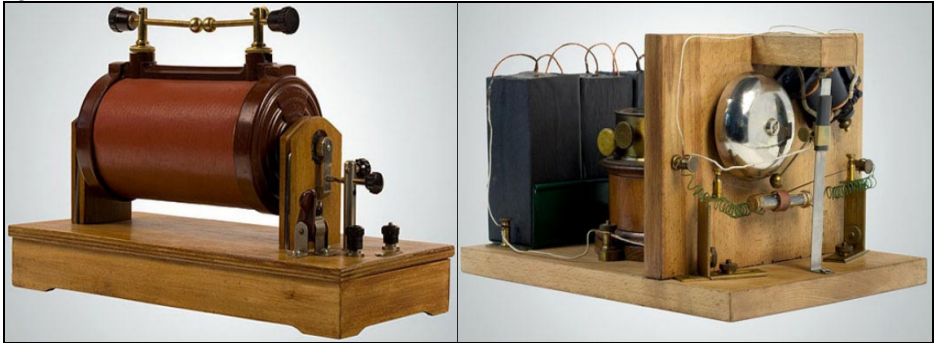


Fig. 2. Popov's Spark Gaps Tx and Rx – Courtesy of Manual: by IMA [4]

In 1895, Popov upgraded the coherer's sensitivity and invented a special mechanism to automatically re-set the device. In fact, he improved Branly's radio Rx by the insertion of choke coils on each side of the relay to protect the coherer and also by replacing the spark gap with a vertical antenna insulated at its upper end and connected to the ground through the coherer. He then mounted a small bell in serial connection with the coherer's relay anchor, whose ringing effected its automatic destabilization and successive unblocked function of the receiver system, and on 7 May 1895, he provided presentation to the members of the Russian Physic-Chemical Society: a lightning conductor as an antenna, a metal filings coherer and detector element with telegraph relay and a bell. Thus, the relay was used to activate the bell, which is announcing the occurrence of transmitting signals and in this way serving as a decoherer (tapper) to prepare the receiver to detect the next signals. This was the first telegraph station in the world, which could work without any wires.

Popov succeeded in making a reliable generator of EM waves, when the detecting systems in common use still were not at all satisfactory. So his system was extended to function as a wireless telegraph with a Morse telegraph key attached to the transmitter (Ruhmkorff coil and blocking capacitor), shown in Figure 2 (Left). In May the same year, instead of a bell he contrived to use a clock mechanism to realize direct, fast destabilization of metal filings in the coherer upon receipt of the signals. In the same year, he succeeded in making a more reliable generator of EM waves, when the receiving (detecting) systems in

common use still were not at all satisfactory. Thus, using the inventions of his predecessors and on the basis of his proper experiments, Popov elaborated the construction of the world's first radio receiver (coherer, amplifier, electric bell, aerial) with a wire-shaped antenna system in the air attached to a balloon, which sample is shown in Figure 2 (Right). In December 1895, he officially announced the success of a regular radio connection and on 21 March 1896 at the St. Petersburg University, he demonstrated it in public. Finally, on 24 May 1896 Popov installed a pencil instead of the bell and sent the first wireless message in the world at the distance of 250 meters between two buildings, conveying the name "GENRICH GERZ" (the name of Hertz in Russian) by Morse code using his homemade transmitter and receiver.

In March 1897, Popov equipped a coastal radio station at Kronstadt and the Russian Navy cruiser Africa with his wireless apparatus and in summer 1897, Popov started with experiments at sea, using radios onboard ships before the entire world. In 1898, he succeeded in relaying information at a distance of 9 km and in 1899, a distance of 45 km between the island of Gogland and the city of Kotka in Finland. With all his inventions Popov made advances on the discoveries of Hertz and Branly and created the groundwork for the development of maritime radio. In 1895, a few months later following the work of Popov, a young Italian experimenter Guglielmo Marconi, with Popov's circuit [5], achieved a radio transmission of several kilometers, started to use radio and was the first to put EM theory into business application. Thus, a detailed report on the Marconi's experiments was presented by chief of UK engineer telegraph agency V. Pris (1834 - 1913), who refused to assist him in the works in England (Forum - Yakimenko S) [1, 2, 4, 5].

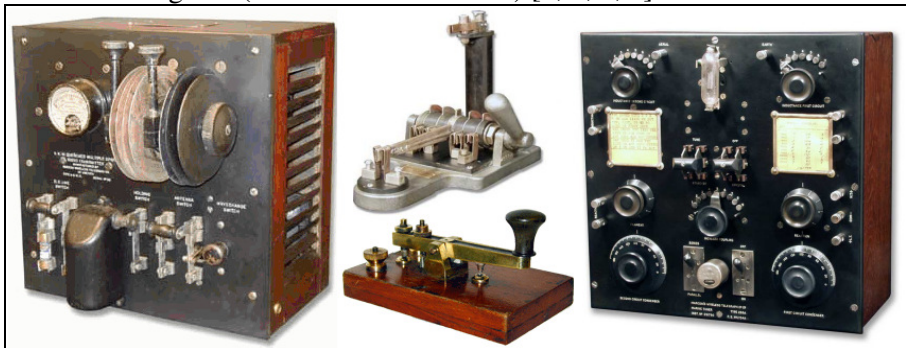


Fig. 3. Marconi's Ships Radio Equipment – Courtesy of Manual: by Jenkins [6]

This report shows that the transmitter of G. Markoni was designed by his Italian teacher A. Rigi and that he used the receiver of professor Popov. Apparently, V. Pris in his report about the invention G. Markoni was forced to point out that it has been said previously: “G. Markoni did not do anything new”. In conclusion can be stated that unlike Popov, Marconi was not inventor of radio, but good businessman able to compose something already done and was able to turn his research into a financial and manufacturing empire.

In 1897 Marconi registered the Wireless Telegraph and Signal Company, which then in 1900 was renamed Marconi's Wireless Telegraph Company, Ltd (MWCT). This Company started to design and manufacture radio telegraphs transmitting and receiving equipment with antenna, other accessories, devices for transmitting distress messages for shipping industries and later for commercial ship to shore and vice versa direction at the turn of the 20 century. In Figure 3 (Left) is shown Marconi of America QMS 1/2 KW Quenched Spark Gap Ship Transmitter in period of 1919, in Figure 3 (Middle Above) is illustrated Marconi of America Type-I Antenna Switch, in Figure 3 (Middle Below) is shown Marconi Wireless Keys from 1912 and Figure 1.4 (Right) shows Marconi's Wireless Marine Rx-Tuner Type 226A from 1916.

In 1900, R. Fessenden made the first transmission of voice via radio in the USA, Fleming in 1904 discovered the diode valve, while their countryman and pioneer Lee de Forest developed and used a triode valve, which made it possible to use radio not only for radiotelegraphy but for voice communications. As early as 1907, he installed a triode valve mobile radio on a ferryboat operating on the Hudson River near New York City.

3. Development of Mobile Radiocommunications

The very impressive development of mobile radio for maritime use at first and later on for aero applications, initiated mobile distress and safety radio. With further innovations an age-old barrier between ships and shore was eliminated and possibility to communicate with onboard mobile radios independent of space and time were created. These early radio devices were primitive by today's standards, incorporating spark transmitters, which blasted their signals across almost the entire radio spectrum. It is supposed that the first vessel to have a Ship Radio Station (SRS) was the American liner St. Paul, equipped in 1899. The next one, early in the following year was the German vessel s/s Kaiser Wilhelm der Grosse.

Thereafter, mobile radio spread rapidly throughout the shipping and safety business. By 1899, however, A. S. Popov had been the first in the world

who successfully carried out demonstrations of mobile wireless telegraphy communications at a distance of 20 miles between warships of the Black Sea fleet. The first recorded use of radio for saving life at sea occurred early in March 1899. The lightship on the Goodwin Sands near Dover on the south coast of England was fitted with one of the first seaborne Marconi SRS and used it to report to the Coastal Radio Station (CRS) that the German steamer Elbe had run aground [1, 2, 6].



Fig. 4. Marconi's Ships Radio Stations – Courtesy of Manuals:
by Goncalves/SMM [7, 8]

The first distress signal CQD (Come Quick Distress) was used from 1904 only on British ships equipped with Marconi radio devices. After the collision of two passenger ships, the British s/s Republic and the Italian s/s Florida, running in thick fog in the early hours of 23 January 1909, the radio officer on board the s/s Republic sent for the first time in history the distress signal: “CQD MKC (call sign of s/s Republic), CQD MKC, CQD MKC” and text: “Republic rammed by unknown steamship, 26 miles southwest of Nantucket, badly in need of assistance”.

After the catastrophe of the White Star liner s/s Titanic in the early hours of 15 April 1912, the UK proposal for a distress signal was the already established CQD, the USA proposed the NC of International signal codex and Germany preferred SOE. In Figure 4 (Left) is shown Marconi's ship radio station used onboard s/s Titanic. Two men as radio officers employed by the Marconi Company worked in this small windowless room near the bridge. Their main job was to receive and send messages by radio waves using Morse code. Little did they know they would soon be tapping out one of the first SOS signals from a ship in distress and that will happen disaster of their ship Titanic. However, after disaster of Titanic new radio regulation and recommendations

required more effective radio communication equipment and unique distress signals and rescue procedure, so in Figure 4 (Right) is illustrated the prototype of more reliable ship's radio stations used since 1940.

By 1912, there were 327 established CRS and 1,924 SRS available for public, commercial and safety use. Use of radio at sea became very attractive and indispensable, creating an immediate need for enforcement of the rules and regulations under international radio coordination. Because of this, the first Preliminary Radio Conference was held in Berlin in 1903, where some of the basic principles for the use of radiotelegraphy at sea were established. In the subsequent Berlin Conference of 1906, two radio frequencies, 500 and 1000 kHz were earmarked for radio distress correspondence. This conference also established a standard for International distress signals in radiotelegraphy, SOS, which in the some way is still in use.

The radiotelephony distress signal MAYDAY was adopted in 1927 at Hanover. Its name derives from the French phrase "M'aidez", which means, "Help me". Besides, the first international SOLAS (Safety of Life at Sea) Convention was adopted during 1914 in London, partly as a result of the Titanic disaster. It stipulated Morse telegraphy radio on 500 kHz and auxiliary battery-operated backup radio transceiver unit on 500 kHz as well. In addition, ships carrying more than 50 passengers were required to carry radio devices with a range of at least 100 Nm and larger ships had to maintain continuous radio watch with a minimum of 3 radio officers.

At the Conference in Washington in 1927 the Regulations were established as a supplement to bring into force three safety calls in radiotelegraphy for distress, urgency and security, SOS, XXX and TTT, respectively. These three signals were obligatory only on 500 kHz, with a silence period of 3 minutes after every 15th and 45th minute. At that time was also introduced the use of radiotelephony at sea and, soon after that, the first radiotelephone communications between s/s America and coastal radio station Deal Beach, New Jersey in the USA, was realized [1, 7, 8].

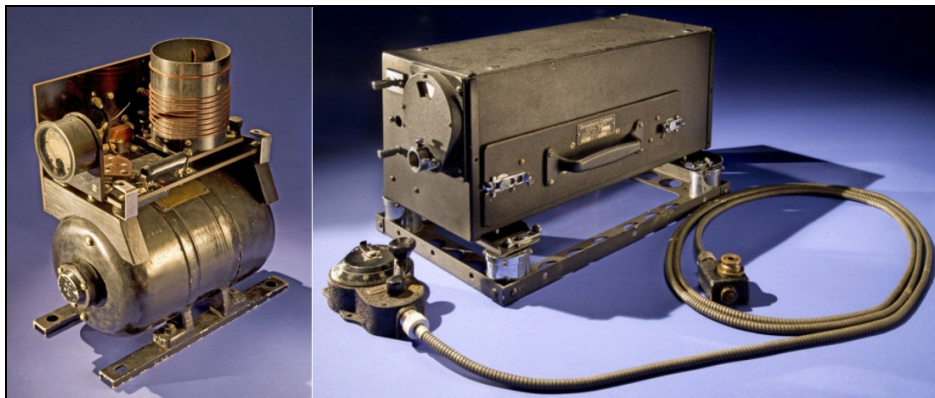


Fig. 5. First Airborne Radio Tx and Rx – Courtesy of Manual: by Smithsonian [9]

Then, at the Radio Conference in Madrid radio stations call signs and radio frequencies were determined, the International Telecommunications Union (ITU) with head office in Geneva was established and Radio Regulations (RR) adopted. At the Conference in Atlantic City in 1947 a supplementary ITU RR was adopted and a new radiotelephony distress frequency on 2,182 kHz accepted, instead of the old one on 1,650 kHz, with silence periods of 3 minutes after every 00th and 30th minute. Three telephone safety calls were previously used for distress, urgency and security such as: MAYDAY, PANPAN and SECURITE, respectively, on 2,182 kHz and more recently, on 156.8 MHz (16 VHF channel). Finally, the new era of transistors commenced and later on the period of revolutionary integrated circuits started after 1957. In the meantime, was the change to frequency instead amplitude modulation with a new ARQ system for use in maritime radio telex services.

Airmen started to follow success in use of radio at sea, so in 1928 was developed first aircraft lightweight radio transmitter, shown in Figure 5 (Left). It featured a loop antenna, which could be turned to find the signal direction. It supplanted traditional visual dead reckoning navigation methods. Designed and built by Hugo Leuteritz of Pan American, the transmitter enabled aircraft to navigate accurately along Pan Am's first route, between Key West, Florida, and Havana, Cuba, in 1928. Leuteritz designed other electronic devices as well that allowed Pan American aircraft to navigate safely throughout the Caribbean and across the Pacific and Atlantic. The first aircraft radio Rx was designed by the Aircraft Radio Corporation in 1929, which ARC Model D is shown in Figure 5 (Right).

The Bendix Radio manufacturing company of airborne radio equipment had a close association with the US Navy as early as the mid-1930s. At the beginning, this Company designed Bendix TA-12C HF AM Aircraft Transmitter four channels HF Tx first produced in the 1940's and fitted to USAAF B-17 Flying Fortress and RAF Coastal Command B-24 Liberator aircraft in WWII. The Bendix TA-12C Tx, shown in Figure 6 (Left), operates in four wavebands from 300 - 600 Kc/s, 3 - 4.8 Mc/s, 4.8 - 7.68 Kc/s and 7.68 Kc/s - 12 Mc/s. In fact, each band has a separate oscillator and tuning arrangement so that four channels can be pre-set. Channel selection is made using a motorized changeover, switched from remote control unit MT-51B fitted at the Wireless Operator's and Pilot's positions.

On order from the British Air Ministry (AM), the Marconi Wireless Telegraph Company in 1939 started the development of an airborne transmitter and receiver system, the T1154/R1155, based on the AD77/AD6872 that was used in passenger aircraft. By that time Marconi Company was the leading manufacturer of aircraft radio in England and perhaps in the world. Thus the system was initially intended for use in heavier military aircraft, so in the beginning of 1940 the Ministry of Aircraft Production (MAP), accepts the design, therefore the first production set is installed and tested in June that year [1, 9, 10].

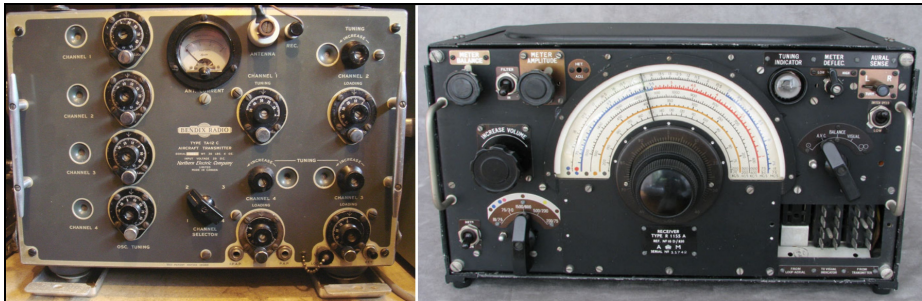


Fig. 6. Aircraft Radio of Bendix and Marconi – Courtesy of Manuals:
by Buxton / Samuelsson [10, 11]

The receiver R1155, illustrated in Figure 6 (Right) was a single super with one HF stage and oscillator/mixer, a total of three tuned circuits, and two IF stages. With detector, BFO and AF stages there is a total of 6 valves plus a magic eye as tuning indicator. There are facilities for use this Rx as direction finding and homing and the D/F part with 3 valves. Although simple, this Rx

had a remarkably good performance for short and medium wave world radio listening [1, 11].

4. Conclusions

Mobile radio communication systems are very important systems and networks providing successfully commercial and safety radio communications for maritime and aeronautical applications. In the meantime by IMO was developed integrated system of radio and satellite communications known Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS). Almost two decades GMDSS network is providing enhanced commercial and distress service at sea. The author of this paper has the similar solution known Global Aeronautical Distress and Safety System (GADSS) developed in 2000, 16 years before the ICAO, which is introduced in reference [1]. His book Aeronautical Communications, Navigation and Surveillance (CNS) published by AIAA in 2013, GADSS is presented in entire chapter, reference [12]. At the end, it is very important to bring up the facts before the auditorium that the businessman Marconi did not invent radio, but professor Popov, who on a scientific basis used the discoveries of his predecessors and own research innovations to demonstrate the first mobile radio transmission in the world.

References

- [1] Ilcev D. St., "Global Mobile Satellite Communications for Maritime, Land and Aeronautical Applications", Book, Springer, Boston, 2005.
- [2] Group of authors, "Морская радиосвязь", Транспорт, Ленинград, 1985.
- [3] Stern D. P., "All Things Electric and Magnetic", Stargazers, NASA, Washington, DC, 2010.
- [4] Group of Authors, "Popov System", Institut für Medienarchäologie (IMA), St. Pölten, Austria, 2017.
- [5] Wollert J.F. & Gebhardt W., "The Wireless Book – Evolution and Communications", Westfalia-Druckerei, Lohne, Germany, 2010.
- [6] Jenkins J., "Vintage Radio and Security Apparatus", American Museum of Radio and Electronics", Bellingham, Washington, 2017.
- [7] Goncalves S., "Marconi and the Birth of Wireless", SarahG-WDD, Long Island, N.Y, 2017.
- [8] SMM, "1940's Marine Radio Room" Sandford Mill Museum, Chelmsford, England, 2017.
- [9] Smithsonian, "Radio Transmitter and Receiver", National Air and Space Museum, Washington, DC, 2017.
- [10] Buxton S., "Bendix TA-12 Aircraft Transmitter", Radio Museum, Kurrajong Hills, Australia, 2011.

[11] Samuelsson B., “Radio Collection”, Oslo, Sweden, 2017.

[12] Ilcev D. St., “Global Aeronautical Communications, Navigation and Surveillance (CNS)”, Theory and Applications, Volume 1 and 2, AIAA, Reston, 2013.

History of Mobile Satellite Communications

Ilcev D.S

Durban University of Technology (DUT)

PO Box 1334, Durban, South Africa

ilcev@dut.ac.za

Abstract: *In this paper is introduced the historical retrospective for developments of mobile satellite communications, which provide the bridges for a number of new and specialized trade in commercial and private mobile telecommunications and make ties between nations. In the course of more than 50 years they have obtained Fixed Satellite Communications (FSC). Soon after Mobile Satellite Communications (MSC), Navigation, Tracking and Determination came to serve navy, ground and air forces worldwide and for of economic reasons, they also provided commercial MSC. For 40 years, MSC was used, particularly because ocean-going vessels have become dependent for their commercial and safety communications on Mobile Satellite Services (MSS). Although, aircraft and land vehicles started before ships in MSS, due to many unsuccessful experiments and projects they have had to follow the evident lead of Inmarsat maritime MSC service and engineering. The modified ship's Mobile Earth Stations (MES) are today implemented on land (road or railway) vehicles and aircraft for all civil and military applications, including remote or rural locations and industrial onshore and offshore installations. The GPS, GLONASS and other new Global Navigation Satellite Systems (GNSS) provide precise positioning data for vessels, aircraft and land vehicles. Because of the need for enhanced services, these systems will be augmented with satellite Communications, Navigation and Surveillance (CNS) facilities.*

Keywords: *FSC, MSC, MSS, MES, GRID, Soyuz, Sputnik-1, Explore-1, Vostok-1, Telstar-1, Intelsat-1*

1. Introduction

Communication satellites provide the bridges for a number of new, specialized markets in commercial and private telecommunications and make ties between nations. In the course of 55 years they have obtained global links in the public and private Terrestrial Telecommunication Network (TTN). Soon after Mobile Satellite Communications (MSC) and Navigation came to serve navy, ground and air forces worldwide and for of economic reasons, they also provided commercial MSC. For 40 years, MSC was used, particularly because ocean-going vessels have become dependent for their commercial and safety communications on Mobile Satellite Services (MSS). Although, aircraft and

land vehicles started before ships, due to many unsuccessful experiments and projects they have had to follow the evident lead of Inmarsat maritime MSC service and engineering. Thus, the modified ship's Mobile Earth Stations (MES) are today implemented on land (road or railway) vehicles and aircraft for all civil and military applications, including remote or rural locations and industrial onshore and offshore installations. At the end of this race a new mobile satellite revolution is coming, whereby anyone can carry a personal handheld telephone using simultaneously satellite or cellular/dual systems at sea, in the car, in the air, on the street, in rural areas, in the desert, that is to say everywhere and in all positions [1, 2].

2. Evolution of Satellite Communications

The first known annotation about devices resembling rockets is said to have been used by Archytus of Tarentum, who invented in 426 B.C. a steam-driven reaction jet rocket engine that flew a wooden pigeon around his room. Apparently, the first rockets owe their origin to the invention of gunpowder in China around the 10th Century. Devices similar to rockets were also used in China during the year 1232, during the siege of Beijing (according to another source: town of Kai-fung-fu) by the Mongols; the city's defenders fired missiles. It is believed that around the 13th Century, knowledge of rocketry reached Italy and France.

Although the 13th to the 15th centuries there were reports of many rocket experiments. In England, a monk named Roger Bacon worked on improved forms of gunpowder that greatly increased the range of rockets. In France, Jean Froissart found that more accurate flights could be achieved by launching rockets through tubes. Froissart's idea was the forerunner of the modern bazooka. Joanes de Fontana of Italy designed a surface rocket-powered torpedo for setting enemy ships on fire. In the meantime, human space travel had to wait almost a millennium, until Sir Isaac Newton's time, when we understood gravity and how a projectile launched at the right speed could go into Earth orbit. By the 16th century rockets fell into a time of disuse as weapons of war, though they were still used for fireworks displays, and a German fireworks maker, Johann Schmidlap, invented the "step rocket", a multi-staged vehicle for lifting fireworks to higher altitudes. The use of rockets near the Russian city of Belgorod is recorded in 1516 and the first appearance of rockets in the Russian city of Usury dates from around 1675. Following the development and use of military missiles in Europe, the "Rocket Enterprise" was founded in Moscow

around 1680 to provide the similar experiments. A signaling rocket developed in Russia in 1717 could reportedly reach an altitude of several hundreds meters.

In 1815, Russian artillery engineer Alexander Zasyadko started the development of 3 size types of battlefield missiles for the Russian army with range up to 2,700 meters. In 1849, another artillery engineer Konstantin Konstantinov developed rockets reaching a range of 4-5 kilometers. Rocket experimenters in Germany and Russia began working with rockets with a mass of more than 45 kilograms. Some of these rockets were so powerful that their escaping exhausts flames bored deep holes in the ground even before lift-off. Finally, the twentieth century came with its great progress and the historical age of space communications began to unfold. Russian scientist Konstantin Tsiolkovsky (1857–1935) published a scientific book on virtually every aspect of space rocketing. He propounded the theoretical basis of liquid propelled rockets, put forward ideas for multi-stage launchers and manned space vehicles, space walks by astronauts and a large platform system that could be assembled in space for normal human habitation. Although the Russian scientific elite was primarily concentrated in centers such as Moscow and St. Petersburg, far from two capitals, a modest physics teacher conceived some of the most remarkable ideas about the future of the human race. Almost unknown to its contemporaries, Tsiolkovskiy's work decades later was universally accepted as a theoretical foundation of modern astronautics.

In 1917, the Bolshevik revolution spurred profound changes in Russia. The new leaders of Soviet Russia conducted a ruthless policy of turning an agrarian peasant society into an industrial power. At the same time, the Soviet government spared no effort, in equipping the Red Army with new weapons. In line with this strategy, on 1 March 1921, the Soviet authorities created Gas-Dynamic Laboratory (GDL) for research in rocketry, to be led by Nikolai Tikhomirov. Tikhomirov had started studying problems of solid and liquid-fueled rockets as early as 1894 and in 1915 he patented "Self-propelled aerial and water-surface mines". Soviet researchers at GDL worked tirelessly on perfecting military missiles and developing new types of solid rocket fuel, which would allow the new weapons to compete with artillery. In early 1924, two new Soviet (Russian) rocket programs were founded. They were the Central Bureau for the study of the problems of rockets (TsBIRP), and the All-Union Society for the Study of Interplanetary Flight (OIMS). The main leader of these early Russian rocket efforts was Fridrikh Tsander, who developed liquid propellant rockets in the 1920s and 1930s.

A little later, the American Robert H. Goddard launched in 1926 the first liquid propelled engine rocket. The rocket an 1.22 meter high named "Nell," the

world's first liquid-fueled rocket got an altitude of 12 meters, a speed of 60 miles per hour and a distance of 46 meters. The German society for space travel or VfR was founded in June of 1927, and it soon had around five hundred members and the first its journal “the Rocket”.

At the beginning of the 1930s, the Soviet government sanctioned the creation of several research groups, which united rocket enthusiasts in organizations GIRD (Group for Investigation of Reactive Movement) were established in Moscow, Leningrad and other Soviet cities [1, 3, 4].

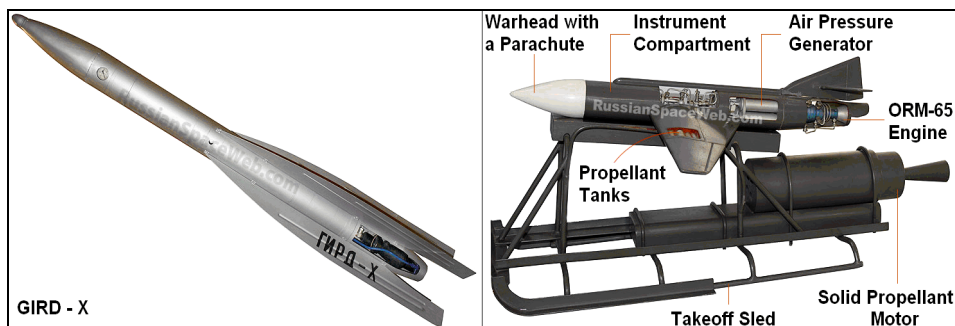


Fig. 1. Russian early Rocket and Winged Rocket – Courtesy of Brochures: by Zak [4, 5]

In Moscow, thanks to the efforts of Sergei Korolev and Fridrikh Tsander, the government-sponsored Society for the Advancement of Defense, Aviation and Chemical Technology, Osaviakhim, agreed to fund GIRD. However, after Stalin took over the Soviet country, these rocket programs became Len-GRID and Mos-GRID, or “Group for the study of reactive motion” based in Leningrad and Moscow, respectively. These two centres, in turn, soon became the State Reaction Scientific Research Institute.

In January 1933 Tsander began development of the GIRD-X missile. It was originally to use a metallic propellant, but after various metals had been tested without success it was powered by the Project 10 engine, which was first bench tested at the beginning of March 1933. This design burned liquid oxygen and gasoline and was one of the first engines to be regeneratively cooled by the liquid oxygen, which flowed around the inner wall of the combustion chamber before entering it. However, problems with burn-through during testing prompted a switch from gasoline to less energetic alcohol. Tsander died unexpectedly from an illness on 28 March 1933 and his engineer, Leonid Konstantinovich Korneev, became the new leader of his research Brigade. According to the proposal of Stalin, the Revolutionary Military Board was established on 21 September 1933 a brand new institution RNII - Реактивный

научно-исследовательский институт (ПНИИ). The activities of the new institute began on October 31 by merging of GDL and GIRD. In the beginning the works on a rocket-glider were not a part of RNII activities and also the development of rocket engines using a liquid propellant was also not in the focus of activities, in fact the main activities were focused on military rockets, using solid fuel.

The first official Soviet rocket launch was the GIRD-9, on 17 August 1933, which reached the modest altitude of 400 metres. Then, on 25 November 1933, GIRD-X (ГИРД-X) became the first Soviet liquid-propellant rocket launched, shown in Figure 1 (Left). The final missile was 2.2 metres long by 140 millimeters in diameter, had a mass of 30 kilograms and it was anticipated that it could carry a 2 kilograms payload to an altitude of 5.5 kilometers. On the other hand Soviet rocket scientists brought closest to the development of an unmanned cruise missile, thus On 16 June 1936 Korolev presented project of the “Object 218” powered by liquid fuel rocket engine and intended for stratospheric flights. On 29 January 1939, a small winged rocket took to the sky at a test range near Moscow as Code named Vehicle 212, shown in Figure 1 (Right). Vehicle 212 sported many elements of its future successors, such as a three-axis gyroscopic autopilot.

The development of this rocket was also a backdrop for crucial debates among Soviet rocket pioneers and the missile’s arrival on the launch pad coincided with the most horrific events in the Soviet history and in the life of Korolev, the founder of the Soviet space program. He was the main designer responsible for the rocket and who would later go on to mastermind all the early Soviet space triumphs, including wing rockets RP-318, RP-318-1, SK-9, Project 05 used the ORM-50 engine developed and rocket R-7, later Soyuz rocket, Sputnik, Yuri Gagarin’s Vostok, and many more. His team attempted to modify Vehicle 212 into an aircraft-launched missile, capable of hitting “primarily” aerial targets as well as those on the ground [1, 3, 4, 5].



Fig. 2. Council of Chief Designers – Courtesy of Book: by NATO [6]

As Tsiolkovsky was the first to discover that the reaction principle could reach space, it would make sense that the Russians would provide very significant developments in rockets. He published a scientific book on virtually every aspect of space rocketing. He propounded the theoretical basis of liquid propelled rockets, put forward ideas for multi-stage launchers and manned space vehicles, space walks by astronauts and a large platform system that could be assembled in space for normal human habitation. Between the two World wars, Russian and former USSR scientists and constructors used the great experience of Tsiolkovsky to design many models of rockets and in 1939 to build the first reactive weapon rockets ever, so called “Katyusha”, which Soviet Red Army used against German troops at the beginning of the Great Patriotic War (Second World War). Thus, towards the end of the Second World War, many military constructors in Germany started with experiments to use their series V1, similar to Soviet wing rockets, and V2, similar to already developed Russian rockets to attack targets in England. Among the people working at these projects was Wernher von Braun as a main constructor, who after Second War was to work for the US Space Program.

In 1947, on the Stalin’s directive Sergey Korolev created one of the most innovative management mechanisms in the early Soviet missile program known as the Council of Chief Designers shown in Figure 2. This photo, a still from a rare film from the postwar years, shows the members of the Council at a meeting. From the left, Boris Chertok, Vladimir Barmin, Mikhail Ryazanskiy,

Korolev, Viktor Kuznetsov, Valentin Glushko and Nikolay Pilyugin (standing), all Russian brains who put for the first time in history of human being a ballistic rocket in the Space. In October 1945, the British radar expert and writer of science fiction books Arthur C. Clarke proposed that only three communications satellites in Geostationary Earth Orbit (GEO) could provide global coverage for TV broadcasting. The work on rocket techniques in Russia and the former USSR was much extended after the Great Patriotic War, thanks to enthusiastic and productive work of the Russian great rocket constructor and spacecraft designer Korolev. In 1951, USSR realized the first launch of the “geophysical” rocket carrying live animals onboard.

The satellite era began when the Soviet Union shocked the globe with the launch of the first in the world artificial satellite, Sputnik-1, on 4 October 1957, shown in Figure 3 (Left). Sputnik contained two radio transmitters, which sent back the “beep-beep-beep” signals heard round the world, and in such a way it provided the first Satellite Communication link with the Control Centre on the ground. Then a month later only, on 3 November 1957 an even larger and heavier satellite, Sputnik-2, carried the dog Laika into orbit. This launch marked the beginning of the use of artificial satellites to extend and enhance the horizon for communications, navigation, weather monitoring, observation and remote sensing [1, 2, 6, 7].

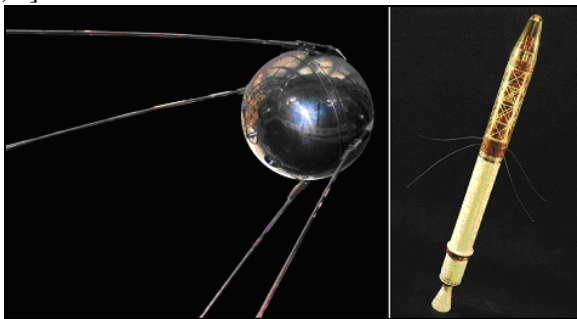


Fig. 3. First Steps – Courtesy of Book: by Ilcev [1]

This event signified the announcement of the space race and the development of satellite communications and navigation. That was followed on 31 January 1958 by the launch of US satellite Explorer-1, presented in Figure 3 (Right). Explorer contained a cosmic ray detector, radio transmitter and temperature and micrometeoroid sensors. Therefore, the development of launchers and satellite systems for future cosmic explorations started, and the space race began.

On 1 - 2 January 1959, is launched Luna-1 as the first artificial spacecraft to escape Earth orbit. On 12 September 1959 is launched Luna 2 the first man-made object to impact the Moon, and on 3 October the same year Luna-3 photographs far side of the Moon. On 19 August 1960, two dogs, Belka and Strelka, landed onboard the prototype of the spacecraft Sputnik 5, becoming first animals returning from orbit.

The most significant progress in space technology and engineering was on 12 April 1961, when Yuri Gagarin, officer of the former Soviet Union Air Forces lifted off aboard the Vostok-1 spaceship from Baikonur Cosmodrome and made the first historical manned orbital flight in space. In Figure 4 (Left) is shown fist man flying in the Cosmos Soviet pilot Gagarin and in the same figure (Right) is shown Chief Designer of Soviet missile, space systems and the founder of modern cosmonautics Sergey Korolev. The twentieth century came with its great progress and the historical age of space rocketry and satellite communications began to unfold [1, 7, 8, 9].

3. Experiments with Active Communications Satellites

After the launch of Sputnik-1, a sustained effort by the USA to catch up with the USSR was started. This was reflected in the first active communications satellite named SCORE launched on 18 December 1958 by the US Air Force. The second satellite, Courier, was launched on 4 October 1960 in High-inclined Elliptical Orbit (HEO) with its perigee at about 900 km and its apogee at about 1,350 km using solar cells and a frequency of 2 GHz.



Fig. 4. Pioneers – Courtesy of Book: by Ilcev [7]

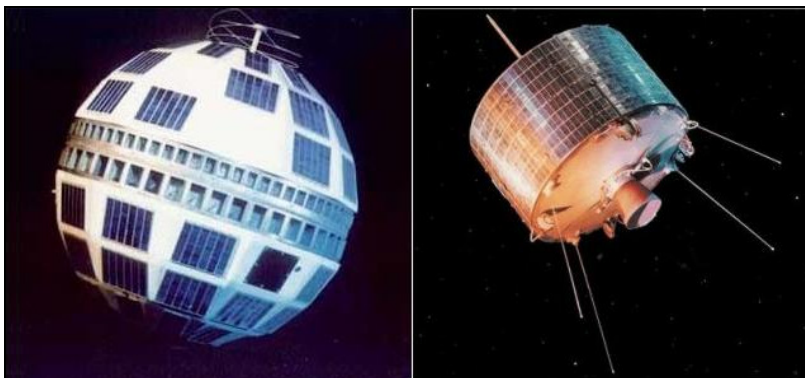


Fig. 5. Telstar-1 & Intelsat-1 – Courtesy of Book: by Ilcev [7]

The maximum emission length was between 10 and 15 min for every successive passage. The third such satellite was Telstar-1 designed by Bell Telephone Laboratories experts and launched by NASA on the 10 July 1962 in HEO configuration with its perigee at about 100 km and apogee at about 6,000 km, see Figure 5 (Left). The plane of the orbit was inclined at about 45° to the equator and the duration of the orbit was about 2.5 h. Because of the rotation of the Earth, the track of the satellite as seen from the Earth stations appeared to be different on every successive orbit. Thus, over the next two years, Telstar-1 was joined by Relay-1, Telstar-2 and Relay-2. All of these satellites had the same problem, because they were visible to widely separated Ground Earth Station (GES) for only a few short daily periods, so numbers of GES were needed to provide full-time service.

On the other hand, GEO satellites can be seen 24 hours a day from approximately 40% of the Earth's surface, providing direct and continuous links between large numbers of widely separated locations. The World's first GEO satellite Syncom-1 was launched by NASA on 14 February 1963, which presented a prerequisite for the development of MSC systems. This satellite failed during launch but Syncom-2 and 3 were successfully placed in orbit on 26 July 1963 and 19 July 1964, respectively. Both satellites used the military band of 7.360 GHz for the uplink and 1.815 GHz for the downlink. Using Frequency Modulation (FM) or Phase Shift Keying (PSK) mode, the transponder could support two carriers at a time for full duplex operation. Syncom-2 was used for direct TV transmission from the Tokyo Olympic Games in August 1964. After 1965, these spacecraft marked the end of the experimental period.

All these satellites were being used primarily for Fixed Satellite Service (FSS) experimental communications, which were used only to relay signals from Fixed Earth Stations (FES) at several locations around the world. Hence, one FES was actually located aboard large transport vessel the USNS Kingsport, home-ported in Honolulu, Hawaii. The ship had been modified by the US Navy to carry a 9.1 m parabolic antenna for tracking the Syncom satellites. The antenna dish was protected, like present mobile antennas, from the marine environment by an inflatable Dacron radome, requiring access to the 3-axis antenna through an air lock within the ship. The Kingsport ship terminal was the world's first true MES and could be considered the first Ship Earth Station (SES). The ITU authorized special frequencies for Syncom experiments at around 1.8 GHz for the downlink (space to Earth) and around 7.3 GHz for the uplink (Earth to space). This project and trial was an unqualified success proving only the practicality of the GEO system for satellite communications but because of the large size of the Kingsport SES antenna, some experts in the 1960s concluded that MSC at sea would never really be practical. However, it was clear that the potential to provide a high quality line-of-sight path from a ship to the land and vice versa via the satellite transponder existed at this time.

Intelsat was founded in August 1964 as a global FSS operator. The first commercial GEO satellite was Early Bird (Intelsat-1) developed by Comsat for Intelsat, see Figure 5 (Right), which was launched on 6 April 1965 and remained active until 1969 [7, 10, 11].

Routing operations between the US and Europe began on 28 June 1965, a date that should be recognized as the birthday of commercial FSS. The Early Bird satellite, which later was renamed Intelsat-1, had 2 x 25 MHz width transponder bands, the first with 2 Rx uplinks (centered at 6.301 GHz for Europe and 6.390 GHz for the USA) and the second 2 Tx downlinks (centered at 4.081 GHz for Europe and 4.161 GHz for the USA), with maximum transmission power of 10 W for each Tx. This GEO system used several GES located within the USA and Europe and so, the modern era of satellite communications had begun.

In the meantime, considerable progress in satellite communications had been made by the former USSR, the first of which the Molniya-1 (Lightning) satellite was launched at the same time as Intelsat I on 25 April 1965. These satellites were put into an HEO, very different to those used by the early experiments and were used for voice, Fax and video transmission from central FES near Moscow to a large number of relatively small receive only stations.

That time became the era of development of the international and regional FSS with the launch of many communications spacecraft in the USSR, USA,

UK, France, Italy, China, Japan, Canada and other countries. At first all satellites were put in GEO but later HEO and Polar Earth Orbits (PEO) were proposed, because such orbits would be particularly suitable for use with MES at high latitudes. Then started development of MSC for maritime, land and aeronautical applications. The last step has to be the development of the Non-GEO systems of Little and Big Low Earth Orbits (LEO), HEO and other GEO constellations for new MSS for personal and GNSS applications. Finally, the International Space Station (ISS) construction began on 20 November 1998 when Soviet Zarya module was launched into orbit around Earth [7, 11, 12].

4. Conclusions

Satellite communication systems are drastically improving traditional fixed and mobile communications, including they can provide backbone to TTN and Cellular networks. Satellite communications play a vital role in the global telecommunications system. Approximately 2,000 artificial satellites orbiting Earth relay analog and digital signals carrying voice, data and video to and from one or many locations worldwide.

However, the Russian people gave the greatest contribution in the development of satellite systems, and in such a way, they made the following extraordinary progress: First in Space, First Spaceman, First Spacewalk, First Space Station, First Space 360, and in the opinion of the autor of this paper, Russia will be First on the Moon.

References

- [1] Ilcev D. St., "Global Mobile Satellite Communications for Maritime, Land and Aeronautical Applications", Book, Springer, Boston, 2005.
- [2] Жилин А., "Международная спутниковая система морской связи", Судостроение, Ленинград, 1988.
- [3] Pelton J. N., "History of Satellite Communications", Springer, Boston, 2013.
- [4] Zak A., "History of the Rocket Research Institute, RNII", Russian Space Web, Moscow, 2017.
<http://www.russianspaceweb.com/rnii.html>
- [5] Zak A., "Origin of Project 212", Russian Space Web, Moscow, 2017.
<http://www.russianspaceweb.com/212.html>
- [6] NATO, "Rocket People - Creating a Rocket Industry", Washington, DC, 2008.
- [7] Ilcev D. St., "Global Aeronautical Communications, Navigation and Surveillance (CNS)", Theory and Applications, Volume 1 and 2, AIAA, Reston, 2013.
- [8] Ohmori S. & Others, "Mobile Satellite Communications", Artech House, Boston—London, 1998.

- [9] Новик Л. И. и другие, “Спутническая связь на море”, Судостроение, Ленинград, 1987.
- [10] Gallagher B., “Never Beyond Reach”, Inmarsat, London, 1989.
- [11] Kadish J. E. & Others, “Satellite communications fundamentals”, Artech House, Boston-London, 2000.
- [12] Maral G. & Others, “Satellite communications systems”, John Wiley, Chichester, 1994.

On Evolution of Radio aerial

Zolotinkina L.I.

Saint Petersburg Electrotechnical University "LETI" named after V.I.°Ulyanov (Lenin)
St.Petersburg 197376 Russian Federation
radioemc@yandex.ru

Abstract: By the middle of the 1920-s, it became obvious that research into radio aerials (antennae) was lagging behind other fields of radio engineering. The article is focused on professor I.G.°Freiman's contribution into elaboration of the theory of antennae, which drew attention to the problem of developing radio aerials as elements of a radio channel. According to professor I.G.°Freiman, the major direction in radio engineering by 1925 was concerned with performing investigations on radio waves propagation, aimed at taking account of influence of conditions of their propagation in designing radio communication systems.

Key words: radio engineering, radio aerial, antenna, A.S.°Popov, I.G.°Freiman, electromagnetic field, radiation of electromagnetic waves, radio wave propagation

Об эволюции радиосети

Золотинкина Л.И.

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)
г. Санкт-Петербург 197376, Российская Федерация
radioemc@yandex.ru

Аннотация: К середине 1920-х годов наметилось отставание в изучении радиосетей (антенн) по сравнению с другими областями радиотехники. В статье рассмотрена роль проф. И.Г.°Фреймана в разработке теории антенн и привлечении внимания к проблеме построения радиосетей как элементов радиоканала передачи информации. Важнейшим направлением работ в области радиотехники к 1925 г. проф. И.Г.°Фрейман считал постановку исследований в области распространения радиоволн для учёта влияния условий их распространения при проектировании систем радиосвязи.

Ключевые слова: радиотехника, радиосеть, антенна, А.С.°Попов, И.Г.°Фрейман, электромагнитное поле, излучение электромагнитных волн, распространение радиоволн

1. Введение

В 1925 г. в торжественной обстановке отмечалось 30-летие изобретения А.С.°Поповым системы беспроводного телеграфирования. В юбилейном номере журнала «Электричество» была опубликована статья профессора ЛЭТИ И.Г.°Фреймана «Об эволюции радиосети» [1]. В статье автор отмечал, что в первый период после изобретения А.С.°Поповым системы беспроводного телеграфирования (1895 г.) мало внимания было обращено на такую область радиотехники как радиосети. «Обращаясь к работам родоначальника, как нашей, так и всемирной радиотехники — Александра Степановича Попова, мы не можем не признать, что одну из наиболее оригинальных деталей его изобретения составляет именно радиосеть. С первых же шагов радиотехника встретила с необходимостью получения переменного электрического тока высокой частоты. Эта вспомогательная техническая задача поглотила ее настолько, что главная задача осталась как-то в тени, пребывая все тридцать лет почти без изменения в том случайном положении, в которое она была поставлена еще пионерами этого дела».

К началу 1920-х годов радиоспециалистами, в первую очередь М.В.°Шулейкиным и И.Г.°Фрейманом, были разработаны основные положения теории расчёта антенных устройств для систем радиосвязи [2]. Но учёту условий распространения радиоволн внимания не уделялось.

Для ряда учёных отправным моментом в объяснении распространения электромагнитных волн было понятие «мирового эфира». В статье «Об эволюции радиосети» И.Г.°Фрейман, обращаясь к этой проблеме, выступает против «эфирной» модели распространения электромагнитных волн.

2. Работы И.Г. Фреймана в области антенной техники

Необходимость проведения технического расчета при проектировании радиостанций И.Г.°Фрейман (1890 – 1929) обосновал для себя ещё студентом, участвуя в строительстве мощных радиостанций в Риге и на о. Руно (1911), в Исакогорке (Архангельск, 1912). Закончив в 1913 году Электротехнический институт императора Александра III, работая затем в Междуведомственном радиотелеграфном комитете, он имел возможность анализировать и оценивать результаты «приёмов проектирования, руководимыми не расчетом, а полагающихся на какое-то чутье и сводящихся к непродуманному экспериментированию зачастую прямо в полном объеме

имеющегося задания» – писал в 1924 году И.Г. Фрейман в Предисловии к первому изданию «Курс радиотехники» [3].

В 1921 году И.Г.°Фрейман защитил магистерскую диссертацию на тему «О законах подобия радиосетей», в которой развивал теорию антенн с приведением их свойств к некоторому эквивалентному колебательному контуру с сосредоточенными параметрами[4].

Для работ И.Г.°Фреймана в области антенн характерно то, что рассматривая какую-либо задачу, он дает не только теоретический анализ, но и методику инженерного расчета, а также анализ способов экспериментального определения соответствующих параметров [5]. Полученные теоретические результаты подтверждались большим количеством экспериментальных исследований, проводившимся на кораблях в реальных условиях работы радиостанций [6]. Являясь председателем секции связи Научно-технического комитета Морских Сил РККА (1924 – 1927), он имел возможность организовывать постановку таких работ.

В статье «Об измерении собственной длины волны радиосети Фрейманом был дана оценка точности метода её измерения [7], а также он предложил простой, изящный метод расчета собственной длины волны антенны [8]. Этот способ давал результаты, хорошо согласующиеся с опытом [9].

Имантом Георгиевичем были проведены весьма ценные экспериментальные работы, положившие начало технике измерений напряженности поля. Описанию результатов этих экспериментальных исследований посвящены статьи «Об измерении действующей высоты радиосети» [10] и «Об измерении напряженности электромагнитной волны» [11].

3. Работы профессора И. Г. Фреймана по исследованию явлений распространения электромагнитных волн

К работам И.Г.°Фреймана в области антенной техники тесно примыкают его исследования явлений распространения электромагнитных волн. Из работ, посвященных явлениям переноса и излучения электромагнитной энергии, надо, прежде всего, напомнить его работу: «О процессе передачи электрической энергии»[12]. И.Г.°Фрейман писал: «Все способы передачи электрической энергии на далекие расстояния, как проводные, так и беспроводные, — это различные интегральные проявления одного и того же дифференциального первичного процесса — перемещения энергии, получившей форму электромагнитного поля». Эти представления и подтверждающие их примеры расчетов, приведенные в цитированной ста-

ть, давно уже стали классическими и вошли во многие учебники радиотехники.

Юбилейную статью «Об эволюции радиосети» И.Г.°Фрейман заканчивает, по сути, постановкой задачи по изучению распространения радиоволн: «Отметив тот длинный путь, который прошло развитие радиосети со времен А.С.°Попова, и те направления, в которых оно, вероятно, пойдет дальше, мы должны в заключение вернуться еще к первоначальной радиосети А.С.°Попова и вспомнить про одну задачу, которая этой радиосетью была поставлена, и которая, подвинувшись за истекшее тридцатилетие весьма мало, приобрела в настоящее время несравненно большую остроту, чем она имела при своей первоначальной постановке. Я имею в виду грозоотметчик. Теперь больше, чем когда-либо, нам нужно следить за атмосферными электромагнитными явлениями. Только этим путем мы найдем те основные данные, из которых необходимо исходить при проектировании радиосети. Радиосеть не есть какой-то самодовлеющий прибор, ее нужно расценивать с общей точки зрения совершенства той радиосвязи, которой она служит. Было бы совершенно неправильно проектировать радиосеть на такую рабочую волну, которая совпадает с местными наиболее частыми атмосферными разрядами; было бы неразумно проектировать ее с расчетом на отражение ее излучения от верхнего проводящего слоя, если не установлено, что этот слой будет отражать так, как следует. Эти и подобные данные для радиосети мы должны собирать при помощи ее же самой, как это начал и нам предсказал Александр Степанович Попов» [1].

Результаты теоретических и экспериментальных исследований профессора И.Г.°Фреймана нашли своё отражение в статьях, опубликованных в 1926 – 1928 годах: «Развитие учения о распространении электромагнитных волн» [13] и «О формулах расчета распространения электромагнитных волн» [14]. Анализ состояния теории распространения в мире был дан в статье «Положение вопроса о распространении электромагнитных волн», опубликованной в «Журнале прикладной физики», в которой проявилось замечательное умение Иманта Георгиевича, разрабатывая вопросы радио, нащупывать их корни в той необъятной почве, какую представляет собой наука о физических явлениях. Прогнозируя расширение диапазонов рабочих частот радиостанций, освоение коротковолнового диапазона, И.Г.°Фрейман писал: «В настоящем положении учения о распространении электромагнитных волн центр тяжести дальнейших работ переносится на выяснение свойств высших слоев атмосферы» [15].

В значительно дополненном втором издании «Курса радиотехники» (1928 г.) были отражены последние достижения в мире практически по

всем основным разделам радиотехники, в том числе и по вопросу распространения радиоволн [16]. Профессор Д.А. Рожанский (член-корр. АН СССР, 1933) в рецензии на этот фундаментальный труд писал: «Только редкий и исключительный талант мог создать произведение, которое должно быть настольной книгой всякого радиоспециалиста... <В главе, посвященной радиосетям Л.З.>, наибольший интерес представляет § 6, в котором в простой и доступной форме излагаются явления, связанные с излучением радиосети, в том числе излучение на гармониках и в сложных антеннах. В следующей главе мы находим много совсем свежего материала по распространению волн. Кроме прекрасного изложения теории влияния проводимости сферы на распространение волн, автор дает изложение учения о распространении коротких волн с теоретической и опытной стороны....» [17].

4. Заключение

Исследования в области распространения радиоволн продолжили ученики профессора И.Г.°Фреймана по ЛЭТИ, Военно-морской академии, Военной Академии связи. Среди выпускников ЛЭТИ в первую очередь необходимо отметить А.Н. Щукина (1900 – 1990), академика АН СССР, многие научные труды которого были посвящены вопросам распространения радиоволн. В 1965 году А.Н. Щукин был назначен заместителем председателя, а в 1969 году – председателем Научного совета при Президиуме АН СССР по комплексной проблеме «Распространение радиоволн».

Примечательно, что членом этого же Научного совета с 1966 по 1976 гг. был сын проф. И.Г. Фреймана к.т.н. инженер-полковник И.И. Фрейман (1917 – 2001). С 1947 г. он работал в Научно-исследовательском морском радиолокационном институте (НИМРИ) и занимался вопросами распространения радиоволн. С 1964 по 1973 гг. он – начальник отдела распространения радиоволн, под его руководством и при непосредственном участии были разработаны методика и аппаратура для исследования условий распространения радиоволн сантиметрового, миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов радиоволн над морской поверхностью, проведен большой объем экспериментальных исследований на Балтийском и Черном морях.

К выполнению этих работ по исследованию условий распространения радиоволн различных диапазонов над морской поверхностью с 1946 г. был привлечён Физико-технический институт (ФТИ) АН УССР. Научными руководителями НИР от ФТИ по этой тематике были С.Я.°Брауде (ака-

демик АН УССР, лауреат Золотой медали им.А.С. Попова) и А.Я. Усиков (академик АН УССР).

Список литературы

- [1] Фрейман И.Г. Об эволюции радиосети // *Электричество*. 1925. № 4. С. 242–246.
- [2] Нейман М.С. Из истории антенн. Краткий очерк развития теории и техники антенно-фидерных устройств в СССР. Госэнергоиздат. М-Л. 1955. 40 с.
- [3] Фрейман И.Г. Курс радиотехники. Л. ГИЗ.1924. 342 с.
- [4] Фрейман И.Г. О законах подобия радиосетей. Диссертация магистра. ЭТИ им. В.И.°Ульянова (Ленина). 1921. Пгр.
- [5] Карпов В. Г. И. Г. Фрейман — выдающийся советский радиотехник // *Тр. Акад. им. А.Ф.°Можайского*. 1949. Вып. 26. С. 3–14.
- [6] Фрейман И.Г. Об измерении динамической емкости радиосети // *ТиТбп**. 1921. № 11. С. 20–27.
- [7] Фрейман И.Г. Об измерении собственной длины волн радиосети // *ТиТбп*. 1921. № 11. С. 28–33.
- [8] Фрейман И.Г. О вычислении длины собственной волны радиосети // *ТиТбп*. 1923. № 20. С. 250–257.
- [9] Фрейман И.Г. О способах измерения длины собственной волны радиосети // *Тр. 4-го съезда рус. физиков в Л-де (15 – 20 сент.1924 г.)*. Л.: Науч.-хим. изд-во, 1924. С. 36–38.
- [10] Фрейман И.Г. Об измерении действующей высоты радиосети // *ТиТбп*. 1925. № 28. С. 29–33.
- [11] Фрейман И.Г. Об измерении напряженности электромагнитной волны//*Изв. ЛЭТИ*. 1928. Вып. 16. С. 27–48 (совместно с Н.К.°Горбуновой).
- [12] Фрейман И.Г. О процессе передачи электрической энергии // *ТиТбп*. 1922. № 16.С. 624–633.
- [13] Фрейман И.Г. Развитие учения о распространении электромагнитных волн // *ТиТбп*. 1926. № 3 (36). С. 237–246.
- [14] Фрейман И.Г. О формулах расчета распространения электромагнитных волн // *ТиТбп*. 1927. № 2 (41). С. 218–222.
- [15] Фрейман И.Г. Положение вопроса о распространении электромагнитных волн // *Журн. прикл. физ.* 1927. Т. 4. Вып. 4. С. 59–76.
- [16] Фрейман И.Г. Курс радиотехники. Изд. 2-е, переработанное и дополненное. ГИЗ - Москва – Ленинград. 1928. 497 с.
- [17] Рожанский Д.А. Курс радиотехники: Фрейман И.Г. // *Электричество*. 1929. № 13,14. С. 384.

* ТиТбп Телеграфия и телефония без проводов

References

- [1] Freiman I.G. Об эволюции радиосети // *Electrchestvo*. 1925. no. 4. pp. 242–246. (In Russian).
- [2] Neiman M. S. From the history of antennas. Brief outline of the development of the theory and technology of antenna-feeder devices in the USSR. *Gosenergoizdat. M-L*. 1955, 40 p.

(In Russian).

[3] Freiman I.G. Course of radiotechnique. GIZ, Leningrad, 1924, 342 p. (In Russian).

[4] Freiman I.G. On the scaling laws of wireless networks. The master's thesis. ETI, 1921. Ptg. (In Russian).

[5] Karpov V.G. I.G.Freiman – eminent soviet radiotechnician) // *Trudy Akademii im. A.F. Mozhaiskogo*.- 1949..Part.26. pp..3—14. (In Russian).

[6] Freiman I.G. On the measurement of the dynamic capacity of the radio network // *Titbp**,. 1921. no.11. pp. 20-27. (In Russian).

[7] Freiman On the measurement of self-wavelengths radio network // *Titbp*, 1921. no.11, pp. 28-33. (In Russian).

[8] Freiman I.G. On the calculation of the length of its own wave radio // *Titbp*, 1923, no. 20., pp. 250–257. (In Russian).

[9] Freiman I.G. About how to measure the length of their own wave radio networks, Proc. 4th Congress of the Russian. physicists in L. (15 – 20 Sept.1924). L.: *Nauch.-chem. Izd-vo*, 1924, pp.36-38. (In Russian).

[10] Freiman I.G. On the measure of the effective height of the radio // *Titbp*, 1925, no.28, pp. 29–33. (In Russian).

[11] Freiman I.G. On the measurement of the intensity of the electromagnetic wave, *Izv. LETI*. 1928. Vol. 16. S. 27-48 (together with N. To.°Gorbunova). (In Russian).

[12]. Freiman I.G. About process of transmission electrical energy // *TiBtp*, -1922.- n.16,-pp.624—633, 1922. (In Russian).

[13] Freiman I.G.. The development of the doctrine of the propagation of electromagnetic waves // *Titbp*, 1926, no.3 (36), pp 237–246. (In Russian).

[14] Freiman I.G.. About the formulas for the calculation of electromagnetic wave propagation // *Titbp*, 1927,no.2 (41), pp. 218–222. (In Russian).

[15] Freiman I.G. The position of the question of the propagation of electromagnetic waves // *Journal of applied physics*. vol. 4, pp. 59–76. (In Russian).

[16] Freiman I.G. Course of radiotechnique. The 2nd edition, revised and enlarged. GIZ, Moscow - Leningrad. 1928, 497 p. (In Russian).

[17] Rozhansky D. A. A Course of radio engineering: Freiman, I. G. // *Electrichestvo*. 1929, no. 13,14, p. 384.. (In Russian).

• *Titbp Telegrafiya i telefoniya bez provodov*

Invention as historical process

Sharygina L.I.

*Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics
Tomsk, 634050, Russian Federation
gssh@mail.tomsknet.ru*

Abstract: *Using historical examples there is shown that the greatest achievements of the humanity are not events but the long processes involving scientists and engineers of different countries and continents. The paper also includes presentation of the author manuscript "History of Radio Electronics" published in 2017. This manuscript shows the process of the electronic invention and development from the ancient time till the second half of the XX century.*

Keywords: *history of radio electronics, historical process of inventions.*

Изобретение как исторический процесс

Шарыгина Л.И.

*Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
г. Томск, 634050, Российская Федерация
gssh@mail.tomsknet.ru*

Аннотация: *На исторических примерах показано, что великие достижения человечества – это не события, а длительные процессы, в которые вовлекается множество ученых и инженеров разных стран и континентов. Доклад включает также презентацию монографии автора «История радиоэлектроники», изданной в 2017 году и представляющей собой научно-популярное исследование исторического процесса становления и развития радиоэлектроники от древних времен до второй половины XX века.*

Ключевые слова: *история радиоэлектроники, процесс изобретений.*

1. Введение

Законодательством устанавливается, что изобретателем является гражданин, творческим трудом которого создано изобретение. Однако, в большинстве случаев трудно или невозможно указать такого гражданина, поскольку в изобретение вложен творческий труд большого количества людей, которые часто даже не знакомы друг с другом. История знает множество примеров, когда вопрос об авторстве того или иного достижения

был политизирован или решался на основе формальных показателей. Рассматриваемые в докладе исторические примеры доказывают, что несправедливо приписывать славу великих открытий отдельным личностям. Ключевые изобретения и достижения в радиоэлектронике – это не события, а длительные процессы, в которые вовлекается множество ученых и инженеров разных стран и континентов.

Представляемая автором монография «История радиоэлектроники» [1] представляет собой научно-популярный очерк о научных и технических истоках и основополагающих технических достижениях радиоэлектроники – одной из самых передовых и динамично развивающихся отраслей науки и техники. Первая часть книги охватывает период от первых попыток получения электричества до конца XIX века, ознаменовавшегося изобретением радио. Вторая часть посвящена описанию бурного развития радиоэлектроники в первой половине XX века, когда благодаря усилиям большого количества талантливых ученых и инженеров были заложены основы почти всех технических достижений современной радиоэлектроники. Параллельно с описанием научных и технических достижений приводятся многие подробности из жизни авторов открытий и изобретений, раскрывающие процесс научно-технического творчества и роль личностей в истории радио.

2. Великие изобретения и их создатели

Величайшие достижения XIX и XX веков связаны с решением проблем передачи и обработки информации. Освоение электричества открыло путь созданию телеграфа, телефона и радио, преобразивших жизнь человечества. Вначале сотни, тысячи, а потом и миллионы людей – и специалистов, и просто любителей – были вовлечены в этот процесс, охвативший большинство стран всех континентов.

Кто изобрел телефон, радио, телевидение? Поиски ответа на эти вопросы представляют собой лишь пищу для историков, пытающихся найти объекты для прославления или порицания. Если пришло время для открытия – оно обязательно состоится. И не так просто установить, кто первым взойшел на вершину пирамиды, в основании которой бесчисленные достижения множества людей.

Слава изобретения телефона досталась американцу А. Беллу, который получил патент в 1876 году в возрасте 29 лет. Однако, еще в 1854 году принцип действия телефона описал в своей диссертации француз Ш. Бурсель, а в 1860 году американец итальянского происхождения

А. Меуччи продемонстрировал устройство передачи звуков по проводам (заявку на изобретение он подал в 1871 году). В 1861 году устройство для передачи музыкальных тонов и человеческой речи продемонстрировал немец И.Ф. Рейс. В один день с А. Беллом заявку на изобретение телефона в 1876 году подал другой американец Э. Грей. Каждый из этих изобретателей был окружен коллегами и помощниками, которые активно участвовали в процессе совершенствования телефона и его производства.

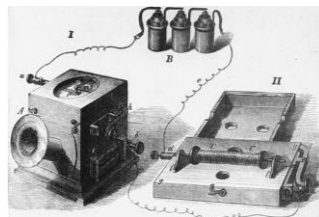


Рис. 1. Телефон И.Ф. Рейса

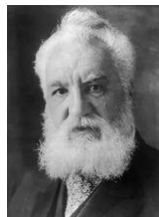
Fig. 1. J.P. Reis' phone



Ш. Бурсель
C. Bourseul

A. Меуччи
A. Меусси

Ф. Рейс
J.P. Reis

A. Белл
A. Bell

Э. Грей
E. Gray

Рис. 2. Изобретатели телефона

Fig. 2. Phone inventors

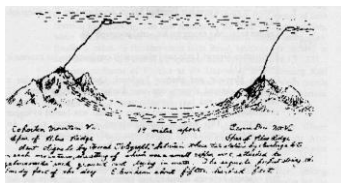


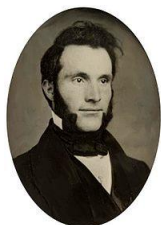
Рис. 3. Опыт М. Лумиса

Fig. 3. M. Loomis experiment

Так и с изобретением «беспроволочного телеграфа» – радио. Еще в 1868 году американский зубной врач М. Лумис демонстрировал передачу сигнала на расстояние 22 км. В 1872 году ему был выдан патент на изобретение. Предполагается, что Лумис при передаче сигнала использовал электромагнитные волны.

Однако, практическое существование электромагнитных волн стало известно только благодаря опытам Г. Герца в 1887 году. Потребовалось еще изобретение нового прибора – когерера, чтобы оказалось возможным действительно передать информацию. Это был уже конец XIX века. Среди доброго десятка претендентов на звание «отца радио» особняком состоят две фигуры – россиянина А. Попова и итальянца Г. Маркони. Споры о том, кому отдать приоритет в изобретении радио, идут уже больше века. Думается, что споры эти беспредметны – эпохальные открытия в истории

человечества почти никогда не бывают делом одиночек. Научный прорыв подготавливается сотнями и тысячами учёных, маленькими шагами приближающими человечество к историческому моменту.



М. Лумис
M. Loomis



Г. Герц
H. Hertz



А. Попов
A. Popov



Г. Маркони
G. Marconi



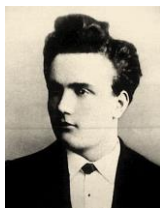
Н. Тесла
N. Tesla

Рис. 4. Изобретатели радио

Fig. 4. Radio inventors

Аналогично обстоит дело и с изобретением телевидения. Можно назвать много знаковых имен ученых и инженеров, стоявших у истоков передачи на расстояние движущихся изображений: Д. Казелли, К. Сенлек, Ф. Бэквелл, У. Крукс, А. Корн, Дж. Керри, А. ди Пайва, П. Бахметьев, Б. Розинг, Э. Белин, Ч. Дженкинс и др.

Еще в 1843 году при создании фототелеграфа англичанин А. Бейн предложил производить разложение изображения на элементы путем построчной развертки и последовательно передавать сигналы от каждого элемента вдоль строк и от строки к строке, синхронизировав развертку при записи и воспроизведении. Для передачи движущихся изображений эта идея наиболее удачно была реализована немецким студентом и изобретателем П. Нипковым в 1884 году в системе механического телевидения в виде «диска Нипкова».



П. Нипков
P. Nipkow



С. Катаев
S. Kataev



В. Зворыкин
V. Zworykin

Рис. 5. Изобретатели телевидения

Fig. 5. TV inventors

Эра механического телевидения закончилась с появлением электронно-лучевых устройств. У истоков электронного телевидения стояли П. Бахметьев, Б. Розинг, С. Катаев, В. Зворыкин и многие другие. Когда В. Зворыкина называли отцом телевидения, он отрицал свое отцовство, говоря, что "отцов" было много и вклад каждого бесценен.

3. Монография «История радиоэлектроники»

Первая часть представляемой книги [1] посвящена изобретению радио – самого, пожалуй, замечательного достижения в новейшей истории человечества. Читая книгу, убеждаешься в том, что великое открытие XIX века не было плодом размышлений отдельного человека или даже группы ученых. Десятки, сотни выдающихся исследователей и инженеров по крупицам создавали фундамент этого открытия. Некоторым поставлены памятники, их имена знают многие миллионы людей. Другие живут в своих книгах, статьях и формулах, их изучают в школах и вузах. Но большинство остаются неизвестными. И такова судьба всех великих открытий. Наблюдая вершину пирамиды знания, мы должны помнить, что ее основания – бесчисленные, пусть мелкие, но оттого не менее важные, достижения множества людей.



Рис. 6. Монография

Fig. 6. Monograph

Если пришло время для открытия – оно обязательно состоится. И не так просто установить, кто первым взшел на вершину пирамиды. Так и с изобретением радио. Мы в России отдаем должное нашему соотечественнику Александру Степановичу Попову. Другие страны, другие народы в числе изобретателей радио называют Н. Тесла, Г. Маркони, Г. Герца. И было бы несправедливо приписывать славу великого открытия одному человеку. История убеждает, что изобретение радио – это не событие, а процесс, длительный, иногда драматический, но в то же время увлекательный и поучительный.

Вторая часть книги описывает бурное развитие радиоэлектроники в первой половине XX века. Это было время романтиков и изобретателей, когда радиотехника становилась основой мировой технической революции и все новые и новые фантастические достижения вливались в копилку человеческой цивилизации. Возможности радио казались неисчерпаемыми, каждый год ознаменовывался новыми находками, открытиями, изобретениями. Массовое распространение получило радиолюбительство, когда далекие от техники люди посвящали весь свой досуг новому увлечению, учились паять, измерять, конструировать, настраивать. Подобно тому, как современный молодой человек не мыслит себя без компьютера, так молодежь 30-50-х годов переживала повальное увлечение радиолюбительством. Особенностью этого увлечения было то, что все приходилось

делать своими руками, и в процессе этого творческого процесса происходило повышение общей технической культуры населения, рождались отдельные, но многочисленные жемчужины нового знания, новых достижений радиоэлектроники. Усилиям радиолюбителей человечество обязано освоением коротких волн, дальней тропосферной связи, многими идеями телевидения.

Первая половина XX века заложила основу расцвета технологий в последующие десятилетия. Теперь только в музеях можно увидеть резисторы величиной с авторучку, радиолампы, напоминающие электронагреватель, радиоприемники размером с письменный стол и телевизоры с увеличительным устройством, наполненным водой. Очередной переворот в радиотехнике произвели полупроводниковые приборы и цифровая электроника. Стремительно прогрессирующая элементная база позволила конструировать миниатюрные технические устройства с практически неограниченными возможностями. И все это произошло благодаря энтузиазму одного поколения людей.

Особенностью представляемой книги является то, что изложение исторического процесса развития радиоэлектроники сопровождается описанием жизненного пути множества творцов и создателей научно-технического прогресса. Читатель вовлекается в процесс творчества великих ученых и изобретателей, которые воспринимаются не только как исторические личности, а и как простые люди, с их страстями, сильными и слабыми чертами характера.

4. Заключение

На протяжении XIX-XX веков наблюдается непрерывное ускорение научно-технического прогресса в области радиоэлектроники, гигантский вал изобретений и открытий, большинство которых является плодом коллективного творчества многих людей. Когда наступит стабилизация и насыщение этого процесса – никто сказать не может. Счастье и гордость нашего поколения в том, что мы живем в это замечательное время.

Литература

[1] Шарыгина Л.И. История радиоэлектроники: монография / Под ред. Г.С. Шарыгина. – Томск: Изд-во Том. гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2017. – 548 с.

References

[1] Sharygina L.I. [History of Radio Electronics]. *Tomsk: Tomsk State University of Control Systems and Radio Electronics*. 2017. 548 p. (In Russian).

Copyright © 2017 for this paper by its authors. Copying permitted for private and academic purposes.
 Proceedings of the 27th International Conference «Microwave & Telecommunication Technology» (CriMiCo'2017)
 Sevastopol, Russian Federation, September 10–16, 2017

Encyclopedia “Radio engineering” (Dodeca-XXI Publ., 2002) as a source of terms-eponyms in the field of infocommunications and radio technologies

Yermolov P.P.

*Institute of Radio Electronics and Information Security
Sevastopol State University
Universitetskaya Str., 33, Sevastopol, 299053, Russian Federation
p.p.yermolov@mail.ru*

Abstract: *In the development of the idea of creating a vocabulary of terms-eponyms in the field of infocommunications and radio technologies, an appropriate analysis of the encyclopedia “Radiotekhnika” (Dodeca-XXI Publ., 2002) was conducted. 131 groups of eponyms were singled out, of which 45 correlate with previously established 64 eponyms (the last study was carried out on the basis of the analysis of the collection “Typical programs on the specialty of Radio Engineering for Higher Educational Institutions”, USSR Ministry of Higher Education, 1984). The remaining 86 groups of eponyms produced primary identification of persons whose names formed the basis for the formation of eponyms. As a result, according to two sources, 150 groups of eponyms have been determined, the composition of which will be clarified following the results of a public discussion.*

Keywords: *group of eponyms, the competence of future specialists, the history of science and technology.*

Энциклопедия «Радиотехника» (изд. дом «Додэка-XXI», 2002) как источник терминов-эпонимов в области инфокоммуникаций и радиотехнологий

Ермолов П.П.

*Институт радиоэлектроники и информационной безопасности
Севастопольского государственного университета
ул. Университетская, 33, Севастополь, Россия, 299053
p.p.yermolov@mail.ru*

Аннотация: *В развитие идеи создания словаря терминов-эпонимов в области инфокоммуникаций и радиотехнологий проведен соответствующий анализ энцикло-*

педии «Радиотехника» (изд. дом «Додэка-XXI», 2002). Выделено 131 группа эпонимов, из которых 45 коррелируют с установленными ранее 64 эпонимами (последнее исследование проведено на основе анализа сборника «Типовые программы по специальности Радиотехника для высших учебных заведений», Минвуз СССР, 1984). По оставшимся 86 группам эпонимов произведена первичная идентификация лиц, фамилии которых легли в основу образования эпонимов. В итоге по двум источникам определено 150 групп эпонимов, состав которых до включения в словарь «Эпонимы в области инфокоммуникаций и радиотехнологий» будет уточнен по результатам публичного обсуждения. Создание этого словаря будет способствовать формированию у будущих специалистов таких компетенций, как способность уважительно и бережно относиться к историческому наследию и способность осуществлять свою деятельность на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории науки и техники.

Ключевые слова: группа эпонимов, компетенции будущих специалистов, история науки и техники.

1. Введение

«Стоя на плечах гигантов» — это часть знаменитого высказывания И. Ньютона «Если я видел дальше других, то потому, что стоял на плечах гигантов», используемая поисковой системой по текстам научных публикаций Google Scholar в качестве рекламного слогана. Этим самым поисковик отдает дань ученым, вносившим вклад в развитие науки на протяжении веков и обеспечившим основу для новых открытий и достижений.

Но более адресной формой признания заслуг исследователей является аккумулярование памяти о них в терминах-эпонимах¹.

Как и в других областях знаний, в терминологии инфокоммуникаций и радиотехнологий существует свой кластер эпонимов, свойственных как исключительно этой области знаний, так и смежным и не только смежным областям.

Тем не менее, в сравнении с другими областями знаний эпонимы в области инфокоммуникаций и радиотехнологий исследованы очень мало: автору как в отечественных, так и в зарубежных источниках не удалось найти не только работ общего характера, но и частных исследований, посвященных одному или группе эпонимов. Начало таким исследованиям положено в статье автора [1], в которой в качестве источниковой базы взят сборник «Типовые программы по специальности Радиотехника для высших учебных заведений», Минвуз СССР, 1984).

¹ Эпонимом называется термин, который содержит в своем составе имя собственное (антропоним или топоним), а также имя нарицательное в обозначении научного понятия.

В цитируемой статье впервые рассматриваются вопросы эпонимии в терминологии инфокоммуникаций и радиотехнологий. Рассмотрение лингвистического аспекта включало в себя анализ 169-ти отечественных публикаций по 27-ми направлениям исследований и выделение медицины как направления, которому посвящено около половины всех публикаций. Сделано предположение о том, что термин «эпоним», который начал широко использоваться лингвистами в последней трети или четверти XX в., был адаптирован ими к давно существующей в медицине практике присвоения личных имен широкому спектру медицинских терминов. В статье рассмотрены и проанализированы два типа словарей медицинских терминов-эпонимов, отличающихся объемом и структурой, а из взятых в качестве примера типовых программ по специальности «Радиотехника» образца 1984 г. выделено 64 эпонима-антропонима и один эпоним-топоним. Сделаны также выводы о необходимости продолжения исследований, которые должны включать в себя как подготовку отдельных публикаций, касающихся забытых или мало исследованных персоналий, так и подготовку словаря, словник которого должен соответствовать современным программам подготовки специалистов.

В настоящем докладе представлено продолжение этих исследований: результаты первичного анализа еще одного источника — энциклопедии «Радиотехника» (изд. дом «Додэка-XXI», 2002) [2].

2. Основная часть

Первый столбец в таблице представленной ниже таблице содержит собственно фамилии исследователей, ставшие основами терминов-эпонимов. Во втором столбце отражено наличие (или отсутствие при пустой ячейке таблицы) описания и анализа этого эпонима в [1]. Наконец третий столбец содержит собственно эпонимические единицы в том виде, в котором они представлены в [2] (с указанием номера страницы). Верхняя часть таблицы с пустым третьим столбцом отражает факт того, что эти эпонимические единицы не отражены в [2]. В верхней и в нижней частях таблицы сортировка произведена по содержанию первого столбца.

Таблица 1. Результат анализа терминов-эпонимов, содержащихся в [1] и [2]

Table 1. The result of analysis of the terms-eponyms contained in [1] and [2]

Основа	Описано в [1]	Эпонимическая единица
Введенский	+	
Дюамель	+	
Крамер	+	

Основа	Описано в [1]	Эпонимическая единица
Лежандр	+	
Молл	+	
Мэйсон	+	
Парсеваль	+	
Радемахер	+	
Рао	+	
Раус	+	
Снеллиус	+	
Стьюдент	+	
Ферми	+	
Фостер	+	
Хаффмен	+	
Хемминг	+	
Эберс	+	
Эйнштейн	+	
Эрмит	+	
Адамс		Адамса методы 553
Ампер		Ампера закон 46
Байес	+	Обнаружение по критерию Байеса 610 Различение по критерию Байеса 609 Байеса критерий 609, 610 Байеса формула 72 байесовский приемник 381
Баттерворт	+	Аппроксимация по Баттерворту 644 Баттерворта LC-фильтры 440 Баттерворта фильтр 666
Белл		Бел (Децибел) 803
Бернулли		Бернулли теорема 72
Бессель	+	Аппроксимация по Бесселю 645 Бесселя фильтр 666
Био		Био — Савара — Лапласа закон 46
Блоджетт		Ленгмюра — Блоджетт (Шеффера) техноло- гия) 791
Боде		Боде диаграмма 715 Боде критерий 715
Больцман		Стефана — Больцмана закон 151
Брэгг		Брэгга дифракция 778
Брюстер		Брюстера угол 820
Буль	+	Булева алгебра 760

Основа	Описано в [1]	Эпонимическая единица
Бьюси	+	Калмана — Бьюси фильтр 575 Оптимальный алгоритм обнаружения Калмана — Бьюси) 575
Вальд		Вальда Критерий 610 Различение по критерию Вальда 610
Ван-Атт		Ван-Атта ответчик 466
Вебер		Вебера — Фехнера закон 46
Вейбулл		Вейбулла распределение 68
Винер	+	Винера — Хинчина формулы 585
Габор		Габора Голограмма 781
Гальвано		гальванический элемент 854
Гамильтон		Гамильтона оператор 83
Ганн	+	Ганна диод 267, 836
Гаусс	+	Остроградского — Гаусса теорема 84 Гаусса закон 46 Гаусса метод 554 Гаусса распределение 68 Гаусса — Джордана алгоритм 554 гауссовский логарифмический закон 69 гауссовский случайный процесс 587
Гельмгольц	+	Гельмгольца уравнения 825
Гиббс		Гиббса явление 773
Гильберт	+	Гильберта преобразования 40 сигнал, сопряженный по Гильберту 40
Гир		Гира методы 552
Гольдфарб		Гольдфарба метод 288
Грегори		Грегори антенна 94
Грец		Греца мостовая схема 851
Грей		Грея код 758
Грин	+	Грина формулы 85 Грина функция 825
Гурвиц	+	Гурвица критерий устойчивости 292
Гюйгенс	+	Гюйгенса принцип 819 Гюйгенса элемент 819
Давыдов		Давыдовский солитон 791
Дарлингтон		Дарлингтона пара 675
Дембер		Дембера эффект 840
Джозефсон		Джозефсона эффект 49, 785 джозефсоновский гибридный контакт 791
Джонсон		Джонсона код 758

Основа	Описано в [1]	Эпонимическая единица
Джордан		Гаусса — Джордана алгоритм 554
Джоуль		Джоуля — Ленца закон 47
Дольф		Дольфа — Чебышева антенна 105
Доплер	+	Доплера эффект 49
Зеебек		Зеебека эффект 49
Золотарев		Золотарева аппроксимация 645
Калман	+	Оптимальный алгоритм обнаружения Калмана — Бьюси 575 Калмана — Бьюси фильтр 575
Карно		Карно карты 760
Картер		Картера солитонный вычислитель 789
Кассегрен		Кассегрена антенна двухзеркальная 94
Кауэр	+	Кауэра фильтр 645
Кей (Ки)		Саллена — Кея активный фильтр 668
Керр		Керра эффект 49, 794
Кирхгоф	+	Кирхгофа законы 47 Кирхгофа первый закон 47, 639 Кирхгофа второй закон 47, 639
Корти		Корти орган 803
Котельников	+	Котельникова теорема 513 Котельникова критерий 609, 610 Котельникова ряд 43 Различение по критерию Котельникова 609
Коттон	+	Коттона — Мутона эффект 785, 821
Краут		Краута алгоритм 554
Кулон		Кулона закон 47
Кюри		Кюри температура 190, 196
Лагерр	+	Разложение по функциям Лагерра
Ланге		Ланге ответвитель 279
Лаплас	+	Био — Савара — Лапласа закон 46 Лапласа оператор 41, 83 Лапласа преобразования 41 Лапласа уравнение 84 Лапласа функция 587
Лейт		Лейта — Упатниекса голограмма 781
Ленгмюр		Ленгмюра — Блоджетт (Шеффера) технология 791
Ленц		Джоуля — Ленца закон 47 Ленца правило 48
Лоренц	+	Лоренца лемма 822 Лоренца сила 48

Основа	Описано в [1]	Эпонимическая единица
Люнеберг		Люнеберга линза 96, 466
Ляпунов		Ляпунова теорема 526
Максвелл	+	Максвелла уравнения 825
Марков	+	Марковский случайный процесс 588
Мили	+	Мили автомат 769
Миллер		Миллера эффект 700
Миллс		Миллса крест 105
Михайлов		Михайлова критерий устойчивости 292
Мур	+	Мура автомат 769
Мутон	+	Коттона — Мутона эффект 785, 821
Мэнли	+	Мэнли — Роу уравнения 517
Надененко		Надененко диполь 93
Найквист	+	Найквиста критерий устойчивости 292
Нат		Рамана — Ната дифракция 778
Нейман		Неймана — Пирсона критерий 611 Обнаружение по критерию Неймана — Пирсона) 611
Ньютон		Ньютона метод 553 Ньютона — Рихмана закон 151
Ом	+	Ома закон 47 Ома Закон для магнитной цепи 48 Ома закон в комплексной форме 638
Остроград- ский	+	Остроградского — Гаусса теорема 84
Паскаль		Паскаль (язык программирования) 894
Пельтье		Пельтье эффект 49, 795
Перо		Фабри — Перо резонатор 782
Пирсон		Неймана — Пирсона критерий 611 обнаружение по критерию Неймана — Пирсона 611 Пирсона распределение 70
Пистолькорс		Пистолькорса вибратор 92
Пойнтинг	+	Умова — Пойнтинга теорема 822 Пойнтинга — Умова вектор 810
Покельс		Покельса эффект 49, 794
Попов		Грозоотметчик А. С. Попова 369
Прайс		Прайса метод 530
Пуассон	+	Пуассона распределение 70 Пуассона уравнение 85
Райс		Райса метод 530

Основа	Описано в [1]	Эпонимическая единица
Раман		Рамана — Ната дифракция 778
Реджиа		Реджиа — Спенсера фазовращатель 279
Рентген		Рентгеновское устройство 319
Рихман		Ньютона — Рихмана закон 151
Роу	+	Роу (Мэнли — Роу уравнения) 517
Релей	+	Рэля распределение 70
Савар		Био — Савара — Лапласа закон 46
Саллен		Саллена — Кея фильтр 668 Саллена — Кея активный алгебраический сумматор 668
Саньяк		Саньяка эффект 49, 794
Спенсер		Реджиа — Спенсера фазовращатель 279
Стефан		Стефана — Больцмана закон 151
Стокс	+	Стокса теорема 84
Томсон		Томсона эффект 49
Уда		Уда — Яги антенна 93
Уидроу		Уидроу алгоритм 366
Умов		Пойнтинга — Умова вектор 810 Умова — Пойнтинга теорема 822
Уолш	+	Разложение по функциям Уолша 43
Упатниекс		Лейта — Упатниекса голограмма 781
Фабри		Фабри—Перо резонатор 782
Фарадей	+	Фарадея первый закон 48 Фарадея второй Закон 48 Фарадея Закон для электролиза 48 Фарадея Закон объединенный 48 Фарадея Закон электромагнитной индукции 48 Фарадея эффект 49, 785, 821
Фейнман		Фейнмана молекулярный вычислитель 789
Фехнер		Вебера — Фехнера закон 46
Флоке		Флоке теорема 823
Фраунгофер		Фраунгофера дифракция 815
Френель	+	Френеля дифракция 815 Френеля зоны 816 Френеля формулы 820
Фурье	+	Фурье преобразования 41 Теорема симметрии преобразования Фурье 543 Фурье быстрое преобразование 753 Фурье дискретное преобразование 757 Фурье косинус-преобразование 42 Фурье синус-преобразование 42

Основа	Описано в [1]	Эпонимическая единица
		Фурье обратное преобразование 757 Фурье комплексный ряд 544 Фурье тригонометрический ряд 44, 545 Фурье экспоненциальный ряд 44, 544 Фурье-процессор оптический 794
Хаар	+	Разложение по функциям Хаара 43
Хинчин	+	Винера — Хинчина формулы 585
Холл	+	Холла эффект 50
Чебышев	+	Аппроксимация по Чебышеву 645 Дольфа — Чебышева антенна 105 Разложение по полиномам Чебышева 42 Чебышева и Баттерворта LC-фильтры 440 Чебышева фильтр 666 Чебышева обратный фильтр 666
Шеффер		Шеффера технология 791
Шихман		Шихмана формула 553
Шоттки	+	Шоттки диод 837
Эйлер		Эйлера формула 553 Эйлера неявная формула 553 Эйлера явная формула 553
Яги		Уда — Яги антенна 93
Якоби		Якоби метод 553

3. Заключение

Необходимо проведение дальнейших исследований, связанных с установлением принадлежности и биографий исследователей, не представленных в общедоступных источниках.

Материал доклада и создание в дальнейшем словаря эпонимов в области инфокоммуникаций и радиотехнологий будут формировать у будущих специалистов таких компетенций, как способность уважительно и бережно относиться к историческому наследию и способность осуществлять свою деятельность на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории науки и техники.

Список литературы

1. Ермолов П. П. Эпонимы в терминологии инфокоммуникаций и радиотехнологий // Инфокоммуникационные и радиоэлектронные технологии. 2016. Т. I. № 1. С. 121—135.
2. Радиотехника: энциклопедия / Под ред. Ю. Л. Мазора, Е. А. Мачусского, В. И. Правды. М.: Изд. дом «Додэка-XXI», 2002. 944 с.

References

- [1] P. P. Yermolov, “About eponyms in infocommunications and radio technologies terminology,” *Infocommunications and Radio Technologies*, 2016, vol. 1, no. 1, pp. 121–135. (In Russ.).
- [2] Mazor Yu.L., Machusky Ye.A., Pravda V.I. (eds.) *Radiotekhnika: entsiklopediya* [Radio engineering: encyclopedia]. Moscow, Dodeca-XXI Publ., 2002, 944 p. (In Russ.).

90 лет радиолюбительского движения в Крыму

Пузанков Л. А.

Российский телеграфный клуб
Симферополь, Крым, Российская Федерация
r7ka@mail.ru

Аннотация: Коротковолновая любительская радиосвязь стала активно развиваться в начале XX века, практически сразу после изобретения радио. В 1911 году конгресс США начал рассматривать вопрос о целесообразности дальнейших экспериментов на радиоволнах. А спустя год конгресс США узаконил любительские радиостанции, работавшие до этого в эфире без официальной лицензии, т. е. нелегально. Такой подход к радиолюбительской связи в США послужил примером и для других стран. Радиолюбительская связь стала одним из видов общения между людьми разных стран, что естественно потребовало создания организации, представляющей и защищающей интересы радиолюбителей на международной арене. 18 апреля 1925 года на Конгрессе в Париже был создан Международный Радиолюбительский Союз (International Amateur Radio Union — IARU). Заочно на Конгрессе были представлены интересы Общества друзей радио (ОДР) СССР. Еще в 1924 году Совет Народных комиссаров (СНК) принял «Закон о свободе эфира», который разрешил гражданам СССР пользоваться индивидуальными радиоприемниками. А 5 февраля 1926 года СНК СССР принял Постановление «О радиостанциях частного пользования», что позволило радиолюбителям использовать также и индивидуальные радиопередатчики. По информации из довоенных радиолюбительских журналов, в Крыму после 1927 года было достаточно много энтузиастов, увлекающихся любительской радиосвязью. В докладе содержится информация о некоторых пионерах развития радиолюбительства в Крыму. Представлен ряд фотографий по теме.

Ключевые слова: радиолюбительское движение, Международный союз радиолюбителей, Общество друзей радио.

1. Введение

Радиолюбительское движение в Крыму зародилось в 1927 году. Отдавая дань глубокого уважения и памяти первым радиолюбителям, наставникам и энтузиастам этого хобби, хотелось бы поделиться некоторыми материалами по возникновению и началу развития массового радиолюбительства в нашей республике. Но прежде всего, совершим краткий экскурс в историю.

С 1898 года в научно-популярных журналах США и развитых европейских стран начали появляться публикации с техническими описаниями

опытов Герца и приборов по эфирной передаче и приему радиотелеграфии, разработанных К. Брауном (1850—1918), А. С. Поповым (1859—1906), Г. Маркони (1874—1937), Н. Тесла (1856—1943).

Коротковолновая любительская радиосвязь стала активно развиваться в начале XX века, практически сразу же после изобретения радио. В январе 1909 года в Соединенных Штатах Америки была создана Ассоциация радистов Америки («Wireless Association of America»). А уже 1 мая 1909 года в книге «Wireless Blue Book» был опубликован список любительских радиостанций (ЛРС), состоявший из 86 позывных.

В 1911 году Конгресс США начал рассматривать вопрос о целесообразности дальнейших экспериментов на радиоволнах. Бытовало мнение, что короткие волны не обеспечивают надежной связи на дальние расстояния. Вот почему радиолюбителям разрешили заниматься экспериментами на «бросовых» коротких волнах. За радиолюбителями закрепилось также название «коротковолновики». Спустя год Конгресс США принял документ «Radio Act 1912», которым были узаконены ЛРС США, работавшие до этого в эфире без официальной государственной лицензии, т. е. нелегально. Такой подход к радиолюбительской связи в США послужил примером и для других стран, которые стали легализовывать радиолюбительские службы.

2. Начало радиолюбительства в СССР

После Великой Октябрьской социалистической революции в нашей стране вопросы развития радиолюбительства прозвучали 9 октября 1921 года на VIII Всероссийском электротехническом съезде, на котором профессор Петроградского электротехнического института (ныне — Санкт-Петербургский электротехнический университет им. М. А. Бонч-Бруевича) Иммануил Георгиевич Фрейман (1890—1929) выступил с докладом «Любительская радиостанция как средство распространения электротехнических знаний среди широких кругов населения». В то время, когда за рубежом радиолюбительская связь уже пользовалась большой популярностью среди населения, эти рекомендации профессора были весьма актуальны для нашей страны. В решениях съезда было записано: «Признать желательным допустить устройство любительских радиостанций».

Один из старейших советских радиолюбителей Федор Алексеевич Лбов (1895—1976) из Нижнего Новгорода свой первый детекторный радиоприемник построил в 1921 году. На него можно было принимать работу телеграфных радиостанций.

Датой начала появления в СССР любительской радиосвязи стало 4 июля 1923 года, когда Совет Народных комиссаров (СНК) СССР принял Постановление «О радиостанциях специального назначения» [1]. В данном Постановлении к указанным радиостанциям были причислены «радиостанции любительские».

А 28 июля 1924 года СНК СССР принял «Закон о свободе эфира», на основании которого Постановление «О частных приемных радиостанциях» разрешало гражданам СССР пользоваться индивидуальными радиоприемниками. К этому времени Федору Лбову удалось усовершенствовать свой приемник, который с успехом стал принимать и вещательные радиостанции. Разрешение на эксплуатацию «частной приемной радиостанции» было оформлено ему специальным распоряжением Наркомата почт и телеграфа по ходатайству М. А. Бонч-Бруевича. Ф. Лбов стал экспериментировать и с радиопередатчиками. После нескольких дней опытов 15 января 1925 года нижегородские радиолюбители Федор Лбов и Владимир Петров передали в эфир вызов: «ВСЕМ, ВСЕМ, ВСЕМ. ЗДЕСЬ РОССИЯ ПЕРВАЯ ФЕДОР ЛБОВ (Р1ФЛ)». Сигналы радиостанции были зафиксированы в Шергате, вблизи Моссула (Ирак), о чем экспериментаторы получили телеграммы от зарубежных радиолюбителей. Фактически это была первая радиолубовительская коротковолновая передача с территории СССР.

В феврале 1926 года СНК СССР принял постановление «О радиостанциях частного пользования», что разрешило радиолюбителям официально использовать индивидуальные радиопередатчики.

Вышеуказанные Постановления стимулировали развитие массового коротковолнового движения в нашей стране.

3. Начало радиолубовительского движения в Крыму

Судя по информации из довоенных радиолубовительских журналов «Радиолубитель», «Радио Всем», «РАДИОфронт», «Радіо», в Крыму было достаточно много энтузиастов, увлекающихся радиосвязью. Как отмечено в книге [2]: «...1927 г. начинают организовываться секции коротких волн (СКВ). Сначала в Нижнем Новгороде, затем — в Симферополе, Томске и других городах».

Первым официально зарегистрированным радиолубителем в Крыму является Леонид Евгеньевич Мурский. Его наблюдательский позывной RK-82 опубликован в списках позывных в мартовском номере за 1927 год журнала «Радиолубитель». Проживал Леонид в Симферополе по улице Троцкого (ныне Карла Маркса), дом 5, кв.6. Для радионаблюдений использовал регенеративный радиоприемник 0-V-2. В 1928 году Леонид

Мурский переехал в Москву и поселился по адресу: Панский переулок, 2. Здесь же он зарегистрировал свой индивидуальный радиопередатчик под позывным 26RB (рис. 1).

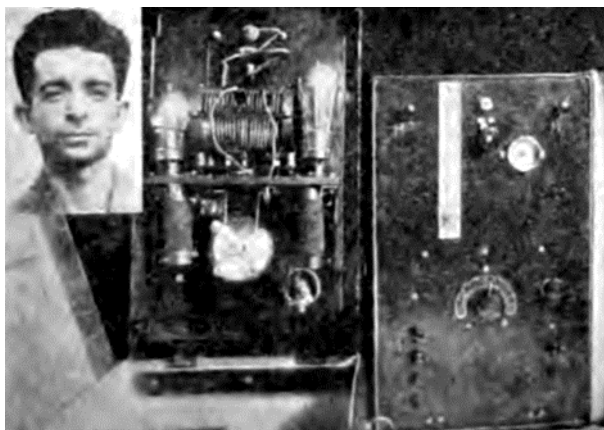


Рис. 1. Леонид Мурский, RK-82, eu26RB

20 августа 1928 года Леонид Мурский вместе с Владиславом Владимировичем Гржибовским, 13RA (ранее, как нелегал — R1WG), отправился в экспедицию на Чукотку. На Чукотке они работали позывными RB71, RB72, RB73 и RB74. Другими сведениями о нашем земляке мы, к сожалению, не располагаем.

SKW	QRA	Amperopol Виласкожа 5		USSR
TO RADIO eu 4026		Your sigs hrd at 01, 42 GMT on 12/8		192 8
Working	eu 4026	QRK R 6	QRH -	m QSB ac
Calling				
QSSS	QSS	QRM -	QRN 22	QRB ? km
RECEIVER		TRANSMITTER		
O -V	Circuit	Circuit		w
Aerial	Plate	Plate		m A
DX rcd	Aerial	Aerial		m
Tests at	Aerial	Cpse		
Remarks	Best 73's es DX!!!			
QRK	Op. Terent'ev			
Pse	QSL crd via SKW Moscow			
Tks				
Qsl. № 48		EU, AS, AG, QSL-QRA: Moscow, USSR-SKW		QSO №

Рис. 2. QSL-карточка, полученная К. А. Терентьевым (RK-131) в 1928 г.

Вторым радиолюбителем из Крыма в 1928 году был радионаблюдатель К. А. Терентьев из Симферополя (проживал по улице Битакской, дом 5, кв.1), RK-131. Для наблюдений использовал самодельный радиоприемник 0-V-1 с Г-образной антенной (12 м и 35 м). Сохранилась его карточка-квитанция (рис. 2), где отмечено его наблюдение 12 июня 1928 года за работой радиостанции eu40RB (г. Москва), принадлежавшей Михаилу Сергеевичу Рязанскому, с ленинградской радиостанцией eu19RB (П. П. Иванов). В тот период М. С. Рязанский был членом президиума Общества друзей радио СССР. Впоследствии Михаил Сергеевич стал главным конструктором радиосистем ракетно-космической техники.

В 1928 году зарегистрировал наблюдательскую радиостанцию с позывным сигналом RK-324 и Антон Семенович Прокопенко (рис. 3). Родился Антон Семенович в Симферополе в 1901 году. Увлечен радио и в 1928 году начал заниматься радионаблюдениями. А. С. Прокопенко в том же 1928 году открыл свою приемопередающую радиостанцию с позывным сигналом eu33RB (рис. 4). Проживал в городе Симферополе по улице Калинина, дом 3, кв.1. Для проведения радиосвязей А. С. Прокопенко использовал передатчик мощностью 14 ватт на лампах УЕ15 при анодном питании переменным током с напряжением 400 В. Антенна Г-образная, наклонная 20 м + 35 м. Передатчик работал в диапазоне волн от 32,5 до 51,5 метров. Антон часто проводил радиосвязи с Москвой (93RA) и с Нижним Новгородом (12 RA). Как отмечалось в журнале «Радиолюбитель» за 1928 год: «...33RB — прекрасный морзист и имеет за два месяца работы 158 радиосвязей. DX — почти вся E, AS, AG, AU, FE, FM» (93RA — Владимир Круглов, 12RA — Владимир Ванеев).



Рис. 3. А. С. Прокопенко

Следует отметить, что характерной чертой первых радиолюбителей Советского Союза была максимальная аккуратность. На карточках, как правило, указывались номера проведенных радиосвязей и отправленных карточек-квитанций. Благодаря существовавшей в тот период традиции прилагать свою фотографию к QSL-карточке, мы имеем возможность знакомиться с лицами первопроходцев в радиолюбительском движении нашей страны.

SKW		QRA. 4-5. Prokopenko, Simferopol Crimea. Kalinin's str. n 3.		USSR	
TO RADIO <i>Eu 33RB</i>		Your sigs hrd at <i>21.26</i> GMT on <i>9/2</i> 1928			
Working <i>Eu 33RB</i>		QRK R <i>6</i>		QRH <i>31.4</i> m QSB <i>rae</i>	
Calling		QSSS -		QSS <i>to 2.4</i> QRM QRN <i>v.1.</i> QRB <i>4000</i> km	
RECEIVER			TRANSMITTER		
O - V - 1. Circuit <i>Schnell</i>			Circuit <i>Hartley p.p.</i> Input <i>14.</i> w		
Aerial <i>Г. 20 x 55B</i> Cpse -			Plate <i>400 ae</i> V <i>20</i> m A		
DX red <i>W.W.</i>			Aerial curr - QRH <i>30.5</i> m		
Tests at <i>2000 to 3000 emt.</i>			Aerial of recv Cpse <i>gnd.</i>		
Remarks <i>very fine ab fr qst! my first qso 30 mhz land!</i>			Best 73's es DX OM!		
QRK <i>Eu 33RB?</i>			Op. <i>U. Prokopenko</i> <i>10/2/28</i>		
Pse QSL erd via SKW Moscow					
QSL. No <i>122</i>			EU, AS, AG, QSL-QRA: Moscow, USSR-SKW		
			Qso No <i>165</i>		

Рис. 4. QSL-карточка радиостанции eu33RB

Радиолюбители-коротковолновники в Крыму появляются не только в столице Крыма, но и во многих других городах полуострова. Общество друзей радио (ОДР) открыло в Симферополе коллективную радиостанцию eu5KAT, а в Ялте — eu5KBL. В середине сентября 1929 года при Симферопольском ОДР была создана секция коротких волн в Феодосии, а в 1930 году в Севастополе (руководитель — Георгий Якубович Нагель).

В феврале 1929 года в Крыму (Ялта) зарегистрировал свой наблюдательский позывной С. С. Серебрянский — RK-880. В конце 1930 года он уже вышел в эфир под позывным eu5DZ (рис. 5). Для проведения радиосвязей С. С. Серебрянский использовал передатчик по двухтактной схеме Хартлея на лампах 2УТ-1, приемник по схеме Виганта 0-V-1 и Т-образную антенну длиной 45 метров. Следует заметить, что, кроме активной работы в эфире, Серебрянский С. С. часто помещал свои статьи в радиолубовительских журналах того периода «Радио всем», «Радиофронт», «Радіо» и др. Из его статей мы узнаем о состоянии радиолубовительского движения в Крыму, обстановке в эфире и пр. Серебрянский активно участвовал и в политических событиях того периода. Так в журнале «Радио всем», 1929 г., стр. 184 он опубликовал статью под названием «В фонд „Ответ друзей радио китайским генералам“»: Я, EU RK-880 Серебрянский, Ялта (Крым), вношу 3 рубля — однодневный заработок — в фонд «Ответ друзей радио китайским генералам» и вызываю гг. Шнипа, Дьяконова, Грачева — Ялта; EU3am — Нелепец — Ленинград; AU1aa — Купревич — Омск; EU2cp — Власов — Калуга и EU5ap — Прокопенко — Симферополь.



Рис. 5. С. С. Серебрянский, eu5DZ

Еще один из энтузиастов радиолобительского движения в Крыму в 1930 году был радиолобитель-наблюдатель из города Севастополя С. А. Закревский — RK-974 (фото 6). На фото видно, как радиолобитель на своей радиостанции ведет радионаблюдения за работой любительских радиостанций. На стене оформлен стенд с его позывным и карточками, полученными за наблюдения.



Рис. 6. С. А. Закревский, RK-974

В период с 1927 по 1933 гг. в Крыму, кроме вышеперечисленных радиолюбителей, были зарегистрированы следующие индивидуальные приемопередающие любительские радиостанции:

eu5AC — Б. В. Эрн. (Феодосия; прибыл из Харькова — 32RA);

eu5BM — Суржиков (Севастополь);

eu5BY — Киммель (Симферополь);

eu5CI — Терентьев (Алушта);

eu5CJ — В. И. Коптев (Севастополь, Очаковская, 35-3);

eu5CS — Скворцов (Симферополь);

eu5DH — Н. М. Сенько (Симферополь, ул. Р. Люксембург, 27);

eu5DZ — С. С. Серебрянский (до 1929 года — Феодосия, позже — Ялта, Путейский пр., 8);

eu5EE — Зинченко (Евпатория);

eu5EM — Карпов (Севастополь);

eu5FP — Борис Иванович Горенштейн (Севастополь).

1 июня 1933 года после введения новой системы радиолюбительских позывных, в Крымской АССР, входившей в состав Российской Федерации, были перерегистрированы следующие индивидуальные любительские радиостанции:

U5YB — С. С. Серебрянский (Ялта);

U5YC — Б. И. Горенштейн (Севастополь);

U5YE — Вячеслав Николаевич Евдокимов (г. Керчь, ул. Садовая, 1: после 1962 года — UB5JE);

U5YF — Л. С. Стрижевич (Симферополь);

U5YG — Михаил Столовицкий (Симферополь, ул. Гоголевская, 48);

U5YP — Антон Семенович Прокопенко (Симферополь).

С учетом давности событий и отсутствия информации в радиолюбительских официальных источниках, о многих коротковолновиках Крыма того периода данные не сохранились. Благодаря помощи керченского радиолюбителя Виктора Александровича Омелянченко, U5JA, удалось узнать более подробно о судьбе В. Н. Евдокимова, U5YE (фото 7). Вячеслав Николаевич Евдокимов родился 25 сентября 1914 года. Курсы радистов окончил в 1932 году, а в 1933 году получил свой первый радиолюбительский позывной. В 1936 году поступил на Керченский Союзный металлургический завод им. Войкова на должность радиста заводской радиостанции. В 1939 году выехал в Игарку Красноярского края и устроился на работу радиотехником-оператором радиостанции в авиаотряд Управления полярной авиации Главсевморпути. В 1950 году В. Н. Евдокимов возвратился в Крым (Керчь). Сначала работал радистом в Азово-Черноморском

НИИ рыбного хозяйства, а затем с 1952 года — в авиаотряде УТУ ГВФ. Новый позывной Вячеслава UB5JE часто звучал в эфире. Умер В. Н. Евдокимов в Керчи 21 февраля 1991 года.



Рис. 7. В. Н. Евдокимов, U5YE

Вообще, в Крымской АССР, входившей в состав Российской Федерации, в довоенный период с 1927 по 1941г.г. в эфире работало более 20 любительских радиостанций.

4. В. Д. Самборский — человек-легенда

Из довоенных радиолюбителей, ныне здравствующих, следует отметить Валентина Дионисовича Самборского, который проживает в настоящее время в Феодосии. В 2014 году он отметил свое 90-летие! (рис. 8).



Рис. 8. В. Д. Самборский, 2014 г.

Как и многие радиолюбители, в юношестве Валентин увлекся радио. Имел достаточно много по тем временам литературы по радиотехнике. Собрал по одной из схем радиоприемник и вел радионаблюдения за работой любительских радиостанций. Не удовлетворившись лишь радионаблюдениями, решил собрать радиопередатчик, для чего обратился в редакцию журнала «Радиофронт» с просьбой помочь ему в создании любительского радиопередатчика. В марте 1941 года Самборский получил ответ из Центральной консультации при редакции журнала за подписью Н. В. Казанского с разъяснениями порядка оформления разрешения на постройку радиопередатчика, где рекомендовалось для начала вступить в секцию коротких волн и получить позывной радионаблюдателя. Не теряя времени даром, молодой радиолюбитель выполняет все рекомендации и буквально за несколько дней до вторжения фашистов в нашу страну получает из ЦС Союза Осоавиахим СССР удостоверение коротковолновика-наблюдателя с позывным URS-5-7/KP (рис. 9). Ответ из редакции журнала и удостоверение Валентин Дионисович бережно хранит у себя до сих пор.



Рис. 9. Удостоверение В. Д. Самборского

Еще в 1940 году Центральным Советом оборонного общества был учрежден значок «Коротковолновик Осоавиахима СССР», которым награждались радиолюбители за выполнение нормативов:

- прием на слух и передача на ключе бессмысленного текста со скоростью 50 зн/мин;
- определение неисправности приемо-передающей аппаратуры;
- знание правил станционно-эксплуатационной службы радиста;

- знание радиолубительских кодов;
- обладание практическими навыками в проведении радиообмена.

Фактически это были требования для военных радистов, в которых наша армия очень нуждалась. Это было очень важно для повышения обороноспособности нашей страны, так как в мире уже шла вторая мировая война, развязанная фашистской Германией. С началом Великой Отечественной войны многие радиолубители Крыма ушли на фронт. С 1946 года в СССР радиолубителям вновь разрешили работать в эфире. О крымских радиолубителях после ВОВ было написано достаточно много в различных статьях по истории радиолубительства в Крыму.

О важности и ценности радиолубителей свидетельствует и фраза в удостоверении, что Самборский Валентин Дионисович «зарегистрирован в Управлении Военного обучения ЦС Осоавиахима СССР по IV категории». Азбуку Морзе Валентин осваивал с помощью инструктора Юрия Термососова, работавшего в тот период радистом в Феодосийском морпорту. Полученные навыки пригодились Валентину в преподавательской деятельности, когда он, находясь в Батуми до призыва в Красную Армию, вел в местном отделении Осоавиахима курсы радистов. Отечественная война прервала мирное увлечение радиолубительством Валентина Самборского. Приобретенный опыт в радиолубительстве помог ему качественно выполнять боевые задачи в период военной службы на фронтах Великой Отечественной войны. Валентин Дионисович награжден орденом Красной Звезды и рядом боевых медалей.

По возвращении в Феодосию после войны В. Самборский продолжает заниматься радио и получает разрешение на постройку любительского радиопередатчика. В 1947 году передатчик был готов. После проверки радиопередатчика комиссией Крымского управления связи был составлен акт и радиостанция была введена в эксплуатацию. Это был по тем временам современный радиопередатчик [4]: «Передатчик УА6СФ — 4-каскадный. Задающий генератор передатчика стабилизирован кварцем и имеет в то же время плавное перекрытие по диапазону. Это достигается применением двух генераторов: кварцевого на постоянную частоту около 3000 кГц и второго, длинноволнового генератора с плавной настройкой на среднюю частоту около 500 кГц. В результате сложения этих частот задающий генератор имеет очень устойчивую частоту порядка 3500 кГц, которая может изменяться в пределах любительского диапазона. Оба генератора работают на лампах 6Л6. Далее в передатчике следуют два удвоительных каскада на лампах 6Л6 и мощный каскад на двух лампах Г-807, включенных по двухтактной схеме».

В. Самборский активно начал работать в эфире закрепленным за ним позывным UA6SF.

После демобилизации В. Д. Самборского ежегодно призывали на трехмесячные военные сборы. Валентин в период учебы в институте часто выезжал в Москву на сессии. В тот период при длительных командировках владелец любительской радиостанции обязан был временно закрывать радиостанцию. С учетом дефицита времени над радиолюбительской деятельностью нависла угроза. Поэтому он написал заявление в Инспекцию электросвязи и в 1952 году закрыл свою радиостанцию, а аппаратуру передал в Крымский областной радиоклуб на коллективную радиостанцию, где его передатчик эксплуатировался в течение длительного периода. Свои первые радиосвязи на этом передатчике в декабре 1956 года начал проводить и автор этих строк.

11 октября 2014 года старейшему радиолюбителю Крыма исполнилось 90 лет. По этому поводу в Феодосийском морском порту, где Валентин Дионисович Самборский проработал 56 лет, состоялись торжества, на которых присутствовали руководители предприятия, ветераны порта и радиолюбительская общественность. На торжествах звучали поздравления и благодарственные слова юбиляру. Все выступающие отмечали высокую скромность, отзывчивость и бескорыстие героя дня. Юбиляру были вручены памятные подарки и сувениры. Валентин Дионисович Самборский в свои 92 года полон сил, энергии и готовится торжественно встретить очередную годовщину Победы в Великой Отечественной войне!

Список литературы

- [1] Члиянц Г. А. Коротковолновники ЦЧО (1927—1941 гг.). Львов — Воронеж, 2015. 64 с.
- [2] Члиянц Г. А. Листая старый «USSR Callbook (1925—1941)». Львов, 2005. 152 с.
- [3] Пузанков Л. А. История радиолюбительского движения и радиоспорта в Крыму. Симферополь: СПД ФЛ, 2010. 200 с.
- [4] УА6СФ — В. Д. Самборский (г. Феодосия) // Радио. 1949. № 10. С. 40.

Институту радиоэлектроники и информационных технологий (ИРИТ – РТФ) 65 лет

Шабунин С.Н., Гусев О.А., Коберниченко В.Г., Астрецов Д.В.

Уральский федеральный университет имени первого Президента

России Б.Н. Ельцина

г. Екатеринбург, 620002, Российская Федерация

v.g.kobernichenko@urfu.ru

Аннотация: Рассмотрены направления подготовки специалистов, дана характеристика научных школ и основных направлений научных исследований и разработок в области радиоэлектроники и информационных технологий в ведущем вузе Урала. Отмечены цели преобразования института в стратегическую академическую единицу и проблемы развития.

Ключевые слова: школа прикладной электродинамики, аэрологическое зондирование атмосферы, дистанционное зондирование Земли, обработка больших данных

В 2017 году исполнилось 65 лет высшему радиотехническому образованию на Урале. 25 февраля 1952 г. в Уральском политехническом институте имени С.М. Кирова (ныне Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина) был создан радиотехнический факультет (РТФ) в составе трех кафедр: теории автоматических процессов, аппаратуры автоматического управления и основ радиотехники. Объединение в рамках одного факультета подготовки специалистов по двум укрупненным направлениям: «Автоматика и управление в технических системах» и «Электроника, радиотехника и системы связи» на долгие годы стало особенностью факультета, предопределившей направления научных исследований, возможность выполнения комплексных научных работ и разработок и вектор развития в настоящее время.

С момента создания у радиотехнического факультета (ныне – Институт радиоэлектроники и информационных технологий - РТФ) установились прочные связи с одним из ведущих предприятий ракетно-космической отрасли – Научно-производственным объединением автоматики им. академика Н.А. Семихатова (НПОА). Это сотрудничество охватывало все сферы деятельности вуза: от целевой подготовки инженеров и

научных работников высшей квалификации, выполнения прикладных научно-исследовательских работ по заданиям предприятия до технического оснащения учебных и исследовательских лабораторий. Генеральный конструктор Н.А. Семихатов много лет возглавлял кафедру технологии и производства радиоаппаратуры.

В 2016 г. в Институте радиоэлектроники и информационных технологий (ИРИТ-РТФ) было 10 кафедр, осуществлявших подготовку по 13 направлениям и специальностям высшего технического образования: радиотехнике, инфокоммуникационным технологиям и системам связи, конструированию и технологии электронных средств, радиоэлектронным системами комплексам, информационной безопасности, информационной безопасности телекоммуникационных систем, информационно-аналитическим системам безопасности, информатике и вычислительной технике, информационным системам и технологиям, программной инженерии, математическому обеспечению и администрированию автоматизированных систем, управлению в технических системах, а также технологии полиграфического и упаковочного производства.

В настоящей работе дана краткая характеристика научных школ и направлений научных исследований, обсуждаются проблемы и перспективы развития.

2. Научные школы и направления исследований

Ведущей научной школой в ИРИТ-РТФ по праву является **Уральская научная школа прикладной электродинамики**. Научное направление, связанное с прикладной электродинамикой, техникой сверхвысоких частот, антенн и антенных решеток, сформировалось под руководством Заслуженного деятеля науки Российской Федерации, профессора, д.т.н. Панченко Бориса Алексеевича к середине 70-х годов, хотя работы по этому направлению велись еще с середины 60-х.

Только за последние 10 лет в рамках школы защищено 4 докторских и 8 кандидатских диссертаций. В настоящее время в УрФУ работает 16 представителей научной школы, из них 5 докторов наук, 6 кандидатов наук.

Разработана теория аппарата тензорных функций Грина слоистых координатных структур для решения широкого класса задач излучения, распространения и дифракции электромагнитных волн [3]. Членами научной школы выполнялись исследования по влиянию электромагнитного излучения на электродинамическую модель головы человека, расчету

напряженности поля излучения радиоисточников с учетом профиля земной поверхности, исследованию электромагнитной нагрузки различных источников в условиях города, определению зон повышенной радиации, разработке новых конструкций микрополосковых и гибридных зеркальных антенн, антенных решеток с электрическим сканированием луча, адаптивных антенных решеток, созданию мощных полупроводниковых СВЧ-автогенераторов для авиационных высотомеров и радиорелейных станций.. В последнее время активно ведутся работы по применению композитных и метаматериалов в устройствах СВЧ и антеннах. Результатом стало появление в 2010 г. первой в России монографии по нано-антеннам [1].

В настоящее время члены научной школы продолжают разрабатывать методы проектирования СВЧ техники различного назначения. Предложена методика расчета характеристик слоистых антенных укрытий с заданными частотными характеристиками радиопрозрачности и разработаны программные средства учета влияния куполообразных сферических и геодезических укрытий на диаграммы направленности, усиление и поляризационные свойства апертурных антенн и антенных решеток. Выполнены исследования цилиндрических волноводных структур, в том числе оптоволоконных линий в одномодовом и многомодовом режимах. Исследованы полевые и поляризационные свойства сферических и цилиндрических линз Люнеберга. Предложены различные конструкции антенн на их основе. Решаются задачи дифракции электромагнитных волн на криволинейных телах с многослойным укрытием, в том числе для создания неотражающих укрытий [2]. Применение аппарата тензорных функций Грина позволило сократить время оптимизации характеристик антенн на 2-4 порядка. Разработана методика проектирования волноводных антенн вытекающих волн на основе прямоугольного волновода и волновода, интегрированного в печатную конструкцию. Применение неоднородного заполнения волновода позволило реализовать частотное сканирование с требуемыми угло-местными характеристиками. Разработана методика проектирования печатных балансных делителей с метаструктурными вставками, позволившая в 2-4 раза уменьшить размеры устройств при сохранении их частотных характеристик.

Научное направление по системам аэрологического зондирования атмосферы возглавляет ученик Б.А. Панченко профессор, д.т.н. В. Э. Иванов. В этом коллективе созданы новые образцы радиозондов и аэрологических РЛС сопровождения радиозондов с цифровой обработкой сигналов. Для систем аэрологического зондирования атмосферы разработаны

различные конструкции антенн как для метеозондов, так и наземных систем. В частности, разработаны конструкции фазированных антенных решеток с переключаемыми диаграммами направленности для ближней и дальней зоны сопровождения метеозонда (показаны на фотографиях). Предложены конструкции антенных решеток с переключаемыми видами линейной и круговой поляризации. Разработанный в ИРИТ-РТФ мобильный аэрологический комплекс успешно отработал на первом пуске ракеты «Союз» с космодрома Восточный (рис. 1).



Рис. 1. Мобильный аэрологический комплекс на космодроме Восточный

Научные исследования *по методам и алгоритмам обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ)* на кафедре теоретических основ радиотехники проводились с начала 80-х годов прошлого века под руководством проф. д.т.н. Л.Г. Доросинского и доцента, к.т.н. В.Г. Коберниченко. Результатом работы стало создание программно-алгоритмического обеспечения тракта наземной цифровой обработки сигналов РСА «Меч-КУ» космического аппарата «Алмаз-1», успешно функционировавшего на орбите в 1991-1992 гг. [4]. В дальнейшем направления исследований в этой области были направлены на решение следующих задач: моделирование процесса цифровой обработки сигналов и классификация изображений в РСА [5], анализ информативных свойств космических радиолокационных снимков при обновлении топографических карт [6], получение цифровых моделей рельефа методом космической радиоло-

кационной интерферометрии [7], фрактальная обработка космических радиолокационных изображений [8].

Новым научным направлением, возглавляемым профессором С.В. Поршневым стала *«Разработка методов анализа, обработки, визуализации и прогнозирования многомерных данных для современных информационных систем»*. Основной целью исследований является разработка методов и технологий быстрого доступа к базам данных, анализа, обработки и визуализации многомерных данных в информационных системах, в том числе, информационно-аналитических систем, используемых в задачах обеспечения безопасности технических, экологических и экономических систем, а также их программных реализаций [9, 10].

3. Заключение

Накануне своего 65-летия в ИРИТ-РТФ УрФУ произошли существенные изменения. На его базе создана стратегическая академическая единица (САЕ), с целью формирования в Уральском регионе эффективно функционирующего на мировом уровне научно-образовательного кластера для обеспечения лидерства в области радиоэлектроники и информационных технологий, подготовки конкурентоспособных специалистов, проведения научных исследований и разработки конкурентоспособных импортозамещающих технологий в базовых отраслях отечественной промышленности.

Разделена подготовка бакалавров и магистров в двух школах. Определены новые ключевые научные направления: разработка моделей каналов связи для высокоскоростных широкополосных систем передачи информации поколения 5G, использующих технологии ММО и АФАР; разработка интеллектуальных систем обработки и работы со сверхбольшими данными (технология Big Data); развитие теории мониторинга и инженерных методов адаптивной полифакторной нейромодуляции при когнитивных нарушениях и дегенеративных заболеваниях головного мозга.

Реализация столь амбициозных целей неизбежно наталкивается на многочисленные проблемы. Вместе с тем, уверенность в том, что они будут преодолены, основывается на многолетних традициях ИРИТ-РТФ. Главная из них – ежегодное совместное шествие многолюдной колонны студентов, выпускников всех лет и преподавателей в день 7 мая к памятнику А.С. Попову, уроженцу Свердловской области.

Список литературы

- [1] Панченко Б.А., Гизатуллин М.Г. Нано-антенны / М.: Радиотехника, 2010, 96 с.
- [2] Князев С.Т. Электродинамика излучающих систем СВЧ, содержащих слоистый диэлектрик / LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH&Co.KG. 2011. 280 с.
- [3] Панченко Б.А. Рассеяние и поглощение электромагнитных волн неоднородными сферическими телами / Москва: Радиотехника. 2013. 264 с.
- [4] Неронский Л.Б., Коберниченко В.Г., Зраенко С.М. Цифровое синтезирование радиолокационных изображений земной поверхности в радиолокаторе с синтезированной апертурой космического аппарата «Алмаз-1» // Исследования Земли из космоса. 1993. №4. С.33-43.
- [5] Л.Г. Доросинский. Введение в теорию обработки сигналов от пространственно-распределенных целей в РСА. – Ульяновск. Изд. Зебра, 2016. -143 с.
- [16] Алябьев А.А., Коберниченко В.Г. Использование материалов радиолокационной космической съемки для информационного обеспечения мониторинга пространственных данных // Геодезия и картография. 2007. №5. С. 37-45.
- [7] Коберниченко В. Г., Сосновский А. В. Особенности построения цифровых моделей рельефа на основе метода космической радиолокационной интерферометрии // Тр. СПИИРАН. Вып. 28 (2013), с. 194–208.
- [8] Тренихин В.А., Коберниченко В.Г. Оценка фрактальной размерности космических снимков на основе модификации локально-дисперсионного метода // Нелинейный ми». 2009. Т.7. №2. С.146-153.
- [9] Поршнев С.В., Левашкина О.А. Методы поиска изображений на основе визуального сходства /С.В. Поршнев, О.Л. Левашкина/ -Hamburg: LAMBERT Academic Publishing, 2011. -293 с.
- [10] Поршнев С.В., Бородин А.М. Алгоритмы быстрого доступа к многомерным данным в OLAP-системах/ С.В. Поршнев, А.М. Бородин / Saarbrücken: LAMBERT Academic Publishing, 2012. 164 с.

Patriarch of the Russian antenna designers (to the 90-year anniversary of professor Dmitry Voskresensky)

Kasyanov A.O., Kasyanova A.N.

*Southern Federal University of Russia, Academy for Engineering and Technologies,
Bolshaya Sadovaya Str., 105/42, Rostov-on-Don, 344006, Russia
kasao@mail.ru*

Abstract: *This paper is devoted to Dmitry Voskresensky. It is devoted to the 90-year anniversary of professor Voskresensky. He has made the significant contribution to development of a world and Russian science in the field of antennas and microwave technique. Now there is famous scientific School of Professor Voskresensky in Moscow Aviation Institute (Russia).*

Keywords: *Prof. D. Voskresensky; Moscow Aviation Institute; electrooptical and conformal arrays; digital phased antenna arrays.*

Патриарх российских антенщиков (к 90-летию Дмитрия Ивановича Воскресенского)

Касьянов А.О., Касьянова А.Н.

*Южный федеральный университет России,
ул. Большая Садовая, 105/42, Ростов-на-Дону, 344006, Россия
kasao@mail.ru*

Аннотация: *Исследуется творческий путь заслуженного деятеля науки и техники Российской Федерации, лауреата Государственных премий, доктора технических наук, профессора Воскресенского Д.И. в связи с 90-летием со дня рождения. Дмитрий Иванович Воскресенский внес значительный вклад в развитие мировой и отечественной науки в области антенн и устройств СВЧ. Профессор Воскресенский является основателем и руководителем научной школы в Московском авиационном институте (техническом университете).*

Ключевые слова: *профессор Воскресенский; Московский авиационный институт; электрооптические и выпуклые антенные решетки, цифровые антенные решетки.*

1. Introduction

Prof. D. Voskresensky has noted ninety-year anniversary on October, 17th, 2016. Professor Voskresensky today is shown in the photo (Fig. 1).

Prof. D. Voskresensky experience of labor activity has already reached 73 years. Prof. D. Voskresensky is the laureate of the state premium, Ministerial council of the USSR premium, the laureate of three prizes of USSR Ministry of High education, honored worker of science and honored worker of Soviet High school. His name is widely known to scientific community.

Prof. D. Voskresensky has made the significant contribution to development of a world and Russian science in the field of antennas and microwave technique. Made numerous scientific publications give the decision of the important questions of the antenna theory and practice of antennas creation. Due to his efforts, the microwave antenna technique has received rather essential development.



Fig. 1. Prof. D. Voskresensky.

Рис. 1. Профессор Дмитрий Иванович Воскресенский.

Dmitry Voskresensky is the founder a number of scientific directions in the field of antenna arrays development and their elements. These scientific di-

rections had the further development in proceedings of his numerous advanced learners.

Prof. D. Voskresensky originate the theory of waveguide systems (1955-1960), proposed new class of convex scanning antennas (1963-1978), developed the theory of antenna systems with signal processing, published fundamental issues in theory of phased arrays. During labor and scientific activities Prof. D. Voskresensky published more than 200 publications (including 32 patents, 20 monographs).

Prof. D. Voskresensky is also talented mentor of young people. He is founder and head of recognized Antenna school MAI, which is supported by Russian Foundation of Basic Research Russian Academy of Science (RFBR RAN), editorial board member of number of Russian scientific magazines. During many years he is a Program Committee member of scientific conferences, symposia and workshops (since 1999 he is full member of CriMiCo Program Committee).

Prof. D. Voskresensky is the member of Council on education (Chairman of the Commission on radio electronic warfare), full member of International Academy of Science on Information Processes and Technology (1994), honorary Academician in Academy of Applied Radio Electronics of Belarus, Russia and Ukraine (1999). He is awarded with medals by the name of Wiener, A.S. Lavochkin and others. One of such ceremonies is shown in Fig. 2. Organizing Committee of conference CriMiCo'2007 unanimously decided to give the name of Prof. D. Voskresensky for the minor planet. The certificate of appropriation minor planet named after Prof. D. Voskresensky is shown in Fig. 3.

2. Brief biography of Dmitry Voskresensky

Dmitry Voskresensky was born in Lyubim city, which is in the Yaroslavl region. He worked as worker of labor front within war.

Being the teenager, Dmitry Voskresensky has been making mines at a defensive factory. Besides he studied in Aviation College, which was in Rybinsk city. Being the student of aviation college, Dmitry Voskresensky also was trained at public school. He has finished public school without attending lectures in 1944. Dmitry Voskresensky has finished Aviation College with excellence in 1946. He became the student of the Moscow aviation institute at the same year. Dmitry Voskresensky has finished Moscow aviation institute in 1951 and became the post-graduate student at the same year.



Fig. 2. The time of the certificate giving ceremony at the plenary session of the CriMiCo'2007.

Рис. 2. Церемония вручения Д.И. Воскресенскому диплома на пленарном заседании КрыМиКо'2007.

Dmitry Voskresensky has successfully finished postgraduate study in 1955 and defended in the Candidate of Engineering Science thesis on a specialty «Antennas and microwave devices». After the termination of postgraduate study Dmitry Voskresensky has continued pedagogical and scientific work on department of the radio-transmitting devices of the Moscow aviation institute. The famous Soviet scientist - professor Neumann - then was chairman of this department. He was the founder of department of the radio-transmitting devices of the Moscow aviation institute.

The Decision of Presidium of the High Attestation Commission at Ministerial Council of the USSR about assignment of an academic status of the senior lecturer on department of the radio-transmitting devices to Dmitry Voskresensky was accepted in 1958. Docent D. Voskresensky has successfully fulfilled scientific researches and in 1966 has protected in the Doctor of Engineering Science thesis on a specialty «Radars and radio-navigation». The academic status of the professor has been given to Dmitry Voskresensky in 1967.

Prof. D. Voskresensky heads faculty of radiophysics, antennas and microwave devices, since 1975. Then this faculty named to as department of radio-transmitting devices.



Fig. 3. The certificate of appropriation minor planet named after Professor D. Voskresensky.

Рис. 3. Сертификат о присвоении малой планете имени профессора Д.И. Воскресенского.

Professor Voskresensky is the pupil and the successor of a scientific heritage of professor Neumann. Dmitry Ivanovich is the founder and the head of scientific school on development of antenna systems with spatial-time processing a signal in Moscow aviation institute. His school was recognized by Russian Academy of sciences. It is supported by the Russian Fund of Fundamental Researches. Prof. D. Voskresensky is well known as talent scientists and

teacher as magnificent organizer of a science. Many his pupils and colleagues Prof. D. Voskresensky have made the huge contribution to development and modernization of antenna engineering. The department headed Dmitry Voskresensky became widely known “smithy” of the staff for the Russian defensive and aviation industry. Distinctive feature of Prof. D. Voskresensky is the scientific generosity, readiness to share ideas to assist both assistance to young employees and students.

Dmitry Voskresensky is the expert in the field of microwave antennas and microwave engineering. Prof. D. Voskresensky has offered the theory of convex scanning and wideband antenna arrays. He has developed this theory to electronic antenna array scanners with wide sector of space supervision. Now such antenna systems are named as conformal antenna arrays. The development of conformal antenna arrays is one of mainstreams of antenna engineering improvement. Due to Prof. D. Voskresensky, many sections of the antenna theory have appeared considerably are developed. First, there are electrooptical arrays, active phased antenna arrays, conformal antenna arrays and digital phased antenna arrays. There is an application of the results reached by Prof. D. Voskresensky. His scientific efforts have been applied to develop various radio electronic complexes, both on board of the vehicles, and stationary systems.

3. Brief bibliography of Prof. D. Voskresensky

Prof. D. Voskresensky is the author more than two hundred proceedings. He wrote more than twenty scientific monographies. Professor Voskresensky has more than thirty-two patents. He is the author of numerous manuals devoted to antennas engineering. His proceedings have been published both in Russia and in foreign publishing houses. The books of professor Voskresensky shown in Fig. 4 are especially allocated.

4. The Scientific School of Prof. D. Voskresensky

Prof. D. Voskresensky is the talented and careful tutor of youth. He is scientific header more than fifty Russian candidates of sciences and foreign PhDs. Twelve pupils of professor Voskresensky have reached a scientific degree of Dr.Sci.Tech.

The rank «The honorable professor of the higher school of Russia» is appropriated to Dmitry Voskresensky for huge merits in preparation of Russian scientists. Ceremony of rewarding was spent per 2004.



Fig. 4. The most significant books of Professor Voskresensky.

Рис. 4. Фотоснимок с обложками избранных книг профессора Д.И. Воскресенского

Prof. D. Voskresensky was a member and the vice-president of advisory council of the High Certifying Commission of Soviet Union, since 1968 for 1991. During many years he is a member of program committees of scientific conferences, symposiums and seminars. Since 1999 Prof. D. Voskresensky is a member of Program committee of the International Crimean Microwave Conference (CriMiCo), as shown in Fig. 5.



Fig. 5. During work of Program committee CriMiCo-2014 by the ship on a water basin on the Moscow sea.

Рис. 5. Фотоснимок о работе профессора Д.И. Воскресенского во время заседания Программного комитета КрыМиКо-2014.

Prof. D. Voskresensky is chairman of doctor's dissertational Council of airplanes and helicopters radio electronic apparatuses faculty of the Moscow Aviation Institute. He is member of council of educational and methodical association of an education system in the field of a radioelectronics of the Russian ministry of education. Dmitry Voskresensky is chairman of council on a radio engineering specialty on an electronic warfare activity. Prof. D. Voskresensky accepts active participation in work of Organizational and Program committees of many scientific conferences.

4. Conclusions

On behalf of Organizational and Program committees CriMiCo-2017, participants of conference, colleagues, pupils are intimately congratulated to Prof. D. Voskresensky with nice anniversary and we wish him long years of a life, vivacity and new creative successes!

Севастопольские проекты Российского фонда фундаментальных исследований (к 25-летию РФФИ)

Гуляев Ю. В.¹, Ермолов П. П.²

¹Институт радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова РАН
ул. Моховая, д. 11, корп. 7, Москва, 125009, Российская Федерация
gulyaev@cplire.ru

²Институт радиоэлектроники и информационной безопасности
Севастопольского государственного университета
ул. Университетская, д. 33, Севастополь, 299053, Российская Федерация
p.p.yermolov@mail.ru

Аннотация: В докладе рассмотрены севастопольские проекты Российского фонда фундаментальных исследований: 25-я и 26-я конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» — КрыМиКо'2015 и КрыМиКо'2016 (проекты №№ 15-07-20634, 16-07-20068) и 11-я Международная молодежная научно-техническая конференция «Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций» (проект № 15-37-10494). Приведены преамбула аналитического обзора первой из названных конференций и аналитический обзор второй конференции, в котором даны названия 37 секционных заседаний, названы 13 рубрик Классификатора РФФИ, которым соответствует тематика докладов российских исследователей, а также даны номера 31-го гранта РФФИ, исследования по которым составили предмет представленных на конференции докладов. Приведена краткая научная биография председателя Совета РФФИ — академика РАН В. Я. Панченко, отмечен его интерес к историко-научным исследованиям, а также факт участия в заседаниях Консультативного научного совета фонда «Сколково», которые состоялись 6—7 октября 2016 г. в Севастопольском государственном университете. Приведено приветственное письмо В. Я. Панченко в адрес председателя Оргкомитета конференций КрыМиКо по случаю 25-летия РФФИ и фото В. Я. Панченко во время выступления на заседании совета фонда «Сколково».

Ключевые слова: конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии», конференция «Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций», Консультативный научный совет фонда «Сколково».

1. Введение

Работа [1] является одним из полных собраний документов, касающихся истории РФФИ за 23 года его существования (до 2015 г.). Начиная с 2015 года, после изменения статуса Крыма, фондом было поддержано ряд крымских и севастопольских проектов, в том числе касающихся проводившихся в Севастополе конференций. Кроме этого РФФИ принимал участие в состоявшемся в Севастополе в 2016 г. заседаниях Консультационного научного совета фонда «Сколково». Названные события не нашли отражения в историко-научных исследованиях и являются предметом настоящего доклада.

2. Конференции

Авторам настоящего доклада известны три конференции, поддержанные фондом в 2015—2016 гг.: 25-я и 26-я конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» — КрыМиКо'2015 и КрыМиКо'2016 (проекты №№ 15-07-20634, 16-07-20068) и 11-я Международная молодежная научно-техническая конференция «Современные проблемы радиотехники и телекоммуникаций» (проект № 15-37-10494).

Ниже приведены преамбула аналитического обзора первой из названных конференций и аналитический обзор второй конференции.

На заседаниях Программного комитета **25-й** Международной конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии», которые состоялись в Минске 2—3 июня 2015 года, были рассмотрены 625 докладов, из которых в программу конференции включено 588 докладов ученых и специалистов 194-х университетов и предприятий 14-ти стран: Беларуси, Великобритании, Дании, Ирака, Казахстана, Канады, Кореи, Польши, России, Румынии, Украины, Швеции, ЮАР и Японии. Доклады были представлены на 3-х пленарных и 46-ти секционных заседаниях.

Из 588 докладов, включенных в программу конференции, не было представлено 38 докладов. Материалы непредставленных докладов исключены из списка передаваемых для размещения в цифровой библиотеке IEEE Xplore, из которой производится индексация в БД Scopus и Compendex.

Ниже кратко изложены результаты некоторых докладов российских исследователей, которые после доработки рекомендованы Программным комитетом конференции к опубликованию в рецензируемых журналах (всего рекомендован 71 доклад). Тематика докладов соотнесена с 13-ю рубриками Классификатора РФФИ для конкурсов 2015 г.

На заседаниях Программного комитета **26-й** Международной конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии», которые состоялись в Москве 22—24 мая 2016 года, были рассмотрены 507 докладов, из которых в программу конференции включено 480 докладов. Учеными и специалистами около 200 университетов и предприятий 12-ти стран: Армении, Беларуси, Великобритании, Китая, Мексики, Нидерландов, России, Словакии, США, Украины, Швеции, ЮАР были представлены доклады на 3-х пленарных и 37-ми секционных заседаниях:

- 1/1. Модули усиления, генерации и формирования сигналов СВЧ;
- 1/2. Интегральные схемы и полупроводниковые приборы СВЧ;
- 1а. Моделирование и автоматизированное проектирование твердотельных приборов и устройств;
- 2. Электровакуумные приборы СВЧ;
- 3/1. Системы, сети и сигналы радиосвязи, вещания и навигации;
- 3/2. Оборудование систем СВЧ связи, вещания и навигации;
- 3а/1. Проектирование и планирование телекоммуникационных систем;
- 3а/2. Управление в беспроводных сетях и вопросы применения инфокоммуникационных технологий;
- 3а/3. Мультиагентные системы и эволюционное моделирование;
- 3а/4. Управление знаниями и искусственный интеллект;
- 4/1. Цифровые антенные решетки. Приемные антенны;
- 4/2. Микрополосковые антенны и антенные решетки;
- 4/3. Бортовые антенны летательных и космических аппаратов;
- 4/4. Антенны, антенные элементы и их технологии;
- 5/1. Фильтры СВЧ: методы проектирования и реализация;
- 5/2. Линии передачи, резонаторы и пассивные устройства;
- 5/3. СВЧ-устройства на основе комбинаций физических принципов;
- 5а. Материалы и технология СВЧ-приборов;
- 5b/1. Нанотехнологии;
- 5b/2. Нанoeлектроника;
- 5b/3. Наноматериалы;
- 6/1. Вакуумная и плазменная электроника сверхбольших мощностей;
- 6/2. Нелинейные эффекты в приборах электроники больших мощностей;
- 6а. Электромагнитная и радиационная стойкость материалов и ЭКБ;
- 7/1. Измерение параметров цепей, сигналов и антенн;
- 7/2. Измерение параметров материалов и технологических процессов;
- 8/1. Гомодинные и автодинные системы;

8/2. Применение микроволновой техники в промышленности;

8/3. Фотоника и радиофотоника;

8a/1. Радиотехнические средства исследования и диагностики в биологии и медицине;

8a/2. Прикладные технологии медико-биологического назначения;

9/1. Радиоастрономия и дистанционное зондирование;

9/2. Распространение радиоволн, обработка информации;

9/3. Обработка информации в радиотехнических системах;

Н/1. История инфокоммуникаций и радиотехнологий: предприятия и научно-технические сообщества;

Н/2. История инфокоммуникаций и радиотехнологий: ламповая техника;

Н/3. История инфокоммуникаций и радиотехнологий: персоналии, методология;

Параллельно с конференцией была организована 1-я Крымская школа для молодых ученых и специалистов «Фундаментальные проблемы современной радиоэлектроники», лекции на которой были прочитаны учеными Института радиотехники и электроники РАН, НПП «Системные ресурсы» (Москва) и Уральского федерального университета (Екатеринбург).

Тематика докладов российских исследователей соответствует следующим 13-ти рубрикам Классификатора РФФИ для конкурсов 2016 г.:

02-211 Взаимодействие рентгеновского, синхротронного излучений и нейтронов с конденсированным веществом;

02-650 Ионосферная и космическая плазма;

02-720 Квантовая теория поля, квантовая механика;

02-850 Галактика и Метагалактика;

06-650 Исследование социально-экономических, демографических, экономико-географических процессов, экономических проблем модернизации, производственной, финансовой и торговой глобализации;

07-121 Перспективные технологические процессы микро- и нанoeлектроники;

07-136 Радио- и телевизионные системы, радиолокация и связь;

07-233 Компьютерные средства защиты, преобразования и передачи информации;

07-388 Специализированные программные модели и системы (для электроэнергетики, атомной промышленности, космоса, фотоники и лазерных технологий, здравоохранения и биологии, анализа социальных и экономических процессов);

07-931 Автоматические и автоматизированные системы проектирования, моделирования и сопровождения;

08-303 Сильноточная электроника и электроника больших мощностей;

08-304 Электрофизические процессы в жидкостях, газах и твердых диэлектриках;

08-608 Инженерно-технические и информационные автоматизированные системы мониторинга биоресурсов, биосферы и технических систем.

Доклады на конференции являются результатом работ, выполненных по 31-му гранту РФФИ:

13-02-00524;

13-07-00371;

14-02-00329;

14-02-00976;

15-07-03193;

15-07-05280;

15-07-05294;

15-29-01292 ОФИ_М_2015;

15-31-50648;

15-32-20299;

15-42-02330 р_поволжье;

15-42-06002 р_север_а;

15-52-04018;

15-57-50010;

16-02-00789;

16-03-00515;

16-07-00340;

16-07-00510 А;

16-07-01238а;

16-29-03120;

16-29-14021;

16-33-50069 мол_нр;

16-35-50083;

16-37-00217;

16-37-00237 мол_а;

16-37-60067 мол_а_дк;

16-37-60068;

16-37-60093;

16-38-00772 мол_а;

16-42-360381р_а;

16-52-76011 ЭРА_а.

К началу конференции материалы докладов объемом около 3000 страниц опубликованы на флеш-накопителе, сборник рефератов докладов опубликован на бумажном носителе.

В результате проведенного анализа установлено:

- значительная часть докладов, в особенности соответствующих рубрике 07-121 (Перспективные технологические процессы микро- и нанoeлектроники), ориентирована на решение задач импортозамещения;

- трендом конференции стали вопросы освоения субтерагерцового и терагерцового диапазона волн;

- на конференции во второй раз была сформирована секция по такому перспективному направлению исследований, как «фотоника и радиофотоника».

В целом можно утверждать, что по рассмотренным выше научным направлениям отечественные исследовательские организации обеспечены научными кадрами и научным оборудованием. Участие в конференции значительного числа молодых исследователей, 28 из которых награждены дипломами за лучшую научную работу, свидетельствует об их интересе к рассмотренным научным направлениям.

21 апреля по случаю 25-летнего юбилея на имя соавтора настоящего доклада, председателя Оргкомитета обеих конференций пришло письмо (рис. 1), подписанное председателем Совета РФФИ.

3. В. Я. Панченко — председатель Совета РФФИ

Владислав Яковлевич Панченко — председатель Совета РФФИ, академик РАН, российский ученый в области лазерно-информационных технологий, научного приборостроения, нелинейной оптики и медицинской физики, научный руководитель Института проблем лазерных и информационных технологий РАН, доктор физико-математических наук, профессор, академик РАН. В марте 2017 года В. Я. Панченко был выдвинут кандидатом на пост президента Российской академии наук (выборы были отложены).

Родился 15.09.1947 в г. Барановичи Брестской обл. В 1971 г. окончил Физический факультет Московского госуниверситета им. М. В. Ломоносова, затем занимался научной деятельностью в Институте проблем лазерных и информационных технологий РАН. В 1975 г. защитил кандидатскую диссертацию, в 1990 г. — докторскую диссертацию в МГУ им. М. В. Ломоносова. В 1994 г. было присвоено звание профессора.

Владиславом Яковлевичем развита теория и созданы элементы интегрально-оптических устройств для высокоскоростных теледанных коммуникаций на основе микро- и наноструктур; разработаны концепция опто-



*Грантополучателю Российского фонда
фундаментальных исследований*

Глубокоуважаемый Павел Петрович!

27 апреля 2017 г. исполняется 25 лет Российскому фонду фундаментальных исследований (РФФИ) – самому массовому институту конкурсной поддержки российской фундаментальной науки.

От имени Совета Фонда и себя лично сердечно поздравляю Вас с Юбилеем Фонда!

Правительством России РФФИ отнесен к наиболее значимым учреждениям науки. Ежегодно Фонд поддерживает исследования более 70 тысяч учёных, организацию более 800 научных мероприятий (конгрессов, конференций и симпозиумов), проведение более 500 научных стажировок молодых специалистов, издание более 250 книг и монографий. За 25-летний период существования Фонд поддержал около 150 тысяч научных проектов. Каждая третья публикация российских ученых в ведущих отечественных и зарубежных журналах, проиндексированных в мировых базах данных, поддержана грантом РФФИ.

Предметом особой заботы и гордости Фонда является постоянно расширяемая программа поддержки молодых учёных, охватывающая более 10 тысяч молодых исследователей в год и реализуемая на всех этапах карьерного роста «студент – аспирант – кандидат наук – молодой доктор наук». Показательно, что почти все лауреаты Государственных премий России в области науки и техники среди молодых ученых являлись ранее руководителями и исполнителями проектов РФФИ.

РФФИ реализует уникальную региональную программу поддержки фундаментальных научных исследований с 56 субъектами Российской Федерации на паритетной основе. Фонд занимает активную позицию в международном научном сообществе, проводя совместные программы исследований с 48 ведущими организациями поддержки науки в 34 странах мира.

Фонд обеспечивает информационную поддержку грантодержателей, осуществляя электронную подписку научных организаций на более чем 4,5 тыс. научных журналов, где регистрируется более 2 млн. обращений пользователей в год.

В последние годы Фонд активно развивает программу междисциплинарных научных исследований, в том числе на стыке естественных и гуманитарных наук.

Российский фонд фундаментальных исследований, объединившись с Российским гуманитарным научным фондом, начинает новый этап своей истории, связанный с научными приоритетами, определенными Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации, и уверенно смотрит в будущее.

Желаю Вам творческих успехов, результатов мирового уровня и надеюсь на дальнейшее плодотворное сотрудничество на благо нашей Родины.

С глубоким уважением,
Председатель Совета РФФИ
академик РАН

В.Я. Панченко

Рис. 1. Письмо на имя председателя Оргкомитета конференций КрыМиКо

информационных технологий и системы для создания трехмерных объектов сложной топологии по различным типам входных данных, передаваемых по сетям Интернет, в том числе биомоделей и имплантов; технологии и системы лазерно-плазменного напыления тонких пленок для нанoeлектроники и нанофотоники; разработан класс адаптивных оптоинформационных систем для лазерной физики и медицины.

Результаты этих разработок использованы при создании технологий быстрого прототипирования в аэрокосмической промышленности, оптоэлектронике, медицине и в интеллектуальных лазерных системах для кардиохирургии, онкологии и офтальмологии.

В. Я. Панченко — член Президиума Троицкого НЦ РАН, Президиума Экспертного совета Росинформтехнологии, научного совета при Совете Безопасности Российской Федерации, консультативного научного совета Фонда развития Центра разработки и коммерциализации новых технологий (Инновационный центр «Сколково»). Председатель и член Программных и Организационных комитетов многих международных научных конференций.

В. Я. Панченко — заведующий Кафедрой медицинской физики МГУ им. М. В. Ломоносова. Председатель специализированного Ученого Совета (Д002.126.01) при ИПЛИТ РАН, Член специализированного Ученого Совета (Д501.001.31) при МГУ им. МВ. Ломоносова.

Член Бюро научно издательского Совета РАН, член редколлегии журналов «Вычислительные технологии» СО РАН и «Перспективные материалы».

В. Я. Панченко — автор и соавтор 365 научных работ, из них 12 монографий и монографических обзоров, 21 патента и авторских свидетельств. Заслуженный деятель науки РФ, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, награжден Орденом Дружбы (2008 г.), удостоен Государственной премии Российской Федерации 2009 года в области науки и технологий за комплекс научных работ по развитию лазерно-информационных технологий для медицины. Член-корреспондент с 26.05.2000 — Отделение информатики, вычислительной техники и автоматизации (информационные технологии и телекоммуникации). Академик с 29.05.2008 — Отделение нанотехнологий и информационных технологий (наноэлектроника и оптоинформационные технологии).

Основные научные результаты В. Я. Панченко:

— разработаны концепция оптоинформационных технологий и системы для создания трехмерных объектов сложной топологии по различным типам входных данных, передаваемых по сетям Интернет, в том числе биомоделей и имплантов;

— развита теория и созданы элементы интегрально-оптических устройств для высокоскоростных теледатокоммуникаций на основе микро- и наноструктур, в том числе из полимерных материалов; разработаны и созданы технологии лазерно-плазменного напыления тонких пленок для наноэлектроники и нанофотоники;

— разработан класс адаптивных оптоинформационных систем для применения в фундаментальных исследованиях по лазерной физике и медицине.

Научные результаты В. Я. Панченко использованы при создании технологий быстрого прототипирования в аэрокосмической промышленности, оптоэлектронике, медицине и интеллектуальных лазерных системах для кардиохирургии, онкологии и офтальмологии [2].

Владиславом Яковлевичем проявлен интерес и к историко-научным исследованиям. Так, в статье [3] представлен аналитический обзор истории развития инфракрасной и микроволновой (колебательно-вращательной) спектроскопии озона с середины XIX в. до времени написания статьи (1994 г.). Рассмотрено развитие как линейной, так и нелинейной спектроскопии, затронуты также соседние области физики и химии озона (мониторинг в атмосфере, лазерное стимулирование химических реакций, исследование релаксационных процессов). Дана оценка современного состояния колебательно-вращательной спектроскопии озона в целом и перспектив ее развития.

4. Работа консультационного научного совета фонда «Сколково»

Консультативный научный совет фонда «Сколково» координирует научную деятельность в рамках инновационного проекта «Сколково». В состав совета входят 27 ученых мирового уровня из России, Соединенных Штатов Америки, Германии, Франции, Белоруссии, Украины, среди которых — три лауреата Нобелевской премии.

Начиная с 2011 года, выездные заседания консультационного научного совета «Сколково» были проведены в Санкт-Петербурге, Берлине, Минске, Киеве, Новосибирске, Екатеринбурге, Сан-Франциско, Калинин-



Рис. 2. Владислав Яковлевич Панченко на заседании Консультативного научного совета фонда «Сколково». Севастополь, 7 октября 2016 г.

граде, Казани. 6-го и 7-го октября 2016 г. заседания Консультативного научного совета состоялись в Севастопольском государственном университете. В работе этого Совета принял участие председатель совета Российского фонда фундаментальных исследований В. Я. Панченко (рис. 2).

4. Заключение

Представленные в докладе сведения будут способствовать созданию целостной картины научной жизни Севастополя после 2014 года.

Список литературы

1. Сушкевич Т. А. К истории РФФИ 1992—2015 гг. [Электронный ресурс]. 47 с. Режим доступа: <https://goo.gl/F0QZWo> (дата обращения: 22.04.2017).
2. Панченко Владислав Яковлевич [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.ras.ru/win/db/show_per.asp?P=.id-1074.ln-ru (дата обращения: 22.04.2017).
3. Иванов С. В., Панченко В. Я. Инфракрасная и микроволновая спектроскопия озона : исторический аспект // Успехи физических наук. 1994. Т. 164. № 7. С. 725—742.