

Ломако Е.И. Остроухов В.С.

**ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ
И РАЗВИТИЯ ЛАМПОВОЙ ЭПОХИ
РАДИОТЕХНИКИ
В СОВЕТСКОМ СОЮЗЕ**

По материалам докладов «Юбилейной конференции
радиотехнического факультета МЭИ» 1948 года под
председательством В.А. Котельникова



Москва

2024

УДК 621.37

ББК 32.84

И90

Ломако Е.И., Остроухов В.С.

И 90 История становления и развития ламповой эпохи радиотехники в Советском Союзе.– М., 2024.– 224 с., илл

В ноябре 1948 г. радиотехнический факультет Московского энергетического института праздновал свое 10-летие. Юбилейной дате была посвящена специальная научно-техническая конференция под председательством декана факультета Котельникова Владимира Александровича.

В книге представлена стенограмма докладов конференции, сделанных известными учеными, стоявшими у истоков отечественной радиотехники и внесшими существенный вклад в ее развитие.

В докладах систематически излагается история становления теории и техники ламповой эпохи радиотехники в Советском Союзе.

УДК 621.37

ББК 32.84

© Ломако Е.И., Остроухов В.С., 2024

Содержание

Ломако Е.И., Остроухов В.С. Предисловие	5
Котельников В.А. Вступительное слово.....	31
Кляцкин И.Г. Основатель советской теоретической радиотехники М.В. Шулейкин..	41
Невяжский И.Х. Роль советской радиотехники в развитии теории и техники радиопередающих устройств.....	67
Левин Г.А. Развитие теории и техники радиоприема советскими учеными.	107
Айзенберг Г.З. Развитие антенной техники в СССР.....	141
Никитин Н.А. Развитие ламповой техники	173
Остряков П.А. Жизнь и деятельность М.А. Бонч- Бруевича	201

Ломако Е.И., Остроухов В.С.

Предисловие



Ломако Евгений Иванович



*Остроухов Виталий
Серафимович*

Предисловие

В ноябре 1948 г. радиотехнический факультет Московского энергетического института (РТФ МЭИ) праздновал свое 10-летие. Юбилейной дате была посвящена специальная научно-техническая конференция под председательством Котельникова Владимира Александровича (1908–2005). Это первое десятилетие в жизни факультета было насыщено многими сложными, порой драматическими событиями. Основа для создания первого в СССР специализированного радиотехнического факультета была заложена еще на электротехническом факультете Московского высшего технического училища (МВТУ) им. Н.Э. Баумана, из которого в 1930 г. выделился МЭИ.

Вначале институт вел подготовку специалистов в области электротехники, светотехники, телефонии, телеграфии и радиотехники. В условиях форсированной индустриализации и стремительного развития радиосвязи стране требовалось дальнейшее наращивание выпуска радиоинженеров. Необходимость создания отдельного факультета объяснялась также острой нехваткой специалистов в области радиолокации, быстро развивающейся перед войной.

Предисловие

С этой целью в МЭИ в 1938 г. был открыт Спецфакультет, готовящий специалистов для оборонных отраслей промышленности, переименованный в 1940 г. в Радиотехнический факультет. Это событие считается датой начала истории РТФ МЭИ.

Первоначально на факультете было образовано три классические кафедры – основ радиотехники, возглавляемая профессором Исаем Герцевичем Кляцкиным (1930–1937), радиоприемных устройств, заведующий – профессор Гец Аронович Левин (1938–1947) и радиопередающих устройств во главе с доцентом Евгением Рафаиловичем Гальпериним (1940–1951).

Предвоенные годы развития института и факультета в основном были связаны с организацией учебного процесса в сложных условиях – до начала Отечественной войны МЭИ как единый учебный центр еще не состоялся. Занятия проходили на территории 6 зданий и корпусов своих создателей – МВТУ им. Баумана и МИНХ им. Плеханова, расположенных в разных районах Москвы. Основным местом будущего размещения МЭИ Правительственным постановлением определялась территория напротив Всесоюзного электротехнического института, директором которого был инициатор создания МЭИ Карл Адольфович Крут (1873–1952). До войны здесь был построен только один учебный корпус А и выделено 4 корпуса для студгородка. Учебные аудитории факультета и деканат разместили в главном учебном корпусе МЭИ, а кафедры и

Предисловие

лаборатории – в лабораторном корпусе (дом 13 по Красноказарменной ул.).

Этот корпус МЭИ получил название «Бастилия» из-за необычной конструкции лестницы-пандуса, ниспадающей через все этажи, и непрерывно движущегося пассажирского лифта, у которого не было дверей. Проектируя это здание на тогдашней окраине Москвы, группа молодых архитекторов вдохновлялась идеями знаменитого французского архитектора Ле Корбюзье. С началом войны оборудование института, студенты и преподаватели были эвакуированы в Лениногорск (Казахстан).

Период бурного развития института и РТФ начался в послевоенный период. В 1943 г. директором МЭИ была назначена бывшая выпускница и аспирантка, легендарная Валерия Алексеевна Голубцова, жена члена Политбюро ЦК КПСС Георгия Максимилиановича Маленкова.

Это назначение стало определяющим в развитии как института, так и, в частности, радиотехнического факультета. После войны Голубцова проявила на посту директора исключительную активность по строительству новых учебных корпусов, опытного завода, Дома культуры, общежитий для студентов и жилых домов для профессуры и преподавателей. Во многом благодаря ее энергии, соединенной с близостью к высшей власти страны, в районе Красноказарменной улицы вырос целый городок Московского энергетического института.

Предисловие



Голубцова Валерия Алексеевна (1901–1987)

Предисловие

Валерия Алексеевна была одной из самых влиятельных женщин в послевоенной Москве. Одно ее слово, и институт получал все, что хотел – московские прописки, жилье для преподавателей, вывезенные по репарации приборы из Германии. Даже трамвайные линии по ее указанию подвели к самому учебному корпусу. Практически вся территориальная инфраструктура МЭИ, как она выглядит сегодня, была создана в тот период, когда институт возглавляла Валерия Алексеевна (1943–1952).

В 1932 г. В.А. Котельниковым была сформулирована и доказана знаменитая «Теорема отсчетов», а в 1943 г. получена Сталинская премия первой степени за разработку аппаратуры высокочастотной голосовой правительственной связи с шифрованием. В результате Владимир Александрович получил широкую известность своими теоретическими и практическими работами в области радиосвязи. Голубцова, сразу после своего назначения директором института, предложила ему возглавить в МЭИ кафедру Основ радиотехники (ОРТ). Котельников это предложение принял.

Весной 1946 г. В.А. Голубцова вызвала Котельникова и решительно сказала: *«Владимир Александрович, Вам необходимо защитить докторскую диссертацию»*. Дочь Котельникова, Наталия, пишет, что никаких идей у Владимира Александровича насчет темы диссертации тогда не было. Летом он взял очередной отпуск и начал работу над диссертацией, назвав ее *«Теория потенциальной помехоустойчивости»*.

Предисловие



Котельников Владимир Александрович в 1946 г.

Предисловие

В конце 1946 г. диссертация была готова, однако найти оппонентов оказалось не просто – работу никто не понимал. Обратились к академику Николаю Дмитриевичу Папалекси, радиофизику, известному специалисту в области нелинейных колебаний и распространения электромагнитных волн. Николай Дмитриевич просмотрел работу, признался, что не понял ее и оппонировать отказался.

В январе 1947 г. защита состоялась, хотя ее принципиальное значение для теории радиосвязи в то время мало кто понял. В этой фундаментальной работе Котельников впервые проанализировал основные проблемы связи с теоретико-вероятностных позиций. Работа дала мощный импульс для развития статистической теории передачи сообщений и синтеза оптимальных методов обработки слабых сигналов при наличии помех.

Участие в судьбе Владимира Александровича Голубцова затем принимала неоднократно. В 1947 г. Министерством государственной безопасности СССР было принято решение о создании Специальной лаборатории для разработки аппаратуры «абсолютно стойкого» засекречивания телефонных переговоров правительственной высокочастотной связи. К руководству лаборатории решили привлечь Котельникова, как известного специалиста в этой области. Он был вызван к министру государственной безопасности СССР В.С. Абакумову, который предложил Владимиру Александровичу возглавить лабораторию. Однако Котельников отказался, объяснив, что хочет заниматься

Предисловие

наукой. Абакумов попытался его уговорить, пообещав множество благ и привилегий, но Владимир Александрович оставался непреклонным.

«Ну, что ж, а жаль ...», – заключил Абакумов. Сказано это было таким тоном, что Котельникову стало не по себе. Обдумывая сложившуюся ситуацию и то, чем для него она может закончиться, он, по прибытии в МЭИ, сразу пошел к Голубцовой, рассказал про предложение Абакумова и подтвердил, что хочет остаться работать в институте. *«Тогда продолжайте спокойно работать»*, – сказала Валерия Алексеевна. Очевидно, что для разрешения данного инцидента Голубцова воспользовалась помощью своего мужа.

На кафедре Основ радиотехники Владимир Александрович объединил вокруг себя коллектив талантливых ученых и инженеров. В 1944–1947 гг. они разрабатывали телеметрическую аппаратуру для самолетов, которая получила высокую оценку.

13 мая 1946 г. в СССР при Совмине был создан Спецкомитет по реактивной технике во главе с Г.М. Маленковым, отчитывающимся непосредственно перед Сталиным. Началась захватывающая работа в рамках Ракетно-космической программы, в которую активно включился и РТФ МЭИ. Выпускник МЭИ, Борис Евсеевич Черток, в первом томе своей книги «Ракеты и люди» подробно описывает, как это произошло.

Предисловие

В 1947 г. для продвижения работ в области создания боевых ракет остро встал вопрос непрерывного контроля параметров и траектории ракеты в реальном времени радиотехническими средствами. Для обсуждения этой проблемы в НИИ-88 в Подлипках состоялась встреча ученых Академии наук СССР во главе с президентом С.И. Вавиловым и разработчиками ракет под руководством С.П. Королева. Вместе с Вавиловым НИИ-88 посетила и В.А. Голубцова.

Сергея Павловича и ведущих сотрудников НИИ-88 интересовали не просто предложения, а конкретные описания, чертежи и макеты приборов для выполнения экспериментов уже осенью 1947 г.

В отличие от мягкой, интеллигентской манеры обращения Вавилова, Валерия Алексеевна в своем ответе на эти пожелания ракетчиков говорила жестко и требовательно: *«Компенсация расходов нас не очень интересует. МЭИ заинтересован в создании специализированных лабораторий, а для этого необходима помощь оборудованием и приборами. Наркомы вывезли все, что только могли, из Германии, а теперь не желают делиться ни с Академией, ни с вузами. Поэтому, если хотите, чтобы наука помогала, будьте добры, помогите ей тоже. Хотите иметь хороших молодых специалистов, хотите, чтобы наши ученые вам помогли, хотите, чтобы мы на кафедрах вели для вас серьезные работы, – помогайте делом, а не маниловскими пожеланиями».*

В своей краткой, весьма эмоциональной речи, Голубцова не забыла подчеркнуть принципиальные отличия тематики МЭИ от вузов типа Московского авиационного, МВТУ имени Баумана, Военно-механического и некоторых

Предисловие

других. При этом она отметила, что МЭИ тесно связан с послевоенным восстановлением разрушенной энергетики, электрического транспорта, освоением технологии современного электромашиностроения, электроприборостроения, кабельного производства, электроламповой техники, электроприводов для всего машиностроения. Все эти проблемы определяли послевоенное профилирование выпускников МЭИ и, соответственно, научные заботы кафедр.

Затем Б.Е. Черток по просьбе В.А. Голубцовой, с которой был знаком еще по совместной учебе, выступил с докладом перед преподавателями и учеными МЭИ, где присутствовал Котельников, сотрудники кафедры ОРТ и других кафедр института.

И уже 25 апреля 1947 г., всего через 10 дней после этой встречи в кабинете Голубцовой, вышло постановление правительства, подписанное Сталиным, о создании в МЭИ совершенно секретного Сектора специальных работ (Спецсектор) для выполнения НИР в интересах реактивного вооружения. Так оперативно решались организационные вопросы, важные для страны в то время. Основу Спецсектора составил существенно расширенный коллектив кафедры ОРТ.

В очень короткий срок Спецсектор стал одной из ведущих организаций ракетно-космической отрасли и впоследствии получил название ОКБ МЭИ. Возглавил его В.А. Котельников, который как Главный конструктор Спецсектора

Предисловие

входил в межведомственный Совет главных конструкторов, возглавляемый С.П. Королевым.

В том же 1947 г. тридцатидевятилетний Владимир Александрович назначается деканом радиотехнического факультета МЭИ. В результате его многогранной деятельности на факультете сформировалась научно-педагогическая школа в области радиотехники, радиоэлектроники, радиофизики, радиоастрономии, отечественной криптографии и информатики. С именем Котельникова связана эпоха развития важнейших областей науки и техники – от цифровых систем связи до широкомасштабных исследований космического пространства.

В послевоенный период факультету поручили подготовку специалистов-разработчиков радиолокационных станций, необходимых для обеспечения обороноспособности страны. Были образованы новые кафедры – радиоприборов, антенно-фидерных устройств и, позднее, радиосистем.

В 1948 году, в ознаменование юбилейной даты создания радиофакультета МЭИ, было принято решение о проведении научно-технической конференции, посвященной истории развития радиотехники в стране за прошедшие годы. Конференция была проведена в течение двух дней – 17 и 18 ноября под председательством В.А. Котельникова.

Среди книг библиотеки преподавателя РТФ МЭИ Всеволода Леонидовича Лебедева (1915–1970) оказалась чудом уцелевшая папка стенограммы этой конференции.

Предисловие

Стенограмма представляет собой текст, напечатанный на машинке на 68 листах. Текст состоит из двух частей, включающих два доклада за 17 ноября и четыре – за 18 ноября. Понимая историческую ценность этого документа, мы к 70-летнему юбилею РТФ в 2008 г. перевели его в электронную форму и снабдили иллюстрациями.

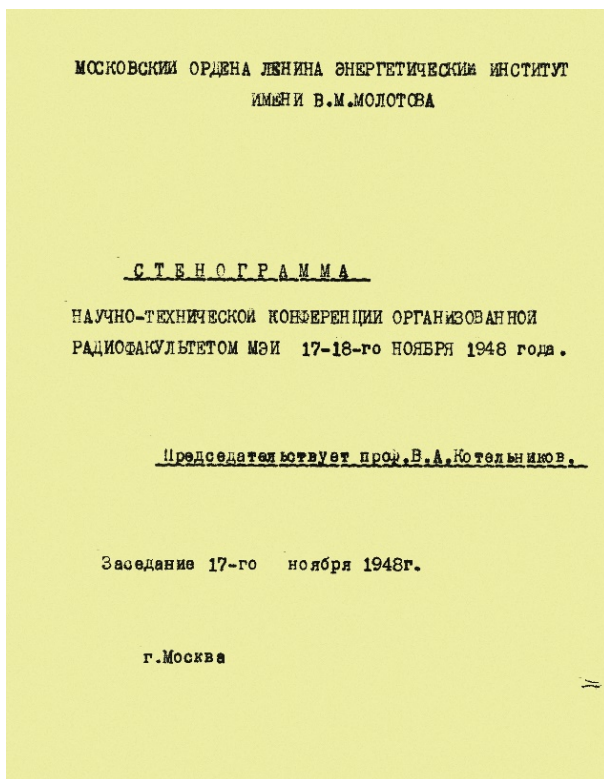


Лебедев Всеволод Леонидович (1915–1970)

Открывая конференцию, В.А. Котельников в своем вступительном слове подчеркнул важность изучения истории развития радиотехники, определив цели и задачи конференции так:

Предисловие

«Изучение и анализ истории развития науки и техники должны показать общее направление их развития, должны помочь планированию науки, должны помочь предусмотреть те направления, по которым будет развиваться в будущем техника. С тем, чтобы наука могла эти направления заранее подготовить научными исследованиями, подготовить путь для развития по этим направлениям техники в последующем».



Первая страница стенограммы конференции 1948 г.

Во вступительном слове Котельников отметил, что история радиотехники демонстрирует нам, как делались

Предисловие

открытия, изобретения, как создавалась новая аппаратура, новые направления, новые системы. Она показывает на примерах методику творчества и способствует передаче опыта предыдущего поколения молодежи.

Участники конференции 1948 г. имели счастливую возможность услышать историю радиотехники прямо из первоисточников, услышать ее от тех лиц, которые являлись очевидцами и творцами начального становления радиотехники.

Именно такие ученые выступили с докладами на конференции – генерал-майор, проф. И.Г. Кляцкин, проф. И.Х. Невяжский, проф. Г.А. Левин, проф. Г.З. Айзенберг, проф. Н.А. Никитин и главный инженер Центрального НИИ связи П.А. Остряков.

Выступающий с первым докладом Исай Герцевич Кляцкин (1895–1978) в 1924 г. окончил МВТУ, научную и педагогическую деятельность начал еще будучи студентом. Был одним из инициаторов создания в СССР ретрансляционной радиолинии. В 1928 г. ему было присвоено звание доцента, в 1934 г. – профессора, в 1938 г. – степень доктора технических наук. Во время Отечественной войны служил на разных должностях в Главном управлении связи Красной Армии. Звание генерал-майора технических войск было ему присвоено в феврале 1943 года.

В 1930 г. кафедра радиотехники МВТУ была расформирована, а часть ее сотрудников и преподавателей, в

Предисловие

том числе Кляцкин, была переведена в Московский энергетический институт. Кляцкин преподавал в МЭИ с начала создания института. С 1930 по 1937 гг. он возглавлял кафедру основ радиотехники, единственную радиотехническую кафедру в МЭИ. Труды И.Г. Кляцкина, в частности, по теории линейных антенн, получили заслуженное признание и были широко известны у нас и за рубежом. Его работа по излучению вертикального заземленного провода вызвала появление многих работ по расчетам излучения различных типов антенн.

Кляцкин в своем докладе «Основатель советской теоретической радиотехники М.В. Шулейкин» отметил, что советская радиотехника неразрывно связана с Михаилом Васильевичем Шулейкиным. Именно М.В. Шулейкин в 1919 г. явился организатором и первым преподавателем радиоспециальности на электротехническом факультете МВТУ. М.В. Шулейкин стал одним из основателей инженерной радиотехники, автором широко распространенных методов расчета и проектирования антенн и ряда важнейших радиотехнических устройств.

Трудно указать такую область радиотехники, в которую он бы не внес научный вклад. На научных трудах М.В. Шулейкина основаны расчеты электронных ламп, радиостанций и антенных устройств, генераторов, схем стабилизации их частоты и средств модуляции сигналов. Теория и техника радиоизмерений, теория распространения и излучения радиоволн основывались также на трудах Шулейкина.

Предисловие

Длинноволновая и средневолновая антенная техника целиком обязана своей теорией М.В. Шулейкину. Что касается коротких радиоволн, то благодаря Шулейкину появился способ определения возможности радиосвязи на большие расстояния.

Михаил Васильевич воспитал большое количество своих учеников, которые впоследствии внесли значительный вклад в развитие отечественной радиотехники.

Второй докладчик, профессор Исаак Харитонович Невяжский (1898–1975), представил доклад на тему «Роль советской радиотехники в развитии теории и техники радиопередающих устройств».

Невяжский окончил в 1925 г. электротехнический факультет МВТУ имени Н.Э. Баумана. В 1930-х годах он руководил разработкой коротковолновых передатчиков для магистральной связи и передатчиков для радиовещания, с 1935 по 1938 год вместе с А.Л. Минцем сконструировал самую мощную в мире коротковолновую радиостанцию. Во время войны разрабатывал средства оборонной радиотехники. Он являлся Главным конструктором аппаратуры, предназначенной для противодействия радиопередачам фашистской Германии. За эту работу был награжден в 1942 г. орденом Ленина и Сталинской премией первой степени.

Первую книгу в нашей стране о радиопередатчиках И.Х. Невяжский опубликовал вместе с З.И. Моделем в 1938 г. С 1932 г. И.Х. Невяжский преподавал в Ленинградском

Предисловие

электротехническом институт связи (ЛЭИС) имени М.А. Бонч-Бруевича, а затем – в МЭИ. Доктор технических наук (1943), профессор (1946).

Главной темой своего доклада И.Х. Невяжский определил историю развития радиопередающих устройств.

Началу создания техники передающих устройств предшествовала эпоха перехода от искровых телеграфных передатчиков к дуговым, машинным и ламповым с незатухающими колебаниями. Именно ламповые передатчики обеспечили возможность голосовой передачи, то есть появление радиотелефонии и радиовещания. Дальнейшее развитие техники передающих устройств было тесно связано с совершенствованием именно электровакуумных приборов.

Электровакуумное производство в СССР было поставлено на промышленную основу в стенах первого научного радиотехнического центра страны – Нижегородской радиолaborатории (НРЛ), которая была основана в декабре 1918 г. Стратегически важными для страны задачами, над решением которых сосредоточились ученые радиолaborатории, были создание отечественного электровакуумного производства и развитие радиотелефонии. В Нижегородской радиолaborатории были отработаны способы расчета и конструирования электронных ламп различного назначения и мощности. Разработаны были также методы радиотелефонирования, построено несколько десятков

Предисловие

радиовещательных станций, в том числе наиболее мощные, работавшие в Москве.

Второй день работы конференции открылся докладом «Развитие теории и техники радиоприема советскими учеными», который представил профессор Гец Аронович Левин (1898–1965).

Левин окончил физико-математический факультет МГУ им. Ломоносова (1919) и затем электротехнический факультет МВТУ им. Баумана (1924) по специальности инженер-радиост. После окончания МВТУ возглавил строительство одной из первых советских радиовещательных станций.

Позже Г.А. Левин преподавал и вел научную работу в МЭИ. С 1930 г. – зав. кафедрой радиоаппаратостроения МЭИ, в 1932 г. создал и возглавил факультет электрической связи МЭИ. С 1937 по 1938 год заведовал кафедрой ОРТ. В 1938 г. стал первым заведующим кафедры радиоприемных устройств РТФ МЭИ, которой руководил около 10 лет. В 1938 г. ему присвоена ученая степень кандидата технических наук, в 1940 году он был утвержден в ученом звании профессора.

Докладчик отметил заслуги отечественных ученых, внесших существенный вклад в теорию и технику радиоприема. В их числе он назвал таких сотрудников МЭИ, как В.И. Сифоров, С.И. Евтянов, Л.С. Гуткин и Ю.Б. Кобзарев.

Владимир Иванович Сифоров много лет заведовал кафедрой радиоприемных устройств (1957–1987). Он своими

Предисловие

научными трудами внес большой вклад в дело становления и развития современной радиоэлектроники, теории информации и статистической теории связи.

Работы В.И. Сифорова в области улучшения качественных показателей радиоприемных устройств и повышения их помехоустойчивости получили мировое признание. Основные труды Сифорова посвящены теоретическим вопросам устойчивости резонансных усилителей, детектирования сигналов, радиоприема сверхвысоких частот. Его научными интересами были вопросы импульсной радиосвязи и радионавигации, методы обнаружения радиолокационных сигналов при наличии помех.

Сергей Иванович Евтянов (1913–1976) с 1947 по 1962 год – зав. кафедрой радиопередающих устройств РТФ МЭИ. Он был ярким представителем российской школы теории колебаний. Евтянов – создатель научно-педагогической школы в области формирования колебаний и сигналов в радиотехнических устройствах и системах. Разработал эффективные методы анализа и проектирования линейных и нелинейных функциональных узлов и устройств, играющих ключевую роль в работе многих радиотехнических систем.

Гуткин Лев Соломонович (1914–2011) возглавлял кафедру радиотехнических систем РТФ с 1961 по 1984 год. Кандидатская диссертация Гуткина была посвящена вопросам свержегенеративного радиоприема. После войны Гуткин

Предисловие

занимался в МЭИ анализом и разработкой сложных радиотехнических систем. В 1952 г. Лев Соломонович защитил докторскую диссертацию, которая стала основой монографии «Преобразование сверхвысоких частот и детектирование». В дальнейшем область научных интересов Л.С. Гуткина включала теорию оптимальных методов радиоприема при сложных помехах, теорию оптимизации систем и устройств радиоуправления.

Юрий Борисович Кобзарев (1905–1992) с 1943 по 1955 год был зав. кафедрой радиотехнических приборов. Он один из основоположников радиолокации в СССР, руководитель первых работ по импульсной радиолокации, основатель квазилинейного метода в теоретической радиофизике и анализе колебательных систем. Создатель схемы кварцевого генератора, научный руководитель создания первой отечественной радиотехнической установки для обнаружения кораблей и самолетов.

Провел большие исследования в области радиолокации и повышения помехоустойчивости радиотехнических устройств. В годы войны работал над совершенствованием радиолокационных станций. Разработал методы количественного изучения атмосферных помех как широкополосных колебаний. Руководил работами по освоению диапазона сверхдлинных волн.

Следующий доклад «Развитие антенной техники в СССР» представил профессор Г.З. Айзенберг.

Предисловие

Григорий Захарович Айзенберг (1904–1994) – советский и российский ученый в области электродинамики и связи, лауреат Ленинской и Государственной премий СССР, автор трудов по теории антенн. С 1943 г., вернувшись из эвакуации, преподавал на кафедре радиосетей МЭИ. На основе его научных идей созданы и широко внедрены оригинальные антенно-фидерные устройства практически для всех диапазонов частот.

Историю развития антенной техники в СССР в своем докладе Г.З. Айзенберг изложил в виде последовательности трех этапов – этапа использования длинных волн (1895 г. – начало 20-х годов), этапа освоения средних и коротких волн (20-е – 30-е годы) и последнего этапа бурного развития техники УКВ.

После перерыва второго дня работы конференции был представлен доклад профессора Н.А. Никитина «Развитие ламповой техники».

Николай Александрович Никитин (род. в 1893 г.) окончил математическое отделение физико-математического факультета Московского университета в 1917 г. Летом 1919 года Н.А. Никитин оказался в числе молодых физиков, приглашенных в Нижегородский государственный университет (НГУ). Вскоре состоялось зачисление Н.А. Никитина в штат Нижегородской радиолaborатории. Организаторские способности Н.А. Никитина скоро были замечены и в НГУ, и в НРА. С 1924 года он возглавил

Предисловие

производство радиовакуумных приборов в Москве. Н.А. Никитин был автором и редактором 12 книг и около 40 статей. Николай Александрович стал профессором, доктором технических наук.

В своем докладе Н.А. Никитин рассказал о первых шагах становления электровакуумной промышленности в России. Он отметил вклад Нижегородской радиолaborатории в конструирование мощных и сверхмощных радиоламп с водяным охлаждением, ее роль в развитии теории работы электронных ламп, указав на трудности налаживания их массового производства для промышленности.

Заклучил конференцию доклад П.А. Острякова «Жизнь и деятельность М.А. Бонч-Бруевича».

Петр Алексеевич Остряков (1887–1952) являлся одним из пионеров радиотехники – он начал заниматься ею с 1916 года вместе с М.А. Бонч-Бруевичем. В 1918–1927 гг. он работал в Нижегородской радиолaborатории. В 1917 г. на радиостанции в Твери совместно с М.А. Бонч-Бруевичем налаживал выпуск первых серий приемных радиоламп. В дальнейшем занимался вопросами охлаждения мощных ламп. Остряков предложил (1930) конструкцию генераторных ламп с ребристым анодом, обдуваемым воздухом. Созданные им лампы нашли широкое применение. В 1921 г. под его руководством было начато строительство радиовещательной станции им. Коминтерна в Москве, в 1923–1941 гг. он участвовал в проектировании и строительстве ряда мощных

Предисловие

радиостанций. Остряков – автор ряда работ по радиотехнике и истории ее развития в СССР.

Доклад П.А. Острякова целиком посвящен деятельности Михаила Александровича Бонч-Бруевича – советского радиотехника, основателя российской радиоламповой промышленности, одного из основателей и руководителей Нижегородской радиолaborатории. Бонч-Бруевич внес значительный вклад в развитие отечественной радиофизики, в создание новых типов радиоламп и аппаратуры радиовещания и радиосвязи.

Доклады конференции показали, что отечественными радиоспециалистами было сделано очень много как в области теории, так и в области практики радиосистем.

Публикация докладов конференции, посвященных эпохе развития ламповой радиотехники, и сделанных известными учеными, внесшими существенный вклад в развитие радиотехники, представляется нам целесообразной и актуальной даже спустя 75 лет.

Мы благодарим выпускников радиотехнического факультета МЭИ Александра Чалых и Павла Кузнецова за помощь и поддержку по подготовке книги к ее изданию.

Предисловие

Котельников В.А.

Вступительное слово



Котельников Владимир Александрович (1908–2005)

Товарищи! Организуя настоящую конференцию, мы хотели дать возможность подробней ознакомиться нашим студентам и нашему профессорско-преподавательскому составу с историей развития современной радиотехники. Но прежде, чем перейти к докладам, я хотел бы несколько слов сказать о том, зачем нам нужно изучать историю радиотехники.

Дело в том, что среди нашей молодежи имеется взгляд, что инженер должен понимать, как работает современная аппаратура, должен уметь ее рассчитать и создавать, и этого для инженера достаточно. Однако это далеко не все, что требуется от инженера-творца, инженера, которого должна выпускать наша высшая школа. Такой инженер должен не только уметь создавать современную аппаратуру, он, конечно, должен уметь творить новую аппаратуру, создавать новые пути и развивать эти пути.

Что для этого нужно? Товарищи! Когда мы строим наше новое социалистическое общество, то это мы делаем на основе тщательного изучения и анализа истории человеческого общества. То же самое надо, очевидно, сделать, если мы хотим дальше развивать науку и технику.

Вступительное слово

Для того чтобы не делать грубых ошибок, чтобы не терять темпов, идя по неверным путям, нам надо тщательно изучать историю техники и, в частности, историю радиотехники. Что это должно дать? История должна показать нашей молодежи, как делались открытия, изобретения, как создавалась новая аппаратура, новые направления, новые системы. Показать на примерах методику творчества, передать опыт творчества молодежи.

Очевидно, что если допустить, что каждый молодой специалист будет продолжать опыт творчества только на основе своей собственной работы, то это будет слишком долго. Надо им в этом помочь.

История должна показать организацию работы отдельных творцов науки и техники, организацию коллективов, которые занимаются продвижением науки и техники вперед.

Изучение истории должно предотвратить повторение ошибок прошлого, что мы наблюдаем зачастую у нас сейчас. Чтобы предотвратить это, надо изучать не только историю успехов, но и историю неудач.

Изучение истории должно не только показать нашей молодежи то, что уже было раньше изобретено, чтобы они не изобретали второй раз уже изобретенного. Но, с другой стороны, очевидно, оно должно дать в распоряжение молодежи целый ряд ранее известных в истории идей, которые в наше настоящее время не используются, но которые в

Вступительное слово

будущем, при изменившихся условиях, могут найти плодотворное применение.

Изучение и анализ истории развития науки и техники должны показать общее направление их развития, должны помочь планированию науки, должны помочь предусмотреть те направления, по которым будет развиваться в будущем техника. С тем, чтобы наука могла эти направления заранее подготовить научными исследованиями, подготовить путь для развития по этим направлениям техники в последующем.

Мне и, наверное, многим из вас приходилось наблюдать, как наши солидные научные организации, не имея далеких перспектив, очень много занимаются техникой уже богато разработанной, техникой сегодняшнего дня, с которой могут справиться, даже лучше, чем эти научные учреждения, заводские и специализированные конструкторские бюро. Однако они не занимаются исследованиями, которые подготовили бы новые пути развития техники, а эти пути, кроме научной организации, подготавливать некому.

При этом забывается хорошо известное и всегда оправдывавшееся в жизни положение диалектики, которое т. Сталин сформулировал так: *«То, что в жизни стареет и идет к могиле, неизбежно должно потерпеть поражение, хотя бы оно сегодня представляло из себя богатырскую силу».*

И вот, мне кажется, науке как раз надо заниматься в основном не тем, что сейчас уже представляет богатырскую

Вступительное слово

силу, а тем, что еще зарождается и что придет в будущем на смену существующему.

Конечно, трудно предугадать новые пути развития техники и направить по этим путям науку. Однако, если мы хотим повысить темпы развития нашей техники и в ближайшее время превзойти достижения иностранной техники, то это надо сделать и это можно сделать, пользуясь мощным методом диалектического материализма.

Ведь мы предугадываем развитие человеческого общества с помощью диалектического материализма, а это еще труднее, пожалуй, чем предугадывать развитие науки.

Я хотел еще здесь отметить, что не обязательно предугадывать развитие науки, приходится руководствоваться и опытом больших научных организаций. С этим приходится сталкиваться, как вы все знаете, любому работнику, работающему над развитием новых путей.

Почти все из нас знают, что неверно избранный путь направления работы ведет к тому, что эта работа оказывается в будущем бесполезной. И ее приходится класть в ящик только потому, что к тому времени, когда она была уже сделана, история повернулась как-то иначе и работа оказалась бесполезной.

Мне приходится много иметь дела с нашей молодежью и легко при этом видеть, как трудно им выбирать пути своей дальнейшей работы так, чтобы они совпадали с общим развитием науки. Как они страдают, когда приходится

Вступительное слово

выбирать тему своих аспирантских работ, тему своих диссертационных кандидатских работ. Даже когда студенты выбирают тему дипломных работ, они мучаются, не зная, какую тему выбрать.

Перед нами поставлена задача – превзойти достижения науки и техники зарубежных стран. Эта задача трудная, если учесть быстрое развитие радиотехники за рубежом. Чтобы это сделать, надо верить в свои силы, в свои возможности.

Преклонение перед иностранщиной создает неверие, деморализует работников. Это преклонение, как вы знаете, произошло исторически, из-за нашей отсталости. Оно поддерживается недальновидными людьми, которым всегда кажется, что там хорошо, где нас нет, и что поэтому иностранная наука лучше нашей, что там они имеют больше возможностей.

Мы имеем преимущества перед капиталистическим миром в нашей системе, плановой системе, которая допускает широкий обмен опытом, системе, поощряющей всякую полезную инициативу, системе, представляющей наиболее широкие возможности образования широкой массе населения.

История русской, советской науки учит, как большие достижения удавалось получить русским ученым, советским техникам в более трудных условиях, чем сейчас, когда наша промышленность стоит на весьма высокой ступени, когда мы имеем науку более совершенную, чем капиталистическая система.

Вступительное слово

Изучение русской и советской науки и техники, ее истории, разбивает преклонение перед иностранной наукой и техникой и дает необходимую уверенность в наших силах и возможностях.

Я хотел бы еще отметить одно весьма важное обстоятельство, которое надо иметь в виду при изучении истории.

Товарищи, каждому из нас удастся прожить жизнь только один раз и, очевидно, это надо сделать так, чтобы потом не было жалко, чтобы в конце жизни не думать с грустью – вот, если бы начать сначала, то я бы сделал это по-другому.

Откуда же получить нашей молодежи опыт жизни для того, чтобы прожить ее один раз и прожить так, как следует? Этому помогает художественная литература, этому помогает история.

Молодежь из тех примеров, которые она имеет, черпает свой опыт для своей жизни. Очевидно и из истории радиотехники, которая нам наиболее близка, молодежь может почерпнуть много примеров, которые с успехом послужат ей для планирования, для построения своей собственной жизни.

Не следует думать, однако, что после проведения нашей настоящей конференции мы получим от истории радиотехники все, что она может дать. Это конечно не так, для этого надо над этой историей еще много и много работать.

Вступительное слово

Радиотехника – наука молодая и история радиотехники только сейчас, мне кажется, зарождается, если понимать под научной историей радиотехники то, о чем я здесь говорил. Но зато, благодаря молодости радиотехники, мы на настоящей конференции имеем счастливую возможность услышать историю прямо из первоисточников, услышать ее от тех лиц, которые являлись очевидцами и творцами современной радиотехники.

Товарищи, у нас на повестке дня конференции имеются следующие доклады:

1. Основатель советской теоретической радиотехники М.В. Шулейкин, доклад делает И.Г. Кляцкин.

2. Роль советской радиотехники в развитии теории и техники радиопередающих устройств, доклад делает И.Х. Невяжский

Эти доклады мы заслушаем сегодня.

На завтрашний день повестка дня следующая. У меня, к сожалению, нет точного названия докладов, но я передам их смысл.

Первый доклад будет Г.А. Левина о развитии теории и техники радиоприемных устройств в Советском Союзе.

Вступительное слово

Второй доклад предполагается профессора Никитина о развитии электровакуумной техники.

Третий доклад – проф. Айзенберга о развитии антенной техники.

И четвертый доклад – т. Острякова о М.А. Бонч-Бруевиче

Такая повестка дня намечается на завтрашний день. Если нет никаких вопросов и замечаний, то мы приступим к заслушиванию докладов.

Председатель. Первый доклад – И.Г. Кляцкина. И.Г. Кляцкин является старейшим радиоспециалистом. Ему принадлежит теория модуляции, теория расчета ламповых генераторов, почти в таком виде, как она используется в настоящее время, ему принадлежат теория излучения антенн и несколько классических работ по антенной технике.

Кроме того, многие из присутствующих здесь являются учениками И.Г. Кляцкина – в свое время он читал все электротехнические и радиотехнические предметы в Московском энергетическом институте, начиная с Основ электротехники.



Кляцкин И.Г.

**Основатель советской
теоретической
радиотехники М.В.
Шулейкин**



Кляцкин Исай Герцевич (1895–1978)

Я должен приветствовать, прежде всего, тот почин, который сделан сейчас для того, чтобы каким-то образом начать историю советской радиотехники, потому что ее просто еще не существует. Я бы сказал, никто ею не занимался и, конечно, небольшие изыскания в архивах о работах Попова могут являться только каким-то началом создания истории русской радиотехники. Но вообще в этом отношении ничего не сделано, а о советской радиотехнике вообще ничего нет.

Может быть, эта конференция заинтересует наших специалистов историческими вопросами, которые действительно по существу очень интересны, и даст возможность таким образом запечатлеть раз и навсегда те истины и те достижения, которые связаны с советской радиотехникой, а их довольно порядочное количество.

Совершенно правильно сделали организаторы этой конференции, когда первый доклад поставили о творце советской теоретической радиотехники М.В. Шудейкине.

Это справедливо с двух точек зрения: во-первых, советская радиотехника, как предмет курсовой, неразрывно связана с Михаилом Васильевичем; во-вторых, потому, что в

Основатель советской теоретической радиотехники

стенах МЭИ больше, чем где бы то ни было, необходимо вспомнить о М.В. Шулейкине. Вы все знаете, что Московский энергетический институт образовался из электротехнического факультета Московского Высшего технического училища.



Шулейкин Михаил Васильевич (1884–1939)

Основатель советской теоретической радиотехники

Там в 1919 г. была организована радиоспециальность, и эту специальность организовал и практически в единственном числе проводил М.В. Шулейкин. Он читал в то время все, и мы, его ученики, собственно, и явились той основой московской школы, которая имеет чрезвычайно много блестящих имен и много достижений в нашей радиотехнике.

Я имею возможность рассказать о М.В. Шулейкине не только потому, что я был его учеником в течение многих лет, но и потому, что я увиделся с ним в начале его деятельности в Москве. В 1918 г. на улицах Москвы были расклеены большие афиши, где говорилось, что Российское общество электриков организует высшие курсы по радиотехнике. Теперь можно сказать прямо, что это было сделано для того, чтобы помочь нашей Красной армии получить достаточные кадры радиотехников, так как во времена гражданской войны остались радиостанции, а специалистов не было. Но тогда большинство людей не знало, что такое радиотехника. И когда мы пришли на эти курсы, довольно бедные, нас поразил тот уровень, на котором началось чтение радиотехники. Этот курс читал М.В. Шулейкин, который был приглашен в 1918 г. в Московское высшее техническое училище и в 1919 г. был избран профессором МВТУ и заведующим радиокафедрой.

М.В. Шулейкин начал свой курс, читая его для техников, на уровне, который превосходил все, что было известно в литературе того времени.

Основатель советской теоретической радиотехники

Для того чтобы вам представить себе, что представляла радиотехника того времени, нужно сказать, что же было до того, чтобы понять, что же дал М.В. Шулейкин.

Что представлял собою курс радиотехники того времени? Наиболее образцовым курсом являлся курс Ценнека, немецкий курс, где было некоторое описание аппаратуры, небольшое количество выводов из теории электромагнитных колебаний, несколько описаний приборов и, собственно, больше ничего.

Ни расчета аппаратуры, ни стройного курса, вообще не было каких бы то ни было технических данных. Был русский курс беспроводного телеграфа Петровского, хорошо вам известный. В этом курсе было довольно много из теории электромагнитного поля, правда, не в очень хорошем объеме, и кое-какие разговоры о контурах и антенных устройствах. И больше ничего.

Остальные курсы, которыми тогда пользовались, курс Муравьева и курс Муромцева, заключали в себе описание, без особых объяснений, искровой аппаратуры, применявшейся тогда на практике.

Уровень статей в иностранных журналах (правда, мы их тогда не получали, потому что была объявлена блокада, но, во всяком случае, в тех журналах, которые были до этого) касался главным образом вопросов искровой радиотехники. И кое-где были небольшие теоретические изыскания, какого масштаба -

Основатель советской теоретической радиотехники

я об этом скажу позже, когда буду говорить о работах М.В. Шулейкина.

И вот на фоне литературы такого уровня нам преподносился курс расчета радиотехнических устройств.

По существу, все то, что сделал М.В. Шулейкин, это было изложение систематического курса радиотехники, но не просто курса радиотехники и объяснения физических явлений, а инженерного курса, такого курса, который давал возможность рассчитывать и конструировать аппаратуру.

И в течение всей жизни М.В. Шулейкина одно основное свойство его проявлялась всегда – он никогда не рассматривал вопрос, не поставивши себе задачу, как данное явление воплотить в жизнь и каким образом рассчитать то, что должно получиться. Я полагаю, что для теоретической радиотехники это и является основным.

Шулейкин родился в 1884 г. В 1908 г. он окончил Ленинградский политехнический институт и был оставлен при кафедре электрических машин.

Заинтересовался он следующим вопросом. Известно, что электрические машины постоянного тока могут давать колебания. Дальше это было распространено им на область коллекторных машин переменного тока, и вот этими колебаниями он и занялся, это и было предметом его магистерской диссертации. И этими вопросами – о колебаниях в тех или иных электрических системах и занимался М.В. Шулейкин в течение очень долгого времени. Отсюда и его

Основатель советской теоретической радиотехники

переход на радиотехнику, так как радиотехника того времени главным образом касалась колебательных явлений в электрических контурах.



М.В. Шулейкин – студент Петербургского Политехнического института, 1907 г.

Основатель советской теоретической радиотехники

Михал Васильевич начинает курс с самого начала электрических машин, затем курс электрических машин для радиостанций, электрических машин повышенной частоты для тогдашних искровых радиостанций. Начинает чтение лекций на высших женских курсах по электромагнитным колебаниям, и, так как в этом году была война, он начинает работать в лаборатории морского ведомства, которая превратилась после в депо морского ведомства, а затем – в завод.

Завод морского ведомства имел очень большое значение. И, отступая немного в сторону от работ М.В. Шулейкина, я должен сказать, что после Попова, как вам всем известно, русская радиотехника вообще почти что не развивалась, потому что иностранные фирмы крепко забрали в свои руки всю электротехническую промышленность, а отсюда – и всю радиотехническую промышленность. Целый ряд чиновников Царской России предпочитали давать заказы иностранным фирмам, считая, что русская промышленность справиться не сможет, а, кроме того, многим из них это было выгодно.

Поэтому единственным островком, где еще была русская радиотехническая мысль, был как раз завод морского ведомства, где ряд русских ученых (я могу назвать, кроме М.В. Шулейкина, еще Фреймана, затем Циклинского, Петровского) занимались аппаратурой для морского флота. Причем настолько успешно, что им удалось победить иностранные фирмы, и русский флот был главным образом оборудован аппаратурой, которая выпускалась этим морским заводом.

Основатель советской теоретической радиотехники

И вот, лабораторией этого морского завода ведал Михаил Васильевич. Как заведующий этой лабораторией, он принимал участие в конструировании целого ряда передающих и приемных устройств, и один из приемников морского ведомства, который был им сконструирован, заслужил очень хорошую славу, как один из лучших приемников того времени. Правда, он был очень большой, но если вы вспомните приемники фирмы Готлиб-Сименс, то они были не меньше, а этот приемник был лучшего качества.

Ему удалось разработать удачную схему связанных контуров и получить достаточно большую избирательность и чувствительность приемника.

Но он на этом не остановился. Хотя вся радиотехника того времени была посвящена искровым передатчикам, и он занимался искровыми радиостанциями и детекторными приемниками, однако основной его работой были незатухающие колебания во флоте, которыми он занимался, и он обратил внимание на машины высокой частоты.

При помощи машины высокой частоты ему удалось организовать связь между Ленинградом и Хельсинки – первая связь на незатухающих колебаниях.

Далее, он, применяя трансформаторы частоты, изобрел резонансный трансформатор с утроением частоты, который дал возможность перейти на столь короткие волны, что стало возможным применять не только телеграф, но и телефон.

Основатель советской теоретической радиотехники

Ему удалось сделать радиотелефон на машине высокой частоты. Он решил рассмотреть вопрос, как происходит модуляция незатухающих колебаний и получить впервые в мире то положение, что, кроме несущей частоты, получаются боковые частоты.

Сейчас это кажется тривиальным, но вспомните, что еще лет 15 тому назад в целом ряде английских и американских журналов была большая дискуссия, существуют ли боковые частоты, или не существуют. В 1915–1916 гг., конечно, боковые частоты были чем-то совершенно новым.

Но все-таки деятельность М.В. Шулейкина в царское время была достаточно ограничена. Более полное развитие она получила со времени Великой Октябрьской революции.

В 1918 г., вместе с переводом столицы в Москву, он переезжает в Москву как работник военного ведомства, и с тех пор становится постоянным консультантом по всем вопросам военной радиотехники, я об этом скажу немного позже. С 1918 по 1939 год Шулейкин решил бесконечно большое количество вопросов в области военной электротехники, радиотехники, применения физики в военном деле, вообще чрезвычайно много самых разнообразных вопросов, где он всегда оказывался на высоте и давал нашему военному командованию возможность решать целый ряд чрезвычайно сложных вопросов.

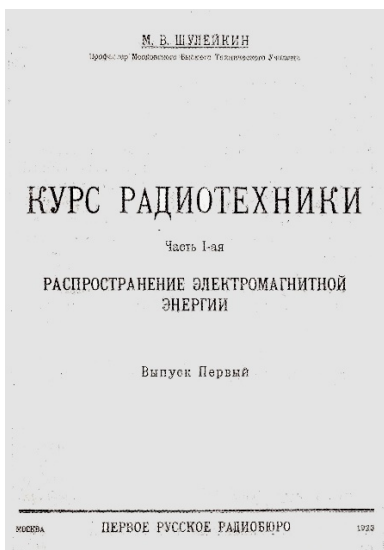


Шулейкин Михаил Васильевич (1884–1939)

Итак, в 1918 г., когда, как я вам рассказывал сначала, М.В. Шулейкин начал свою деятельность в высших учебных заведениях Москвы. Он читал курс в Московском Высшем технической училище, курс в Военной Академии, ныне Академии имени Буденного и в институте народного хозяйства, где везде основывает радиоспециальность. Его

Основатель советской теоретической радиотехники

ученики находят в радиотехнике курс, который стоял, я бы сказал, значительно выше, чем соответствующие курсы по другим специальностям.



*Титульный лист книги М.В.
Шулейкина*

Шулейкин в то время читал всю радиотехнику. Там были и искровые передатчики, и дуговые передатчики, и машины высокой частоты, и лампы, и антенны, и распространение, — в общем, все то, что тогда входило в радиотехнику, и не только входило, но зарождалось в радиотехнике, — все это он излагал на своих лекциях.

По каждому вопросу дело происходило так. Если шел вопрос о машине высокой частоты, то Шулейкин рассказывал не только о том, как машина высокой частоты работает в радиотехнических схемах, но сразу же давал расчет машины высокой частоты. Если шел вопрос о дуговом передатчике, то он не только рассказывал, что такое дуговой передатчик, как он физически работает, какая имеется теория работы дугового передатчика, но сразу же рассказывал, каким образом дуговой передатчик рассчитать и как его сконструировать.

Основатель советской теоретической радиотехники

Я должен сказать, что до этого мы даже в современных учебных заведениях не доросли. Вероятно, вы все скажете, что в современных радиотехнических учебных заведениях часто рассказывают все, что угодно, а как сконструировать данное радиотехническое устройство, это вообще рассказывается довольно слабо.

Далее, уровень, на котором читалась тогда радиотехника, был очень высоким. Я помню очень яркий для Михаила Васильевича случай со мной, когда я у него работал на Сокольнической радиостанции. Как-то стал какой-то вопрос из теории антенн. Он мне говорит: *«Я написал по этому вопросу одно небольшое сочинение и принесу Вам его»*. На следующий же день приносит и говорит: *«Только я для краткости написал при помощи векторного анализа, так что вы не смущайтесь»*.

Векторного анализа не преподавали тогда в наших учебных заведениях, и это тогда было для меня новостью. Но для М.В. Шулейкина было вполне естественно. Он читает, предположим, какой-то курс, приходит к какому-то уравнению, которое включает бесселевы функции и попутно рассказывает, показывает на доске эти функции, как они применяются, то есть сообщает все знания в той части, которую нужно знать инженеру. Если это сферические функции – пожалуйста, если векторный анализ – тоже, одним словом, все то, что требуется для радиоинженерной специальности, потому что он связывал это с практической задачей и давал тот объем знаний, который необходим для инженера, чтобы решить тот или иной вопрос.

Основатель советской теоретической радиотехники

Я знаю, как мои товарищи занимались тогда по той или другой специальности и должен сказать, что радиотехника в то время стояла на более высоком уровне, чем работа по другим специальностям. И когда студенты кончали Московское высшее техническое училище, они делали дипломные проекты и эти дипломные проекты, такие, как проект машины высокой частоты, проект дугового передатчика, проект искрового передатчика, проект лампового передатчика или приемника – все это были инженерные проекты.

Я помню, когда В.К. Виторский первым защищал у М.В. Шулейкина дипломную работу, и мы удивлялись тем дипломным работам, которые выходили из студенческих недр как готовые технические решения тех или иных вопросов.

Так Михаил Васильевич ставил свое преподавание.

Но, нужно сказать, что самым удивительным было то, что здесь вопрос был не только о том, чтобы дать то, что сейчас есть, но давалось все то, что нарождалось. Ведь радиотехника росла чрезвычайно бурно в то время. Я помню очень хорошо такое положение.

Примерно с начала 20-х годов, когда после снятия блокады в СССР хлынул поток иностранной литературы, у нас получилось такое положение. Ламповая радиотехника, которая в Советском Союзе была только в зародыше, и известна была только в лабораториях, стала известна довольно широким кругам специалистов, которым пришлось в значительной степени переучиваться. И вот многие старые специалисты в

Основатель советской теоретической радиотехники

области искровых передатчиков, в области дуговых передатчиков, которые были строителями мощных радиостанций, оказывались совершенно беспомощными, потому что ламповая радиотехника, которая в то время нарождалась, была совершенно другой.



Михаил Васильевич не только смог остаться на той позиции, что он был на уровне ламповой радиотехники, но он немедленно начал изыскивать свои расчеты лампового радиотехнического устройства. Первым человеком, который предложил рационализацию ламповой схемы и таким образом сделал возможным проведение расчета ламповых передатчиков, был Михаил Васильевич. Этот метод имел ряд недостатков. Кто хочет убедиться, пусть обратится к справочнику Рейнера. Там имеется расчет, сделанный М.В. Шулейкиным. И это довольно типичная вещь, что в целом ряде книг, которые издавались в то время, вы можете найти ряд глав и параграфов, которые прямо шли из лекций Михаила Васильевича без упоминания его имени.

Итак, Михаил Васильевич, не только оказался на такой высоте, что мог быть на уровне современной радиотехники, но

Основатель советской теоретической радиотехники

он смог и опережать его, давая такой уровень, которого не было никогда до тех пор.

Американские фирмы имели свои данные, но они их не публиковали, а Михаил Васильевич, в условиях 1922–1924 годов давал расчеты не только дуги, но и расчеты ламповых передатчиков и приемников. Я до сих пор помню расчет регенеративного лампового приемника. Но главное внимание он обратил в то время на те расчеты, которые давали возможность получить радиосвязь, определить радиосвязь. Тогда вопрос об аппаратуре был вопросом, я бы сказал, не науки, а скорее искусства. Напомню хотя бы такой случай.

Когда студенты Московского института инженеров связи шли на практику на радиостанцию им. Коминтерна, в то время они кое-что понимали в радиотехнике, согласно тем курсам, которые читались в то время в Московском институте инженеров связи. Приходя на станцию, они видели, что в ламповом генераторе имеется контур – это был простой анодный дроссель при параллельном питании, но он настраивался конденсатором в качестве фильтра. Когда они спрашивали инженеров, которые настраивали этот контур, то им отвечали, что это – волшебный контур, и если его настроить, то он делает все, что угодно.

И вот при этом уровне в ламповой радиотехнике, который в то время существовал, мы имели и расчеты передатчиков, и расчеты приемников, но выполнение и передатчиков, и приемников – это было отдельным делом

Основатель советской теоретической радиотехники

конструкторов. Совершенно было неясно, каким образом рассчитывать радиосвязь на расстоянии.

Поэтому две основные вещи, которыми занимался М.В. Шулейкин последовательно, были теория антенных устройств и теория распространения радиоволн.

Действительно, для того, чтобы рассчитать что-нибудь, нужно было, прежде всего, справиться с антенной. Уровень антенной техники того времени, когда за нее взялся Шулейкин, был примерно следующий.

Вертикальный провод и здесь или такое соединение, или такое соединение (чертит). Так называемая схема коротких волн и схема длинных волн. Это был максимальный уровень знаний того времени.

Если человек рассматривал антенные устройства, то он мог рассчитать, какая длина волны получится в этих контурах в случае различных емкостей и индуктивности. Вот все, что было известно.

Если шел вопрос о собственной длине волны антенны, то известно было, что такой провод дает примерно 4,1 длины. Известно также, что Г-образная антенна дает 4,5, а Т-образная - от 5 до 6. Такие коэффициенты были в некоторых иностранных руководствах и в статьях, но почему это так, в чем тут дело - ничего не было известно.

Я помню задачу, над которой в то время мучились. Она заключалась в том, что если мы берем такую антенну и

определяем ее излучение, то нужно взять обыкновенный интеграл от $J(x)dx$, причем этот интеграл брался от $-l$ до $+l$, считая зеркальное изображение. Это было написано у Брейсига. При этом для собственной длины волны все укладывалось очень хорошо. Но если вы переходили к длине волны больше собственной, то получалась ерунда. Приходилось решать вопрос так, что эта формула Брейсига справедлива в пределах от 0 до $+l$, но для зеркального изображения не справедлива. Это была тогда такая задача, которую нужно было решить.

Вопрос о действующей высоте существовал, но что было действующей высотой, было совершенно неясно. Известно, что она была меньше, чем действительная высота антенны.

И вот на этой, я бы сказал, элементарной основе, М.В. Шудейкин строит свою теорию антенн. Он решает вопрос о сопротивлении излучения антенны для любой длины волны и для любой формы антенны, что важно, так как теоретически все рассуждения касались вертикального заземления антенны, а отсюда – и коэффициента полезного действия.

В одном из учебников, который был выпущен довольно известными учеными, написано было следующее: вертикальная антенна имеет тот крупный недостаток, что у нее очень большое сопротивление излучения. Сейчас это довольно смешно, но, между прочим, это не так просто.

Идея тут очень простая: такая вертикальная антенна имеет большое сопротивление излучения, значит, она имеет большой декремент. А для искрового передатчика, который возбуждается искрой в первом контуре, и энергия передается во второй контур, большой декремент соответствует силе затухающих колебаний, то есть таким излучениям, которые очень сильно засоряют эфир и, таким образом, являются нежелательными. Поэтому большое сопротивление антенны в этом случае было нежелательным. И с точки зрения старых идей (которые были, к сожалению, перенесены на более новые идеи) это было совершенно правильным, что для искровых передатчиков вопрос о большом сопротивлении излучения мог быть вредным.

Так вот, при том уровне знаний Михаил Васильевич дал полный расчет антенны и, что касается средневолновых и длинноволновых антенн, то мы очень недалеко ушли от того изложения, которое было предложено Михаилом Васильевичем и под его руководством развито его учениками.

Таким образом, вся антенная техника, во всяком случае, длинноволновая и средневолновая (коротковолновую он тоже давал, я об этом скажу), целиком обязана своей теорией М.В. Шулейкину.

Следующий вопрос – это вопрос о распространении радиоволн. Он взялся за практическое разрешение этого вопроса. Старые радиоспециалисты помнят, что были бесконечные опыты с бесконечным количеством кораблей,

Основатель советской теоретической радиотехники

которые отправлялись в путь и измеряли поле, начиная с болометра и кончая детектором. Особенно был известен в этой связи крейсер Альдебаран. Михаил Васильевич пошел по пути теоретическому и решил рассчитать, какое может быть напряжение поля.

Немного о распространении земных волн вдоль поверхности земли. Эта теория была непригодна для практики, и Михаил Васильевич решил ее доработать, довести до практического выполнения, и ему удалось получить формулу, которая давала возможность рассчитать напряженность электрического поля. Эта формула через восемь лет была предложена известным голландским ученым Ван-дер-Подем, но формула Шудейкина была даже точнее.

Вопрос о коротких волнах также стоял на повестке дня. Михаил Васильевич хорошо понимал, что это вопрос очень серьезный, поскольку надо обеспечить постоянную радиопередачу.

Он всегда говорил, что радиоспециалистов случайные связи удовлетворить не могут. Последние годы своей жизни он посвятил этому вопросу. Вначале он построил теорию, которая нигде не была опубликована, но она стала основой всего того, что преподается у нас в области распространения коротких волн. Это был вопрос о столкновении электронов с молекулами газа и о влиянии их на распространение радиоволн, о нагревании высоких слоев атмосферы и об учете этого в летнее время. Целиком удалось построить теорию

распространения радиоволн, и он ее не опубликовал потому, что количество фактов, которое подтверждало эту теорию, было чрезвычайно незначительно, но эта теория и сейчас, до сих пор, излагается почти так же, как излагал ее М.В. Шулейкин.

Для того чтобы решить вопрос, нужно было пойти дальше, нужно было определить ионизацию атмосферы, и Шулейкин начал работать с 1934—1935 гг. в Академии Наук СССР. Будучи избран членом-корреспондентом Академии Наук, он образует бригаду, которая начинает работать по картам ионизации.

И в течение всех лет, начиная с 1934 по 1939 год, когда М.В. Шулейкин умер, эта работа продолжилась. Она послужила основой того, что у нас одновременно или даже раньше, чем за границей, появились карты ионизации, и оказалось возможным предсказывать, какая будет ионизация в будущем году.

Таким образом, появился способ для того, чтобы определять возможность радиосвязи на большие расстояния. Я помню первую задачу, которая была решена в этом году – весьма важная связь между Москвой и Владивостоком, где неясно было, какие волны и когда применять. И Шулейкин со своей бригадой эту задачу решил полностью.

Я не очертил бы достаточно полно роль М.В. Шулейкина, если бы не сказал о его роли в работах военного ведомства. Конечно, даже сейчас целый ряд работ, которые

были произведены Михаилом Васильевичем, не подлежат опубликованию. Но нужно сказать, что все образцы военной радиотехники, которые возникали у нас с 1918 года, а известно, что наша военная радиотехника стояла все время на достаточно высоком уровне, все эти образцы так или иначе проходили через руки Шулейкина. Он был председателем первой комиссии, которая принимала вагонную радиостанцию. Он впервые принимал буквопечать в армии. Он принимал первую радиостанцию, которая делалась на коротких волнах. Шулейкин работал по ультракоротким волнам, работы по ультракоротким волнам тоже в значительной степени обязаны ему, под его руководством они начинались еще в 1922 г. в военной лаборатории на Молчановке, где начинали тогда Введенский и Ржевкин работы по ультракоротким волнам.

И дальше, все работы для армии были обязаны деятельности М.В. Шулейкина. Он разработал специальную теорию антенн, которая тоже не была опубликована из-за ее секретности, но там был предложен целый ряд новых идей.

Я не могу рассказать об этом подробно, но должен сказать, что Шулейкин был, я бы сказал, такой радиотехнической энциклопедией. К нему обращались все его ученики, его сослуживцы по всем вопросам. Скажем, если где-нибудь какое-нибудь реле плохо действовало, шли к Михаилу Васильевичу и спрашивали, почему плохо действует это реле. И Шулейкин садился за стол, начинал писать и давал ответ, каким образом данное реле должно работать.

Основатель советской теоретической радиотехники

Целый ряд заводов Министерства связи, вообще все шли к Шулейкину, и он никогда ни в чем никому не отказывал. Всегда все работы чрезвычайно добросовестно делал и получал такие неожиданные результаты, которые, казалось на первый взгляд, никак не могли из таких простых вещей и выходить.

Вот эта плодотворная практика все время давала такие теории, которые двигали эту практику дальше, вперед.

Нужно сказать, что Михаил Васильевич держал себя чрезвычайно просто. Не нужно думать, что человек такой высокой науки был сухим в жизни, очень сдержанным и т.д., как мы себе представляем обыкновенно ученых. Это не так. Шулейкин был живым человеком, который любил потанцевать, попеть, играл на рояле, сочинял стихи, участвовал в любительских спектаклях. В то же время он мне говорил, что не было такого дня, в который он не написал бы несколько страниц в своей тетради. А эти тетради действительно были кладезем, потому что там была вся радиотехника по любому вопросу. Если к нему обращались кто-нибудь из его учеников, вытаскивалась соответствующая тетрадка, и Шулейкин говорил: *«Я кое-что там набросал»*. И это «кое-что» стоило значительно больше, чем стоили те статьи, которые мы читали в иностранных журналах.

Вероятно, многие еще помнят, что, например, дипломные работы первых учеников М.В. Шулейкина делались обыкновенно таким образом. Например, он проходит вопрос о затягивании. Шулейкин дает свою тетрадку с тем, что

Основатель советской теоретической радиотехники

он сделал по затягиванию и говорит: *«Здесь у меня не закончено»*. Дипломант эту самую работу брал, доканчивал, делал какие-то выводы, сравнивал с какими-то экспериментами, и получалась дипломная работа. Таким образом выходили настоящие ученые.

Моя первая научная работа произошла точно таким же образом. Когда я работал у Шулейкина на Сокольнической радиостанции, он строил одну из первых дуговых станций. У нас еще вопрос шел относительно противовеса, и Шулейкин принес мне расчет емкости антенны противовеса, для того чтобы определить, сколько лучей противовеса нужно. Он принес расчет и сказал: *«У меня здесь где-то ошибка, найдите и докончите эту вещь»*. Я проштудировал, докончил и нашел ошибку. В конце концов, это и явилось первой моей научной работой.

Благодаря такой своей практике, Михаил Васильевич сумел создать очень большое количество своих учеников, которые ему чрезвычайно благодарны за то, что он их посвятил в самое существо радиотехники. Как один из его учеников, я считаю, что мой доклад должен быть посвящен ему для того, чтобы показать его значение для нашей радиотехники.

Проф. Котельников. Может быть, какие-либо вопросы есть к И.Г. Кляцкину? Нет вопросов? Может быть, кто-нибудь хочет дополнить И.Г. Кляцкина о Михаиле

Основатель советской теоретической радиотехники

Васильевиче Шулейкине? Нет? Тогда разрешите предоставить слово следующему нашему докладчику И.Х. Невяжскому, посвященное области радиопередающих устройств.

Председатель. Исаак Харитонович Невяжский является одним из создателей современной русской радиотехники, является автором первой книги по радиопередатчикам, принимал активное участие в создании всех наших мощных радиостанций. Кроме того, Исаак Харитонович много уделяет внимания преподаванию, и работники нашего института знают его как хорошего преподавателя, поскольку он у нас занимается этим довольно много.



Невяжский И.Х.

**Развитие теории и техники
радиопередающих
устройств**



Невяжский Исаак Харитонович (1898–1975)

Я хотел уточнить сначала тему моего доклада: «Роль советской радиотехники в развитии теории и техники радиопередающих устройств».

Таким образом, хотя она относится к радиопередающим устройствам, известным образом касается и истории, именно этой темой ограничен тот круг вопросов, которые я хотел сегодня затронуть.

Хотя речь идет о роли советской радиотехники, нельзя ее, однако, понять, если не вспомнить имя А.С. Попова, от которого берет начало не только наша отечественная, но и мировая радиотехника. Им же был создан и первый передатчик, в котором был передатчик, антенна, манипуляционное устройство и была известная автоматика.

После А.С. Попова, как тут указал только что профессор Кляцкин, был довольно длительный период, когда наша отечественная радиотехника, в частности, техника передающих устройств, не имела возможности должным образом себя проявить.

Начало нашей отечественной радиотехники надо считать после Октябрьской революции. Но надо себе представить ту эпоху, которая предшествовала этому периоду. Что это были за десятилетия?

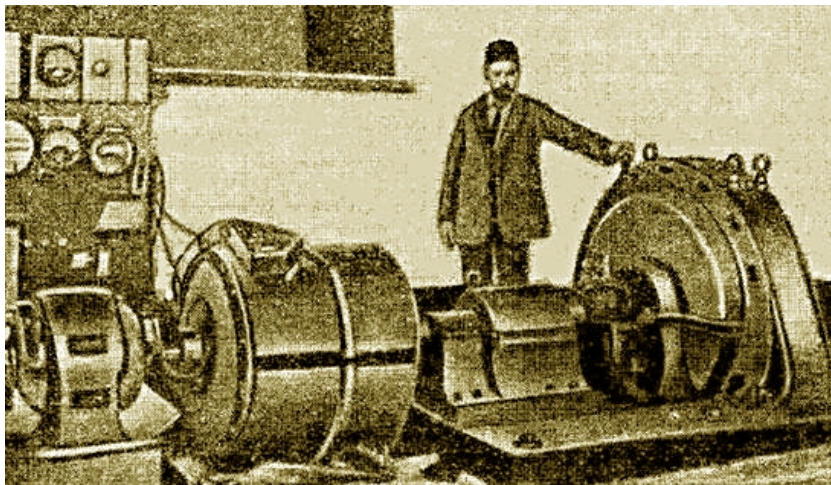
Развитие теории и техники радиопередающих устройств

Это были десятилетия, когда началось смутное осознание тех явлений и работы той аппаратуры, которая почти чисто интуитивно, практическим образом, приводилась в действие. Это была эпоха, когда техника передающих устройств, неудовлетворенная методом искровой передачи, как одной из самых невыгодных, искала всевозможные физические явления, стараясь их приспособить для своей основной цели – генераторных и искровых волн. Это была эпоха, когда аппаратура радиостанций, которая носила скорее характер физических приборов, постепенно начинала принимать законченное конструктивное оформление и принимала вид, годный для практической эксплуатации. Это была эпоха, когда на смену искре, – еще даже не на смену, потому что, собственно говоря, эти идеи были только в зачатке, – начиналась работа в области незатухающих колебаний (с дуговыми, машинными и ламповыми передатчиками), и к этому времени уже появилась идея самовозбуждения. И, может быть потому, что именно в эту эпоху, чего не было в дальнейшем, наша отечественная радиотехника не имела возможности себя проявить, может быть, поэтому все схемы самовозбуждения до сих пор у нас носят иностранные фамилии. Незатухающие колебания привели и к идее о возможности телефонии.

Я перечислил тот арсенал идей, с которыми мировая радиотехника вступила в мировую войну и с которыми, собственно говоря, она подошла к Октябрьской революции, и дальше нам следует посмотреть, что же в дальнейшем развитии

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

этой отрасли техники было сделано нашей отечественной радиотехникой.



В.П. Вологдин у разработанной им машины высокой частоты

Надо упомянуть сразу, если говорить об именах, имя Ленина и имя Сталина, с которыми неразрывно связана вся славная история развития советской радиотехники.

Еще не было радиовещания, еще радиотелефония не выходила из стадии первых лабораторных опытов, а Владимир Ильич уже оценил перспективы. И, благодаря ему, по его личному указанию, был создан первый научный радиотехнический центр – Нижегородская лаборатория, деятельность которой нам всем хорошо известна.

Есть нечто трогательное для меня, когда я перелистываю сейчас эти первые книжечки журнала «Радиотехника», тонкие тетрадки первых номеров «Телеграфия

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

и телефония без проводов». Надо себе представить эпоху – страна в пламени гражданской войны, в тисках голода, когда даже центральные органы «Известия» и «Правда» выходят в миниатюрных размерах на немыслимой бумаге, и в эту эпоху, все-таки, страна имеет возможность обеспечить условия работы для Нижегородской лаборатории и для ее издательской деятельности. Пожалуй, это был единственный технический и научный журнал, который в то время выходил.

Дальнейшие успехи советской радиотехники, как и всех областей советской техники, связаны с именем товарища Сталина, с пятилетками, с индустриализацией нашей страны, со всеми теми условиями, которые обеспечивают успешную работу во всех областях советской науки.

Можно говорить о роли техники двояко. Можно говорить, что данная страна сыграла очень крупную роль в развитии той или иной области, потому, что она сооружала очень крупные передовые сооружения, что аппаратура была очень высокого качества, или в аппаратуре были заложены передовые идеи, за которыми шла техника и других стран.

Можно говорить и о другом – можно говорить о роли развития теоретической стороны вопроса.

Поскольку мы говорим о радиотехнике, об области, которая родилась из теоретических предпосылок, которая имеет дело с чрезвычайно сложными процессами и для разрешения своих вопросов пользуется чрезвычайно сложным математическим аппаратом, более сложным, чем в других

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

областях. Эти стороны вопроса неразрывно связаны, и действительно, нам следует отметить и исключительную роль чисто технической, и очень крупную роль в области развития чисто технических идей.

Я предполагаю доказать, если говорить о чистой технике, следующие положения.

Во-первых, что советская радиотехника в области передающих устройств не брала готовых решений, что весь сложный, зигзагообразный путь, который прошла техника радиопередающих устройств, был пройден и выношен советскими техниками.

Во-вторых, что, примерно с конца гражданской войны, в области передающих устройств советской радиотехнике принадлежит первенство в смысле мощности передающих станций.

И в-третьих, что именно в Советском Союзе был создан ряд оригинальных систем в области передающих устройств, которые оказали в значительной мере влияние на развитие этой области техники за рубежом.

Весь путь развития техники передающих устройств прошел на наших глазах. Мы очень хорошо знаем, насколько извилист был этот путь. Ряд идей, передовых в свое время, техника передающих устройств оставляла для того, чтобы спустя несколько лет вернуться к ним, но уже на новой основе и, с другой стороны, целый ряд идей, которые сейчас кажутся

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

очень простыми, потребовали для своего внедрения целые десятилетия.

Пример – область модуляции, первые передатчики, передатчики самовозбуждения. Совершенно естественно производить модуляцию на самом чувствительном органе – на сетке. Но генератор самовозбуждения и глубокая модуляция невозможна, невозможна и чистая модуляция (явление срыва, переход на модуляцию на анод). Через некоторое время вводится независимое возбуждение, анодная модуляция опять бросается, мы переходим к сеточной модуляции, так как модуляция на основе независимого возбуждения имеет все преимущества перед предыдущими способами.

Но проходит целых 10 лет, после появления такой элементарной мысли, как применение штепсельной двухтактной схемы (каскад, который модулирует передатчик), чтобы опять произошел возврат к анодной модуляции.

Я на этих примерах хочу сказать, что весь этот извилистый путь был нами пройден, и правильные решения были получены, как говорится, на своем собственном горбу. Целый ряд других вопросов – короткие или длинные волны и еще вопросы, которые волновали радиотехнику того времени – машина, дуга или лампы. Все эти вопросы решались смело, самостоятельно.

Кое-кто из здесь присутствующих, вероятно, помнят – это были наши студенческие годы. Мы посещали иногда заседания общества русских радиоинженеров. Иногда эти

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

заседания происходили на квартире у М.В. Шулейкина и, вероятно, многие помнят, какие страстные споры разгорались вокруг тех вопросов, о которых я упоминал только что, причем они принимали иногда далеко не парламентский характер. Но это свидетельствует только о том, что идеи были выношены непосредственными участниками этих споров, что у каждого была своя точка зрения, защищались многие, кажущиеся сейчас совершенно несуразными точки зрения.

Например, что мощную радиостанцию нужно строить не при помощи единичных ламп, а нужно брать параллель из 100 ламп – и такие идеи тоже защищались. Так или иначе, но по всем этим вопросам была своя точка зрения и торжествовала та точка зрения, которая на нашем собственном опыте получила практическое оправдание.

Машина, дуга или лампа? Нам всем хорошо известна оригинальная работа Вологодина в области машин; работы М.В. Шулейкина, Чернышева, Лебедева в области дуговых передатчиков и исключительная роль М.А. Бонч-Бруевича в создании мощной генераторной лампы.

Я, может быть, сделаю некоторый прыжок, но, чтобы покончить с этой частью доклада, я хочу сказать, что целый ряд вопросов, которые возникали в технике передающих устройств и находили часто, даже не одновременно, но и заранее, отклик у нас. Я хочу напомнить, скажем, вопрос о частотной и фазовой модуляции.

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

Как известно, эти вопросы начали занимать страницы технической литературы в середине 30-х годов. Среди московских специалистов вопрос о том, что амплитудная модуляция, пожалуй, не является единственным способом управления колебаниями для целей телефонии, обсуждался уже примерно в конце 20-тых годов, и в 1931 г. Зейтленком и Каминским были поставлены лабораторные работы, в которых была доказана возможность фазовой модуляции.

То же самое относится и к последним годам – к эпохе весьма высоких частот. Достаточно упомянуть имя, скажем, Зеленкевича, который впервые натолкнулся на явления колебаний весьма высоких частот в триоде с положительной сеткой.

Второе, о чем мне необходимо сказать – это о ведущей роли техники передающих устройств в области мощных радиостанций. Приходится опять вернуться к имени М.А. Бонч-Бруевича. Им была построена радиостанция мощностью 12 кВт - самая мощная в 20-х годах и с тех пор первенство в смысле мощности радиопередающих станций остается, как я уже говорил, в наших руках.

На этой же радиостанции впоследствии Б.П. Терентьев создал более мощный передатчик. Если говорить о дальнейшем развитии, необходимо упомянуть имя А.А. Минца, человека исключительных организационных и инженерных талантов, который создал тот крупный коллектив, которому

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

принадлежит честь строительства всех наиболее мощных радиостанций Советского Союза и, следовательно, мира.



Минц Александр Львович (1895–1974)

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

Достаточно сказать, что в 1928–1929 г. была создана первая станция мощностью в 100 кВт, в 1932 г. – в 500 кВт (самая мощная для своего времени станция), в 1938 г. – самая мощная в мире коротковолновая станция 120 кВт. И во время Великой отечественной войны – станция мощностью 1 тыс. кВт, самая мощная станция, которая сейчас вообще имеется в мире.

Следует подчеркнуть, что наша техника создала целый ряд оригинальных систем в области передающих устройств. Системы модуляции имеются у Бонч-Бруевича, Оганова, Минца и т. д. Имеются оригинальные системы, при помощи которых возможно было осуществить чрезвычайно большие мощные, так называемые блоковые системы.

На длинных волнах была применена система получения больших мощностей путем сложения отдельных высокочастотных агрегатов, которые работают на общий генератор, и этим была обеспечена возможность получения почти неограниченных мощностей и высокой устойчивости работы всей станции в целом, поскольку выход одного блока не останавливал работу станции.

Впоследствии была предложена Минцем система модуляционно-генераторных блоков на коротких волнах – система сложения мощности в эфире. Мощные отдельные типовые передатчики могли складывать свою мощность, они питались от общего возбуждателя, а части антенны сооружались

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

таким образом, чтобы наводимое сопротивление одно на другое было бы минимальным.

Стоит сказать, что ряд идей оказал, без сомнения, влияние на зарубежную технику. Позже в мощной американской станции была применена система с помощью волновых блоков. Немцы перед самой войной собирались построить радиостанцию мощностью в 5000 кВт, причем ее строительство должно было быть основано на следующих принципах. По кругу устанавливалось 10 антенн. Каждая антенна питалась своим 500-киловаттным блоком. Все эти антенны имели общий возбудитель импульса – те же самые фазовращатели, которые применялись у нас, и таким образом предполагалось получить 10-ти кратное усиление, направленное, в зависимости от фазированных токов в отдельных антеннах, в результате чего должны были получить 5000 киловатт. Все эти идеи чисто советские.

Можно кратко перечислить оригинальные схемы в области нейтрализации. Скажем, забытая и сейчас победоносно шествующая схема М.А. Бонч-Бруевича с заземленной сеткой. Можно напомнить схему нейтрализации Зейтленка, которую применяют на целом ряде наших радиостанций. Можно упомянуть схему Сегала, которая совершенно оригинальна и начинает получать применение в Советском Союзе. Можно говорить об оригинальных системах повышения КПД в передатчиках, о специальных системах связи, о системах оригинальных в области передатчиков специального назначения и специальных системах в той

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

области, которая ведет немаловажную войну во время военных действий в эфире.

Таким образом, мне кажется, что то, что я до сих пор изложил, в достаточной степени доказывает основные положения, которые были высказаны в начале доклада. Вряд ли нам нужно свидетельство иностранцев, но, может быть, уместно будет вспомнить известный афоризм, который относится к деятелям советской радиотехники еще в то время, афоризм Арко, одного из деятелей фирмы «Телефункен», который, услышав впервые о работах советской радиотелефонии, сказал такую фразу: «*Ohne Hoken, aber mit Radiotelefonie*», которая переводится так: «*Без штанов, но с радиотелефонией*». Мне кажется, что в этом изречении меньше иронии, чем удивления перед совершенно непонятой для Запада силой, той силой, которая двигала и двигает нашим прогрессом.

Может быть, имеет смысл упомянуть и такие факты, что целый ряд работ, даже учебников советских специалистов, переведены и, хотя не издаются массовым тиражом, являются пособиями внутри ряда иностранных фирм. Мне самому приходилось видеть перевод лекций профессора Вологодина, относящихся к генераторам, довольно объемистых, которые были очень аккуратно переведены одной немецкой фирмой и имели хождение среди работников этой фирмы как пособие.

Мне приходилось видеть очень тщательно составлявшиеся обзоры состояния радиотехники в Советском

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

Союзе в той же самой фирме, где, как это может быть ни удивительно, были очень подробные данные о целом ряде наших сооружений, обзоры теоретических работ. Все это я привожу к тому, что, конечно, и за границей роль и значение советской радиотехники были, без сомнения, оценены.

Может быть, стоит еще указать на такой факт, что наша продукция в области радиопередатчиков имела достаточно большое распространение за границей – и на Востоке, и на Западе. Может быть, стоит упомянуть и такой факт, что строительство мощной радиостанции в одной из зарубежных стран почти перешло к Советскому Союзу. Только одна из американских фирм из боязни конкуренции и из условий престижа использовала коррупцию государственных чиновников этой страны, и вопрос чуть ли не дошел до парламентского скандала. Я хочу сказать, что мы не нуждаемся в таких ссылках и доказательствах, но они достаточно характерны.

Я перехожу ко второй части – к роли советских радиотехников в развитии теоретических вопросов. Эта роль стоит на чрезвычайно высоком уровне. Характерно, с легкой руки М.В. Шулейкина, стремление довести каждый раз рассматриваемые вопросы до инженерных расчетов.

И последнее. Имеется целый ряд областей, по которым имеются советские школы, областей, которые в теоретическом отношении разработаны только у нас. Достаточно напомнить такие имена, как имя М.В. Шулейкина и его школу.

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

Большинство из нас является его учениками в первом, втором и третьем поколении. Можно говорить о школе Мандельштама и Папалекси, об их роли и роли славной плеяды их учеников в развитии теории нелинейных колебаний.



Мандельштам Леонид Исаакович (1879–1944)



Папалекси Николай Дмитриевич (1880–1947)

Если исторически посмотреть, как вопросы возникали по мере развития техники передающих устройств, то мы видим, что всякий раз все эти вопросы получали достаточно глубокую теоретическую разработку.

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

Ламповые генераторы. Первая плодотворная идея, которая сразу облегчила понимание и, главное, позволила подойти с инженерными расчетами к явлениям в генераторе, идея линеаризации характеристики. Достаточно вспомнить дипломную работу Н.К. Титова, которая относится к 1924 г., и в которой обследовалась линеаризация характеристики.

Кляцкин, Минц, Берг, Евтянов и целый ряд других работников участвовали в развитии теории триодов, тетродов и пентодов.

В 1946 г. можно было в центральном американском журнале найти работы, в которых с очень серьезным видом дискутировались вопросы, которые мы в течение десяти лет читаем студентам.

Чрезвычайно широко у нас были поставлены работы в области теории модуляции, в области теории искажений, в области теории связи.

В области нейтрализации надо сказать, что, может быть, только у нас эти вопросы получили настолько завершенную форму, что, собственно говоря, все процессы надо считать достаточно ясными. Я здесь тоже могу привести пример для характеристики.

Уже примерно в конце 30-тых годов в журнале Института инженеров-электриков появилась статья, посвященная нейтрализации и можно было, скажем, там в дискуссии найти спор на тему, что, по существу, сеточная и анодная нейтрализация – одно и то же, потому что тут и там

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

имеется мост – не все ли равно, как этот мост построить. Это характерно.



Берг Аксель Иванович (1893–1979)



Евтянов Сергей Иванович (1913–1976)

Область стабилизации частоты. Я берусь утверждать, что нигде эти вопросы так глубоко не разработаны и не систематизированы, как у нас.

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

Вопросы получения повышения КПД генераторов, вопросы, относящиеся к современной радиотехнике, к колебаниям весьма высокой частоты, вопросы инерции электронов специальных контуров вспомогательных систем – во всех этих областях мы имеем чрезвычайно солидные и исчерпывающие работы.

В частности, кафедра передающих устройств, коллектив, работающий на этой кафедре, тоже немало способствовал развитию целого ряда теоретических и практических вопросов в области техники и теории радиопередающих устройств. Эти работы относятся к теории генераторов с независимым возбуждением, к теории генераторов с самовозбуждением, к электродным лампам, к функционированию генератора на ультракоротких волнах, к вопросу об искажении нестационарных явлений, к нейтрализации паразитных колебаний в специальных системах, к блоковым системам на коротких волнах и к разработке специальной аппаратуры.

Я не называл фамилий, вернее, немного назвал фамилий, и тема моего доклада касалась не столько роли советских ученых, как я хотел охарактеризовать роль советской техники в целом. Кроме тех имен, которые я назвал, можно назвать ряд имен, хорошо нам известных – имена Зейтленка, Неймана, Моделя, Сосунова и целого ряда других.



Нейман Михаил Самойлович (1905–1975)



Модель Зиновий Иосифович (1899–1994)



Сосунов Василий Николаевич (1901–1975)

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

Надо войти немного в положение докладчика. Примерно в течение 10 лет выходил журнал «Телеграфия и телефония без проводов», в течение 15 лет выходили «Известия электропромышленности слабого тока» и по-иному называли первое время журнал «Электротехника», который выходил с перерывом в течение 5 лет. Если сюда прибавить журнал «Электросвязь», который выходил в течение не очень большого времени, и работы, которые опубликовывались в физических журналах, в общих электротехнических журналах и институтских журналах, таких, как «Известия ВЭСО» НИИСКА – худо-бедно, мы наберем около 300 работ, посвященных вопросам радиопередающих устройств.

Это обилие статей свидетельствует о том, что в этой области кипит жизнь. Конечно, невозможно учесть роль всех этих работ, но если мы даже будем считать, что не больше, чем, скажем, $1/5$, или даже $1/6$ этих работ являются выдающимися, то мы получим чрезвычайно солидную цифру. А эта цифра не преувеличена, потому что очень многие (эта традиция началась с М.В. Шулейкина) выступают чрезвычайно скупко в печати и выступают только тогда, когда им необходимо сказать нечто важное и нужное.

Это есть одна из причин того, почему я сегодня не перечислил ряд общеизвестных фамилий, но мне казалось, что следовало бы упомянуть одного из неизвестных радистов, вернее, известного, но, может быть, безымянного, того самого, который в дни Великой отечественной войны решал вопросы связи в нашей армии.

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

Кто несколько знаком с этими вопросами, то вероятно был неоднократно поражен, сколько творческой инициативы проявил этот неизвестный, или, вернее, безымянный радист в условиях Великой отечественной войны. Он сейчас вернулся в военные институты, в гражданские институты, на заводы и там, без сомнения, внесет свои поправки и свою лепту в дальнейшее развитие техники наших передающих устройств.

Я думаю, что его деятельность и будущая деятельность талантливой молодежи, которую мы обучаем в стенах наших ВУЗов, является гарантией того, что мы, как и прежде, будем находиться в передней шеренге той великой армии, которая борется в нашей стране за передовую науку, технику и культуру. (Аплодисменты).

Проф. Котельников. Товарищи! Будут ли какие вопросы к Исааку Харитоновичу? Нет вопросов? Может быть, кто-нибудь хочет высказаться по затронутым вопросам?

Тов. Терентьев Б.П. Я хотел несколько поделиться своими воспоминаниями (теперь я уже в старики записался) по поводу той радиостанции, на которой я начал свою радиотехническую деятельность. Дело было в 1918 г. Я начал работать на Ходынской радиостанции, нынешний Октябрьский радиоцентр.



Терентьев Борис Петрович (1899–1995)

Я хотел показать примерный уровень техники тогдашнего времени. Что представляла тогда из себя эта радиостанция? Надо сказать, что эта Ходынская радиостанция являлась одним из крупнейших радиотехнических сооружений в мире по тому времени. Это было действительно довольно крупное сооружение и даже по сегодняшним масштабам. Оно имело мощность в антенне 100 кВт. Что же из себя

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

представляла эта самая радиостанция, которая в то время являлась по существу единственным органом связи Советского союза с зарубежными странами?

В те времена (1918–1920 гг., времена блокады) у нас проволочной связи с западными странами совершенно не было, и Ходынская станция являлась одним из самых основных способов связи Советского Союза с границей. Что она собой представляла? В то время она могла быть только искровой. И действительно, она была искровой.

Устроена она была следующим образом. Имелся дизель мощностью 500 л.с., и на одном валу с этим дизелем сидела динамомашинка постоянного тока 380/220 вольт. Затем дальше эти 220 вольт подавались в моторы. Имелось 14 агрегатов, каждый из агрегатов состоял из мотора 220 в. и на одном валу сидело 2 динамомашинки, каждая давала по 750 вольт, они были соединены последовательно, и получалось 1500 вольт на одном валу.

Каждый такой агрегат заряжал свою аккумуляторную батарею. Было там 12 аккумуляторных батарей емкостью 54 а/ч. Каждая батарея содержала в себе, ни много, ни мало, как 500 банок аккумуляторов на 1000 вольт рабочего напряжения и каждый агрегат производил зарядку этих аккумуляторов. Всего было 6000 банок аккумуляторов. Каждый аккумулятор был такого (показывает) размера, и для того, чтобы поставить эти банки, было построено два отдельных здания с аккумуляторным помещением.

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

Все эти аккумуляторы соединялись последовательно, и получалось 12000 вольт постоянного тока и эти 12000 вольт постоянного тока подавались в радиотехническую часть посредством колебательного контура в искровой разрядник.

Колебательный контур представлял собой контур, составленный из 100 конденсаторов. Каждый конденсатор с полстола размером. Это был стеклянный конденсатор, и общая емкость колебательного контура была две микрофарады. Эти конденсаторы разряжались на катушку самоиндукции, катушка самоиндукции состояла из ленты (6–7 витков плоской спирали). С этой катушкой связана была катушка антенны. Одним словом, это шло в антенну.

Что из себя представлял разрядник? Это был мотор 50 л.с., довольно большое сооружение, на валу которого помещался диск с зубцами из красной меди весом около тонны, метров 6-7 длины и около метра диаметром. На нем были зубцы 15 мм толщины и 40 мм ширины. Искра проскакивала с неподвижных электродов на один зубец, на другой зубец и возвращалась к другому полюсу.

Какой шум при этом происходил! Когда я ездил на дежурства и проезжал мост Белорусско-Балтийской дороги, около Ваганьковского кладбища, то есть в 4-х км. от радиостанции, я мог слышать с чем радиостанция работает, что передает и как хорошо она работает, если ли перебой или нет, то есть я знал по дороге на дежурство, что там какие-то неполадки, надо ли торопиться. А когда я входил в помещение,

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

где был разрядник, невозможно было разговаривать, не слышно было ничего, кроме рева разрядника.

Что из себя представляло антенное сооружение? Антенное сооружение представляло из себя следующее: имелось 11 мачт, из них 2 мачты высотой по 120 метров, остальные – по 110 метров. На этих 11 мачтах была натянута антенна, которая представляла собой 4 «колбасы». Длина антенны была 1100 метров, то есть километр с лишним.

Снаряжение шло в антенном павильоне, где находился колебательный контур, и все это сооружение было колоссальных размеров. Сейчас на этой территории располагается десятка три радиостанций такого порядка, а тогда была только одна радиостанция, причем на этой же территории при том состоянии радиотехники помещалась и приемная радиостанция, потому что велись передача и прием. Был маленький домик, в котором помещалось несколько приемников, о которых рассказывал И.Г. Кляцкин. Это был такого размера (показывает) кубик, в нем было два колебательных контура, два детектора, два телефона – замечательно хороший приемник, или другие приемники – РГС-4, детекторный приемник, размером с хороший телевизор. Вот что представлял из себя приемный центр. В дальнейшем, через некоторое время, приемная станция была оттуда выделена, и был организован Радиоцентр в Метрополе. Вот что представляло из себя антенное сооружение.

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

Надо сказать, что по тогдашнему времени эта станция была на очень высоком уровне. Все-таки, по-настоящему, это действительно была эффективная мощность в антенне порядка 80–100 кВт. Подобного же рода станция была тогда сооружена в тогдашнем Царском селе, теперешнее Детское село. То же самое она поддерживала связь с рядом зарубежных стран. По теперешним временам как-то странно, что на детекторном приемнике поддерживалась связь на большом расстоянии, а Ходынская радиостанция поддерживала связь с такими корреспондентами, как Париж, Рим, Лондон.

С Лондоном проходило трудно, но это была связь закономерная, которая велась довольно регулярно,

Примерно в 1920–1921 гг. на этой радиостанции производились опыты по радиотелефонии. Приехал М.А. Бонч-Бруевич со своими лампами, я был тогда техником и помогал ему делать установку. Почему он здесь работал на Ходынке? Потому что здесь был очень хороший источник питания. Здесь можно было сколько угодно взять высокое напряжение 1–2–12 тыс. вольт, берете от отдельных стеллажей, сколько хотите, столько и берете, и он подавал на анодную лампу около 3 тыс. вольт и пытался связаться с Читой и Челябинском! Я помню, что у него почему-то получалось не Чита, а «Щита», но все-таки эту связь можно было вполне разобрать. 2–3 лампы были на выходе – мощные лампы с водяным охлаждением, когда анод изнутри охлаждался при помощи металлической трубки внутри анода, который охлаждался водой. У этих ламп он вел работу, свои первые

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

эксперименты по радиотелефонной связи. Насколько я помню, связь тогда не получилась, хотя он в течение нескольких дней взывал к Чите и Челябинску, они не слышали. Не знаю, почему, но помню, что такая неприятность с ним была. Для него специальную антенну построили. Ходынская радиостанция работала на волне 9000 метров, поэтому такой колоссальной емкости потребовался конденсатор. Одним словом, на Ходынской радиостанции производились дальнейшие опыты по радиотелефонии.

А еще позже были установлены в новом специальном здании машины Вологодина высокой частоты, и эти машины долго существовали там и поддерживали связь внутри Советского Союза и с заграничными корреспондентами. И эти машины высокой частоты до сего времени существуют, не на Октябрьском центре, а используется совсем по другому назначению (для закалки они действуют), но, во всяком случае, они в природе до сих пор существуют и можно с ними ознакомиться.

Дальше уже началась эра постройки ламповых радиостанций. Там же, в специальном здании, несколько позже, то есть в 1924 г., М.А. Бонч-Бруевич установил одну из первых наших коротковолновых линий связи и ряд передатчиков. Надо сказать, что для увеличения стабильности он пытался сделать два каскадных передатчика. Но так как схема связи была без нейтрализации, то на коротких волнах один можно было выключить, и связь продолжала идти так, как будто мощный каскад не выключался.

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

Там же Бонч-Бруевич производил опыты по связи нестабилизированными передатчиками, но чтобы связь была и можно было принимать на регенеративных приемниках, была введена частотная модуляция.

По существу, основоположником частотной модуляции является М.А. Бонч-Бруевич. Чтобы можно было слышать на регенеративном радиоприемнике и не гоняться за волной, Бонч-Бруевич очень просто решил вопрос – раз волна гуляет, и приходится искусственно перестраивать приемник, то будем волну гонять, и она когда-нибудь попадет в приемник.

Он поставил моторчик с зубчатками и включил в колебательный контур. Емкость колебательного контура менялась периодически, и слышался писк, тон разрядника. Емкость менялась так, что можно было принимать на регенеративном приемнике высокой чувствительности эту станцию, несмотря на то, что волна гуляет, потому что диапазон импульса частоты был много больше, чем уход частоты передатчика в зависимости от температуры и других факторов.

Так что Ходынская радиостанция прошла весь курс радиотехники практически, начиная с искровой радиостанции. Затем была машинная радиостанция и, наконец, ламповая. Единственно, чего там не было – дугового передатчика, он на Шаболовке стоял.



Радиостанция на Ходыньском поле

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

Ходынская радиостанция является колыбелью практической радиотехники и на сегодняшний день эта радиостанция тоже является одной из передовых радиостанций, поддерживающих связь с рядом наших корреспондентов на самых разнообразных направлениях, на самых разнообразных мощностях. Вот что я хотел сказать относительно Ходынской радиостанции.

Председатель. Есть вопросы?

Тов. Виторский. На упражнениях по курсу радиотехники, которые вел М.В. Шулейкин с нами в 1921 г., он давал задачу подсчитать первую амплитуду тока в контуре Ходынской станции и получался ответ 30 тыс. ампер. Верно ли это?

Д.Н. Терентьев. Я был тогда техником и не понимал этого. Возможно – 12.

Тов. Виторский. Я в 1921 г. был на преддипломной практике на Шаболовской дуговой станции в течение очень короткого времени и как-нибудь в другой раз кое-что мог бы рассказать об этой станции из своей практики. Этот дуговой генератор представлял из себя замкнутую камеру, которая прижималась на пружинах, имела предохранительные клапаны, анод был из красной меди, охлаждался водой, а катод – угольный.



Радиостанция на Шаболовке

Дуга горела в сильном магнитном поле. Для обеспечения работы дуга горела или в атмосфере водорода, или в парах винного спирта. Так вот, среди работников

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

Наркомпочтеля установилось твердое мнение, что спирт нужен обязательно чистый, а не денатурат, и этот чистый спирт туда подавался, в эту камеру и там испарялся. Но когда давление превышало верхние нормы, тогда поднималась крышка и появлялись винные пары, и на четыре километра вокруг был слышен винный запах, спиртной запах возле радиостанции.

Что касается уровня обслуживающего персонала, то можно сказать, что после того, как мы прослушали лекции М.В. Шулейкина, и пришли на несколько дней на эту радиостанцию, то в результате я объяснял техникам целый ряд вещей, которых они не понимали. Я совершенно неопытный человек, мне было тогда около 20-ти лет, электротехникой занимался очень немного до этого, и на основе лекций Шулейкина я смог тогда объяснить целый ряд вещей обслуживающему персоналу.

Проф. Котельников. Будут ли еще какие-либо вопросы?

Проф. Белькинд. Я хочу задать вопрос. Мне пришлось в 1947–1948 гг. довольно глубоко проникать в некоторые архивы, в частности, в Саратовский архив, главным образом, в связи с Яблочковым.

Архивные работники мне тогда говорили о том, что у них есть архив электротехники. Это архив Бобруйской станции искрового телеграфа, архив, относящийся к 1914 и 1915 годам. Я в глубину этого материала не проникал, потому что он мне не был нужен и, возможно, я бы ничего не понял из того, что

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

там имеется. Но тогда я обратился к администрации Саратовского архивного управления – зачем они держат этот материал, который, вероятно, с историко-технической точки зрения, представляет определенную ценность? И сказал адрес Ленинградского музея связи, куда они должны обратиться.



Белькинд Лев Давидович (1896–1969)

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

Прошел год, я вторично поехал в архив, и весь этот материал оказался на месте. Когда я спросил – обращались ли они с просьбой принять этот материал в организацию, которая использует его, они сказали: *«Да, знаете, если бы мы написали, они попросили бы, чтобы мы им выслали, а чтобы выслать, нужно ящики доставать, поэтому мы не писали».*

Я, приехав в Москву, сам написал туда, в Ленинградский музей связи, и получил ответ, что их тот материал интересует, и они примут меры к его получению.

Меня интересует, действительно ли эти материалы Бобруйской станции искрового телеграфа представляют интерес, и имеют ли они отношение к истории радиотехники? Стоит ли, если Ленинградский музей отделался вежливым ответом, стоит ли, чтобы они нашли свое применение более рациональное, чем бесконечное хранение в Саратовском архиве, в который никто не обратится для использования этого материала?

Председатель. Кто может по этому вопросу дать ответ?

Виторский. Какого характера документы там содержались?

Проф. А.Д. Белькин. Там все содержалось, начиная с проекта устройства радиотехнической части, приспособления здания. Содержалась инструкция пользования и применения (это был военный телеграф). Содержалась последующая административная переписка персонала, руководившего станцией, с соответствующими инстанциями.

Развитие теории и техники радиопередающих устройств

И некоторые приложения были, общего ли характера или относящиеся к этому специальному военному телеграфу – я не знаю. Вот содержание того материала.

Тов. Виторский. По существу вопроса, мне думается, что в этом материале, безусловно, найдутся документы, представляющие интерес в историческом отношении, ценного может быть немного, но, безусловно, найдется.

Председатель. Еще кто хотел бы высказаться по этому вопросу или по каким-нибудь вопросам? Нет больше желающих? Тогда будем считать, что сегодня мы на этом заканчиваем работу и просьба прийти сюда завтра, в 18 часов, для продолжения конференции.

Председатель. Предполагается между вторым и третьим докладом сделать небольшой перерыв для того, чтобы можно было немного отдохнуть. Нет ли каких-либо замечаний по повестке дня? Если нет, то приступим к докладу Г.А. Левина. Его все знают, так что, я думаю, нет надобности его представлять.



Левин Г.А.

**Развитие теории и техники
радиоприема советскими
учеными**



Левин Гец Аронович (1898–1965)

Как вы, вероятно, все очень хорошо понимаете, я не в состоянии буду изложить историю радиоприемной техники в Советском Союзе в рамках того времени, которое в таком докладе может мыслиться.

Дело в том, что, несмотря на свою молодость, радиотехника имеет порядочную историю, вошла в возраст и небольшого времени не хватит для того, чтобы изложить в сколько-нибудь связном виде весь ход развития теории и техники даже такой отрасли, как радиоприемные устройства.

Поэтому, очевидно, речь может идти только о нескольких наиболее важных моментах, наиболее характерных для развития техники радиоприемных устройств в нашем Союзе и о них, очевидно, речь и будет идти.

Прежде всего, я хотел бы констатировать, что, в общем, радиоприемную технику нужно считать более молодой, чем технику передающих устройств (это – не в порядке полемики). Формально возраст одинаковый и даже приоритет за приемниками, потому что приемник был сделан сначала, а потом уже был выполнен передатчик, но вместе с тем, положение вещей таково, что в первые годы и десятилетие

Развитие теории и техники радиоприема

развитие радиотехники в основном шло по линии техники передающих устройств. В этом видели прогресс радиотехники, и не только видели, а, по существу, в этом прогресс радиотехники и заключался.

Основная задача заключалась в том, чтобы перекрыть расстояние тем или иным способом, добиться более совершенной формы передачи сигналов – овладеть передачей не только телеграфных знаков, но и передачи речи, а затем телевидения.

Совокупность проблем, которые стояли в свое время, приводила к тому, что основные интересы были сосредоточены именно вокруг вопросов передачи.

Если вы посмотрите журналы за весь период от начала ламповой радиотехники и примерно до 30-х годов, то статей, которые были бы посвящены вопросам радиоприемной техники, вы там почти не найдете.

Сама культура радиоприема стояла на довольно невысоком уровне, и это вытекало, по существу, как я уже говорил, пожалуй, из самих задач, которые стояли перед радиотехникой в целом.

В первую очередь нужно было удовлетворительно решить задачу техники передачи. Не было даже ясного понимания того, что здесь есть известная равноправность, и что решение вопросов приемной техники имеет не менее важное значение для развития радиотехники в целом, чем решение задачи чистой техники передатчиков.

Развитие теории и техники радиоприема

Осознание того, что техника приемных устройств имеет очень важное значение, что в ней есть свои специальные, очень существенные и трудные проблемы, что развитие радиотехники упирается во многих случаях в нерешенные задачи техники приема, что вообще прогресс радиотехники зависит от решения именно приемной стороны дела – все это пришло гораздо позже. И в настоящий момент все это осознано уже в полной мере.



Лет 20 тому назад специальных книжек по радиоприему вообще не было. Насколько я сейчас припоминаю, в то время существовала, но у нас, пожалуй, и переведена не была, книга Баркгаузена «Электронная лампа». В ней есть одна часть (3-я), посвященная технике радиоприема.

Что, собственно, в этой книге было? Там разбирались два вопроса – вопрос регенеративного приема и вопрос детектирования, правда, не очень подробно. И вот это соответствовало уровню того, что представляло интерес в те времена.

Развитие теории и техники радиоприема

Потом дело пошло быстрее: появились новые задачи, стало много яснее все содержание техники радиоприема, и она стала очень быстрыми шагами идти вперед у нас и за границей.

Если попытаться провести параллель между тем, как развивалась техника радиоприема у нас и за границей, техника, понимаемая не только в смысле изготовления и разработки определенных конструкций, но в смысле литературных работ, теоретической разработки в широком смысле слова, то здесь можно высказать несколько положений, более или менее верных. Конечно, они верны только до известной степени приближения, потому что речь идет об охвате очень широких областей вопросов.

У меня лично сложилось такое впечатление, что развитие техники за границей шло обычно такими путями: там сначала развивалась практика дела, а потом теория каким-то образом успевала или не успевала осмыслить то, что практически было сделано.

Я не мог бы сказать, что у нас дело шло наоборот, т. е. сначала решались теоретические проблемы и потом, на базе теоретических решений, достигались те или иные конструктивные практические решения. По-всякому у нас бывало. Из того, что я далее буду говорить, это будет видно. Но все же доминирующее направление у нас было иное, не совсем так, как это было за границей. Большей частью у нас теория опережала развитие нашей практики.

Я не хотел бы сейчас анализировать причины того, почему это так получается, и не хотел бы анализировать вообще, правильно это или неправильно, то есть какой путь развития техники и развития науки вообще нужно считать более правильным. Должны ли сначала разрабатываться теоретические проблемы, а потом, на началах решения теоретических задач, разрабатываться соответствующая конструкция, или иначе нужно поступить. Но, как мне кажется, это все-таки является некоторым отличием нашей истории от истории развития техники за границей.

Второе, что, как мне кажется, можно подчеркнуть, и это будет особенно верно для развития теории, это то, что за границей теория обыкновенно разрабатывалась, как теория частных вопросов. Это было верно почти что во все времена, и верно в более новые.

Для нашего развития теории характерна другая тенденция. В ряде случаев нашим ученым удавалось разрешать общие вопросы, давать монументальное решение таких проблем и таких задач. И давать это решение в таком виде, в каком это за границей не достигалось.

И вот здесь как раз объяснение этому факту можно будет дать. Я попытаюсь дать этому объяснение в конце своего доклада.

В сопоставлении уровня развития техники радиоприема у нас и за границей можно было бы сказать следующее: не всегда позиции наши и позиции иностранной техники были

одинаковы друг по отношению к другу. Были такие времена, когда можно было считать, что наша техника и теория радиоприемных устройств идет несколько позади того, что делается за границей. В частности, это тот период, который шел непосредственно за гражданской войной. Потом положение изменилось, и мы во многих вопросах идем вровень с тем, что делается за границей, а во многих вопросах опережаем.

Почему так получилось, это можно будет легко усмотреть из последующего.

Во всяком случае, если взять тот промежуток времени, который охватывается последними двадцатью годами, то к началу этого промежутка наши собственные работы по теории радиоприема носили частный характер. В основном изучались отдельные вопросы техники радиоприема и в той мере, в какой удавалось это сделать, получалось нужное решение.

Я бы мог упомянуть работы Л.Б. Слепяна, которые относятся к этому времени. У него были очень хорошие работы, например, объяснение работы схемы релаксации.

В свое время это представляло большую интересную работу. Ему удалось убедительно показать, в чем заключается существо этой схемы, какие процессы там происходят. Но это, конечно, было частной задачей и не может рассматриваться, как крупная радиотехническая задача. Это успех, но не тот фундаментальный успех, который выпал на долю нашей

Развитие теории и техники радиоприема

радиотехники, на более серьезную работу того же Л.Б. Слепяна «Электронная лампа как детектор».



Слепян Леопольд Борисович (1888–после 1951)

Это синтетическая работа, в которой дана техника детектирования, для того периода времени освещенная очень полно. Значение этой работы было очень большое, но, в конечном счете, речь шла тоже о материалах, более или менее известных, воедино собранных и обработанных весьма талантливо, как это присуще Л.Б. Слепяну.

Развитие теории и техники радиоприема

Но вот, вскоре после этого времени, начинают появляться работы очень общего характера, которые и показали, какова сила нашей радиотехники уже примерно в тот период.

Первой работой, которой присуща эта черта, является работа В.И. Сифорова «Об устойчивости усилителя».



Сифоров Владимир Иванович (1904–1993)

Развитие теории и техники радиоприема

На тот момент времени, когда В.И. Сифоров опубликовал свою книгу (он сначала опубликовал свою работу в журнале), решение этого вопроса в иностранной технике шло на низком уровне. Там вопрос был решен для двухкаскадных усилителей, и не помню, был ли он решен для трехкаскадных усилителей.



Чистяков Николай Иосафович (1914–2002)

Развитие теории и техники радиоприема

В.И. Сифоров дал общую теорию вопроса и ясно показал, что в том разрезе, в каком он его ставил, он его исчерпал. Уже потом, в несколько ином разрезе, эта теория была разработана Н.И. Чистяковым, но эта работа характерна для стиля, в котором работают наши советские ученые.



Примерно той же стиль общности удалось достичь Николай Николаевич Крылову в своих работах, посвященных теории помех и помехоустойчивости радиоприемных устройств, на тот период времени, когда он свои работы опубликовывал. Базируясь на достаточно совершенном математическом аппарате, он смог получить решение многих вопросов и разъяснить многое в том, что казалось совершенно неясным в тот период времени, когда его работы были опубликованы. Несмотря на то, что прошло уже около 15 лет, может быть, даже несколько больше с того времени, как он свои работы выполнил, тем не менее, многие стороны того, что ему удалось в свое время осветить, и по сие время сохраняют свою силу. В настоящее время во многих случаях приходится ссылаться на

Развитие теории и техники радиоприема

работы Н.Н. Крылова тогда, когда мы обследуем вопрос помехоустойчивости уже с современной точки зрения, а сейчас мы знаем об этом деле много больше, чем это было известно 15-20 лет тому назад.

Я думаю, что нет особого смысла подробно говорить о таких классических по своему содержанию работах, как работы Мандельштама и Папалекси и всей их школы, и всего того, что было сделано киевскими учеными Н.М. Крыловым и Н.Н. Боголюбовым.



Крылов Николай Митрофанович (1879–1955)



Боголюбов Николай Николаевич (1909–1992)

Эти работы всем очень хорошо известны и очень хорошо известно, что ничего подобного тому, что было разработано школой русских специалистов в области

нелинейных колебаний, за границей просто не было и эту теорию в последующем уже заимствовали иностранные специалисты из работ наших ученых.

Известна даже некоторая полемика по отдельным частным вопросам этой теории, которая возникла между нашими учеными и учеными иностранными.

Я об этом здесь подробно рассказывать не буду, потому что С.Э. Хайкин в одном из своих докладов на аналогичную тему об этом вопросе подробно рассказал.

Может быть, у многих присутствующих здесь еще в памяти полемика, которая была между ним лично и профессором Лондонского или другого английского университета.

Сейчас мы довольно ясно представляем себе, что происходит в таком приемнике, как сверхрегенератор, но в тот период времени, о котором я говорю, по этому вопросу путаница была невероятная. Работ было очень много. И немецких, и английских, и американских, но никакого толкового объяснения (не говоря уже о математическом решении задачи) тем процессам, которые имеют место в сверхрегенеративном приемнике, по существу, приведено не было.



Хайкин Семен Эммануилович (1901—1968)

Мое глубокое убеждение, что путаница в этом вопросе прекратилась, и ясное понимание процессов имело место, только начиная с работы Г.С. Горелика, с одной стороны, и работы Л.С. Гуткина – с другой.



Горелик Габриэль Симонович (1906—1956)



Гуткин Лев Соломонович (1914—2011)

Горелику удалось дать, как мне думается, вполне ясное, очень правильное и очень четкое объяснение тех физических процессов, которые в сверхрегенераторе имеют место. Л.С. Гуткину удалось дать инженерное решение задачи, ему удалось формулами определить процессы, которые получаются в сверхрегенераторе, дать основание для расчета этих процессов.

Хотя работа Л.С. Гуткина была выполнена уже довольно давно, за пару лет до войны, эта работа остается и по сие время наиболее полной и наиболее современной из всего того, что сверхрегенератору посвящено. С того времени было опубликовано еще несколько работ, посвященных работе сверхрегенератора, и все они отправным пунктом считают работу Л.С. Гуткина.

К разряду работ, которые могут также считаться классическими, как мне кажется, могут быть отнесены работы Ю.Б. Кобзарева, посвященные работе регенеративного приемника (относятся к тому же времени). И для нас особенно большое значение имеет другая его работа, та, которая посвящена вопросу о нестационарных процессах в резонансных усилителях. К регенеративному приемнику интерес в значительной мере утрачен, а вопросы нестационарных процессов, наоборот, доминируют во многих отраслях радиотехники.



Кобзарев Юрий Борисович (1905–1992)

Он положил начало теоретическому исследованию вопросов, которые в дальнейшем занимали умы многих наших научных работников, и, что характерно для стиля нашей науки, общее и полное решение вопроса было дано С.И. Евтяновым, работа которого в этой области тоже носит исчерпывающий характер.

Сейчас я хочу сказать, несколько слов о более новых проблемах по сравнению с тем периодом времени, о котором я говорил до сих пор.

Прежде всего, я хотел бы обратить ваше внимание на свойство системы, которая носит название *«широкополосный фильтр – ограничитель – узкополосный фильтр»*. Известно, что в отношении некоторых классов помех такая система обладает сильными защитными свойствами. Правда, по другим классам помех она не обладает никакими защитными свойствами, и, наоборот, может быть, работает недостаточно удовлетворительно, но есть такие области, когда применение этой системы дает очень большие результаты, и, в некоторых случаях, даже поразительные результаты.

Вот здесь был один из тех случаев, когда у нас практика опередила теорию.

Эта система вошла в целый ряд разработок тогда, когда работа ее была еще не совсем ясна.

Физические процессы, которые происходят в подобного рода устройствах, были не полностью поняты. Можно отметить решающий успех нашей радиотехники,

Развитие теории и техники радиоприема

которая выросла так, что место этой системы было полностью установлено и разработано со всех точек зрения нашими радиоспециалистами.

Впервые этим вопросом занимался В.И. Сифоров еще в 1935 г. Он этому посвятил небольшую часть своего труда «Новые методы радиоприема». Это его докторская диссертация, но там были только намечены принципы, лежащие в основе работы этой системы. Потом удалось дополнить работу В.И. Сифорова более четким объяснением физического существа того, что происходит в подобного рода устройствах.

И, наконец, уже в самые последние годы полное решение задачи удалось дать А.Н. Шукину. В то же самое время попытки рассмотреть этот вопрос имели место и в иностранной печати. Но это были именно попытки, которые, в конечном счете, ясной картины того, что получается в такого рода устройстве, не дали, несмотря на дискуссию, которую подобного рода попытки вызывали.

Рассмотрим вопросы применения частотной манипуляции в буквопечатании. Здесь работы наших специалистов дали очень много. Ну, во-первых, если с формальной стороны на это дело смотреть, то вопросы частотной манипуляции запатентованы были нашими специалистами больше 20 лет тому назад.



Шукин Александр Николаевич (1900–1990)

В 1927 г. принцип частотной манипуляции был запатентован Минцем, Циклинским, Достинским и Лаповым. Правда, по патенту обоснование было, может быть, не так богато, как это можно было бы сделать сейчас, когда мы очень

Развитие теории и техники радиоприема

хорошо понимаем, для чего эта частотная манипуляция нужна, и какие результаты она может дать. Во всяком случае, здесь тоже был один из тех случаев, когда у нас практика опередила теорию. Частотная манипуляция у нас была использована, были разработаны специальные системы, весьма успешно проработавшие многие годы, и, по существу дела, мы только почти что к самому концу войны узнали, что американцы считают своим достижением то, что они тоже пользуются принципом частотной манипуляции. Соответствующая американская аппаратура к нам попала сюда только в самом конце войны.

У меня нет данных о том, когда Америка начала пользоваться этим практически, потому что соответствующей аппаратуры у них в гражданской эксплуатации не было. Они опубликовали свои материалы по этому поводу и самую аппаратуру показали уже только в течение войны, когда они все это рассекретили, но, по-видимому, есть все основания полагать, что наши работы в области частотной манипуляции были проведены раньше, чем работы американцев.

Что касается теоретического обоснования того, что происходит при частотной манипуляции, то здесь приоритет, безусловно, на нашей стороне и в очень яркой форме, потому что, в конце концов, серьезного рассмотрения вопроса у американцев просто не было, тогда как у нас этим занимались, и есть много материалов, которые дают достаточно полное объяснение тому, что в случае частотной манипуляции, по существу, имеет место.

Развитие теории и техники радиоприема

Область частотной модуляции. Здесь вообще эксперименты шли впереди теории, т. е. известно, что Армстронг получил свой экспериментальный результат до того, как серьезное теоретическое объяснение тому, что получается, было дано.

Мне думается, что в этой области, в области количественных расчетов тех процессов, которые имеют место при частотной модуляции, нашими учеными сделано очень много и, насколько можно судить, по периодике, их работы опередили то, что было сделано в соответствующей отрасли американцами.

Наиболее полным образом количественные соотношения, имеющие место при частотной модуляции, были приведены и разработаны В.Б. Пестряковым. Сделано это было в очень молодые его годы, по существу, это было содержанием его дипломного проекта, выполненного у нас в институте и только потом опубликованного в форме двух больших статей в журнале «Известия промышленности слабого тока». И на тот момент, когда эти работы были опубликованы, подобного материала ни у кого не было.

С тех пор прошло уже 10 лет, однако, и в настоящее время, если речь идет о расчетах, связанных с этой стороной дела, то ссылки на работу Пестрякова вы увидите постоянно, настолько прочно и фундаментально они были проведены. Очень много в вопросах, связанных с частотой модуляцией,

Развитие теории и техники радиоприема

было проделано В.И. Сифоровым и всей его Ленинградской школой.



Пестряков Владимир Борисович (1913–1991)

Чрезвычайно интересное положение получилось с импульсной модуляцией. Вообще, за границей первой работой, которая была посвящена вопросам импульсной модуляции, считается работа Делорена. Ему принадлежит первая работа, которая трактует этот вопрос (правда, очень примитивно), и в иностранной прессе на эту работу Делорена, которая была опубликована в 1945 г., обычно ссылки и приводятся. Истинное положение вещей совсем не такое.

Во-первых, А.Л. Минц о принципе импульсной модуляции говорил уже очень давно. Ему даже принадлежит специальная статья, которая была опубликована в «Известиях промышленности слабого тока», но его интересовали вопросы использования самого передающего устройства, что можно из него выжать путем применения принципа импульсной модуляции. Он сам является специалистом в области техники передающих устройств и то, что здесь основное значение получается путем применения или путем рассмотрения вопросов, имеющих место в приемном устройстве, тогда это еще не стояло, когда он опубликовал свою первую работу. Но я должен совершенно отчетливо заявить и у меня есть тому письменное доказательство, что доцент нашей кафедры Ю.М. Гадиев занимался вопросами импульсной модуляции до войны и полностью разработал импульсную модуляцию длительностью в 1942–1943 гг.

У меня хранится рукопись, в которой имеется полная разработка вопроса модуляции длительности. Вопрос рассмотрен как со стороны принципиальной (спектры,

Развитие теории и техники радиоприема

которые при этом получаются, помехоустойчивость, которая может иметь место при импульсной модуляции длительности), так и со стороны инженерной (то есть рассмотрение возможных схем модуляции, как можно осуществлять модуляцию длительности, а также рассмотрение возможных схем построения приемника).

Ю.М. Гадиеву не удалось в свое время эти материалы опубликовать, время было военное, сам он был уже очень болен в это время. Те, которые его знали, знают, что он умер от туберкулеза.

Во всяком случае, материал находится в такой области развития и продуманности (он получил патент), что я бы сказал, что вопросы модуляции длительности были исчерпаны этим весьма серьезно и глубоко.

Мы предполагаем через некоторое время провести специальное заседание, посвященное памяти Ю.М. Гадиева, и его деятельность заслуживает того, чтобы к ней получше присмотреться и это является его наибольшим триумфом.

Заметьте, что речь идет о 1943 г., тогда как первое слово по этому вопросу в иностранной прессе появилось в 1945 г., причем работа была выполнена в условиях полного нашего отрыва от всяких заграничных сообщений. Так что здесь приоритет наш, по-моему, совершенно бесспорен.

Есть еще одна замечательная работа, это работа Момота по синхронному детектору. Можно по-разному на это смотреть. Идеи, которые лежат в основе этой работы, мне

представляются весьма глубоко остроумными. Это одна из тех работ, которые пока еще не нашли своего внедрения в технику. Я глубоко убежден в том, что мы просто пока что еще не нашли правильного способа использования этих в высшей степени остроумных идей в практическом приложении. И глубоко убежден в том, что через некоторое время такое практическое приложение будет найдено, и достоинства этих работ будут ясны тогда в полной мере. Сейчас они нам представляются очень интересными и остроумными, а тогда они будут казаться высоко ценными, что и соответствует их внутреннему содержанию.

Ничего подобного, во всяком случае, в то время, когда эта работа была опубликована, в иностранной прессе, вы найти не сможете. Это совершенно оригинальная разработка и только в трофейных материалах мне пришлось видеть рукопись доктора Айгнера, составленную, по-видимому, в 1944–1945 гг., в которой нечто аналогичное идее синхронного детектора, но в совершенно другом оформлении, тоже приводится. Этот ученый известен, но его работа по сравнению с работой Момота безнадежно запоздала, потому что идеи Момота были опубликованы далеко до войны.

В последние годы, как вы хорошо понимаете, нас особенно интересуют шумы, ротационные помехи, теория этих вопросов и действие этих помех на различные элементы приемных устройств.

Этими вопросами за границей занимаются давно, потому что важность этой проблемы была оценена весьма давно. Но занимаются там этими вопросами именно так, как это присуще, с моей точки зрения, иностранной технике. Рассматриваются частные проблемы, частные решения даются для отдельных случаев. Впечатление складывается такое, что как только что-то получают, так немедленно это публикуется и в особенности со стремлением получить немедленно какой-то практический результат.

Вот такими частными работами являются работы Райса, Рогазини. Здесь мы можем похвастать гораздо большими достижениями. Всем известны работы В.И. Бунимовича, которые посвящены решению этих же задач.

По сравнению с общностью методов Бунимовича и сущностью полученных им результатов, работы, которые опубликованы по этому поводу в иностранной технике, совершенно ступеньваются, в такой резкой мере перекрывается работами Бунимовича то, что было сделано за границей по этому очень важному вопросу.

Наконец, я хочу напомнить вам, хотя вы все, очевидно, без меня помните, фундаментальную работу В.А. Котельникова, посвященную вопросам помехоустойчивости при флюктуационных помехах. Она тоже является характерной для того стиля, в котором у нас работают, – речь идет об общем и исчерпывающем решении задачи. Можно здесь сказать так, что подобного рода задача не только не была

Развитие теории и техники радиоприема

решена, но она не была даже поставлена в иностранной прессе и в иностранной науке, это совершенно оригинальная разработка, имеющая очень большое принципиальное значение.



Бунимович Владимир Иосифович (1904–1981)

Развитие теории и техники радиоприема

Я хочу обратить ваше внимание на то, что таких простых и обыденных для нас вещей, как, скажем, учебники, которыми мы пользуемся по курсам радиоприемных устройств, которые слушают наши студенты, за граница на соответствующем уровне не имеет. Такого рода курсы за границей не читаются, такого рода материал не преподносится.

Теоретическая мысль и всесторонний охват у нас достиг с этой стороны гораздо большего уровня, чем это имеет место за границей. Учебников по радиоприемным устройствам почти нет, а то, что есть, с нашей точки зрения, учебником не является. Это что-то очень слабенькое, типа отдельных пособий. Содержание этих работ обычно так мало по сравнению с теми программами и требованиями, которые предъявляются у нас в институте, что, конечно, такого рода книга у нас не могла бы серьезно котироваться. У нас был такой период, когда мы не могли ставить перед собой и не могли решать задач столь общего характера. Вот сейчас мы это можем делать. И мы совершенно четко чувствуем, что именно таким образом и следует работать, что нам под силу оказывается решение очень крупных задач, и нам под силу оказывается решение очень общих проблем. И здесь объяснение тому, почему это так происходит, дать очень легко.

Когда вы читаете статьи, которые публикуются за границей, читаете даже отдельные книги, то видно следующее: основная установка там – на получение быстрого эффекта от того, что вы делаете, от того, что вы пишете, от того, как вы работаете. По-видимому, очень трудно становится

Развитие теории и техники радиоприема

задумываться далеко вперед. Очень трудно строить работы, рассчитанные на 3 года, на 5 лет, работать в одном и том же направлении и только после этого дать соответствующие результаты.

У нас тоже был такой период, когда вы начинали работу, то вас ограничивали сроком в один год, и если работа, которую вы делаете, требует большего времени, то на такого рода работу шли либо с трудом, либо ее вычеркивали из плана. Вот это время кончилось. Успехи планового начала в нашем хозяйстве таковы, что мы чувствуем возможность ставить задачи гораздо более высокого масштаба, и решать задачи, рассчитанные по процессу решения на много лет, на десятилетия.

Вы знаете, что недавно было издано Правительственное постановление, масштаб которого охватывает многие десятилетия. Вот это является характерным для нашего планового начала, и это постепенно начинает проникать в нашу научную работу. Отсюда получается то, что мы можем ставить перед собой высокие задачи, и решаем их фундаментально, получается общее решение, действие которого будет длиться много лет.

Коротко сказать, за границей работают люди, которые не имеют уверенности в том, что у них будет завтрашний день. У нас такая уверенность есть. Вот почему мы можем считать, что будущее радиоприемной техники за нами.

Проф. Котельников. Будут ли какие-либо вопросы к Гецу Ароновичу? Нет? Не желает ли кто-нибудь выступить? Нет?

Председатель. Переходим к следующему докладу «Развитие антенной техники в СССР» - профессор Г.З. Айзенберг.



Айзенберг Г.З.

Развитие антенной техники в СССР



Айзенберг Григорий Захарович (1904–1994)

Изобретателем первой эксплуатационного типа антенны по праву следует считать А.С. Попова. Уже в первых опытах, которые были поставлены им в 1895 г., он применил вертикальную заземленную антенну, т. е. антенну в виде вертикального заземленного провода.

История развития техники показывает, что в большинстве случаев развитие техники приводит к отказу от первоначальных форм данной области техники. Например, если взять, скажем, технику радиоприема, то можно сказать, что современный радиоприемник очень мало похож на тот приемник, который применил в своих первых опытах А.С. Попов.

Этого нельзя сказать по отношению к антенне. Первая антенна, изобретенная Поповым, *антенна в виде вертикального заземленного провода* и сейчас является основным, вернее одним из основных типов и, пожалуй, даже наиболее распространенным типом антенн настоящего времени.

Наряду с этим типом антенн, который, как я сказал, применяется сейчас, за прошедшее время антенная техника развилась в большую, до некоторой степени самостоятельную область науки и техники.

Я хотел остановиться на основных моментах развития этой техники.

Историю радиотехники с точки зрения того вопроса, который я хочу сейчас изложить, можно разделить на три этапа.

Первый этап – это этап, который начинается с 1895 года и кончается 20-ми годами. Это этап, когда радиотехника в основном развивалась на базе применения поверхностных лучей, то есть связь осуществлялась на лучах поверхностных. Соответственно радиотехника в основном развивалась в области длинных волн.

Следующий этап – это этап, который начинается в 20-тых годах и продолжается до конца 30-тых годов. На этом этапе радиотехника переходит к широкому применению таких видов связи, где используются в основном короткие и средние волны.

И, наконец, последний этап, который характеризуется бурным развитием техники УКВ.

Соответственно, и история развития антенной техники также может быть разделена на три этапа. Я постараюсь вкратце остановиться на основных моментах, на основных событиях, которые имели место в истории развития антенной техники на всех трех этапах.

Начну с первого этапа. Прежде всего, я остановлюсь на истории развития техники передающих антенн. Какие цели ставятся обычно специалистами, когда они занимаются

совершенствованием антенны? В отношении передающей антенны задача сводится в основном к тому, чтобы при заданной мощности получить возможно больший эффект в точке приема.

Правда, ставились и другие цели. Например, расширение полосы пропускания, но основной мотив, который всегда довлел над специалистами, занимавшимися усовершенствованием антенны, это – желание получить возможно большую напряженность поля при имеющейся мощности.

Какие вообще имеются принципиальные возможности, когда ставится такой вопрос?

Здесь принципиально имеются две возможности: эту задачу можно решить либо путем увеличения абсолютной излученной мощности, что при заданной трассе и передаче сводится к увеличению коэффициента полезного действия антенны, либо путем получения направленных свойств.

Если говорить о длинноволновой технике, то второй способ оказался исключенным, хотя к тому времени, когда началось развитие длинноволновой антенной техники, специалистам очень хорошо были известны методы получения направленных свойств. Тем не менее, ничего не удалось сделать в этой области.

Основной причиной этого является то, что известные методы создания направленных свойств оказались органически связанными с необходимостью строительства антенн больших

габаритов, то есть антенн, размеры которых соизмеримы с длиной волны. Это обстоятельство привело к тому, что получение существенных эффектов в области длинных волн за счет изучения направленных свойств не дало результата. Было сделано очень много попыток в этой области.

Дело в том, что принципиально, как это было доказано Котельниковым, Пистолькорсом и Сифоровым, направленные свойства любой силы могут быть получены при любой антенне. Это было доказано в общем виде, однако всякие попытки практического использования этого общего принципа в области длинных волн ни к чему не привели. Оказалось, что получение при малых габаритах высоких направленных свойств антенны приводит к таким большим потерям за счет уменьшения КПД, что работа теряла всякий смысл. При этом специалисты, работающие в области антенн, волей-неволей должны были вести свою работу получения эффекта только за счет увеличения КПД антенны.

Я бы сказал, что первый период (30-тилетний) развития антенной техники в основном проходил под знаком получения больших коэффициентов полезного действия.

Я остановлюсь вкратце на том, как это было достигнуто и сообщу, какие были изданы теоретические работы в этой области.

Здесь можно утверждать, что работы, которые велись в этой области по линии увеличения КПД антенны, если говорить о принципиальных моментах, не выходили за рамки

тех простых идей, которые были заложены в первой антенне Попова. Это свидетельствует о том, что А.С. Попову физическая сущность процесса излучения и приема была ясна. Поповым в основу был положен вертикальный провод. К этому вертикальному проводу добавлялись всякие усовершенствования, которые сводятся к трем моментам. Первый момент – создание развитого заземления. Это усовершенствование не требовало большой инициативы, это подсказывалось простыми соображениями о том, что поскольку вертикальная антенна присоединяется к земле и ток идет по земле, то естественно ставить вопрос о развитом заземлении.

Вторым моментом, который я бы считал весьма важным и трудным, но который сейчас может показаться нам примитивным, это добавление горизонтальной части к вертикальной антенне.

Сущность этого усовершенствования заключается в том, что, когда вы к антенне добавляете горизонтальную часть, то вы обеспечиваете создание необходимой мощности излучения при значительно уменьшенных токах в антенне. Уменьшение токов в антенне приводит к уменьшению токов в земле, так что уменьшение токов в антенне приводит к уменьшению токов в настраивающих устройствах и это приводит, естественно, к росту КПД.

И, наконец, третье усовершенствование, которое было поставлено нашим соотечественником И.Г. Фрейманом,

Развитие антенной техники в СССР

заключается в том, что было предложено заменить одну единичную антенну системой антенн. Сущность этой идеи совершенно аналогична идее добавления горизонтальной части.



Фре́йман Имант Гео́ргиевич (1890–1929)

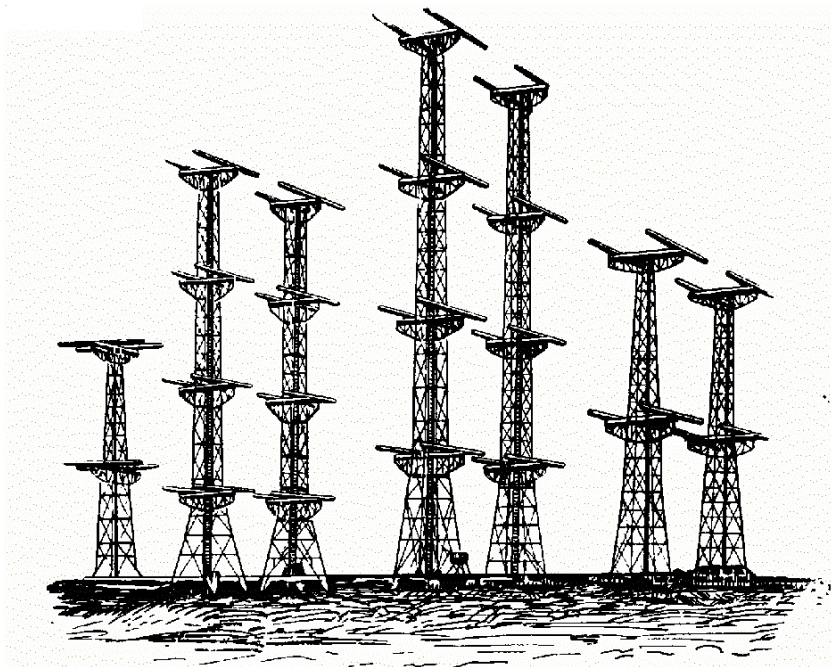
Идея заключается в следующем. Если вы одну антенну заменяете рядом антенн, то при определенной мощности излучения в каждой из антенн ток уменьшается. Заменяя одну антенну тремя, получаем уменьшение тока в каждой антенне в 3 раза. Так как потери в земле и в элементах настройки пропорциональны квадрату тока, то потери могли бы уменьшиться в 9 раз.

На самом деле, так как при этом несколько меняется характер работы земли, потери уменьшаются не в 9 раз, а несколько меньше. Антенна, которая считается американским достижением, повторяет идею нашего соотечественника И.Г. Фреймана.

Вот вкратце все, что было сделано после того, как А.С. Попов предложил свою вертикальную антенну.

Эти простые идеи дали возможность чрезвычайно улучшить КПД, повысить КПД антенны. Если специалисты, которые строили первые антенны без заземления на длинных волнах, могли рассчитывать на КПД порядка долей процента, то появление заземленных антенн увеличило КПД до единиц процентов. Добавление горизонтальной части дало возможность получить КПД порядка десятка процентов, а уже применение развитых антенн дало возможность получить в области длинных волн чрезвычайно высокий КПД. И уже в самое последнее время развитие этих идей привело к тому, что в военное время удалось строить длинноволновые антенны,

имеющие чрезвычайно высокий КПД, чуть ли не 80%, на волне порядка 20 тысяч метров.



Система антенн

Параллельно с этим техническим усовершенствованием шла весьма интенсивная работа по созданию математического аппарата анализа антенн. Здесь работали многие и за границей, и у нас. Если говорить об иностранных специалистах, то в первую очередь следует отметить работы Зоммерфельда и Вейшмана в группе Маркони. Но можно, пожалуй, без всякого преувеличения утверждать, что стройная, продуманная методика анализа, то есть методика, которая могла бы быть преподнесена инженеру и быть основой для практических

расчетов, была разработана в России. Причем эти работы связаны, в первую очередь, с именем М.В. Шулейкина и в дальнейшем с именем его ученика, а впоследствии его товарища – И.Г. Кляцкина.

М.В. Шулейкин составил и разработал полный, исчерпывающий метод анализа антенн. Я вкратце перечислю основные моменты его работы.

Во-первых, М.В. Шулейкин на основе уравнений Максвелла (я имею в виду электростатическое уравнение) разработал метод расчета емкости антенн.

В дальнейшем М.В. Шулейкин на основании метода расчета емкости смог ввести понятие о волновом сопротивлении антенны и ему удалось получить рабочие расчеты реактивного сопротивления антенны.

Впоследствии М.В. Шулейкин, введя понятие о действующей высоте антенны, составил аппарат для расчета излучения антенны. И, наконец, Шулейкин, на основании исключительно большого опыта и аналитических работ, разработал методику потерь, то есть методику расчета КПД антенны.

Перечисленные моменты охватывают то, что нужно для всякого рода расчета электрических схем. Надо уметь рассчитывать входное сопротивление в диапазоне частот, отсюда можно сделать вывод насчет полосы пропускания, элементов связи и затем вас интересует баланс энергии, то есть расчет КПД. Все это от начала до конца было разработано

Шулейкиным и не случайным является то обстоятельство, что хорошие фундаментальные книги по длинноволновым антеннам имеются только на русском языке.

Тут повторяется то, о чем говорил Гец Аронович применительно к теории и практике приемных устройств.

Перехожу к этапу 20-х годов и к этапу, связанному с внедрением средневолновых и коротковолновых антенн.

Средневолновые антенны стали внедряться в 20-х годах в связи с необходимостью создания радиовещательной сети. Создание радиовещательной сети оказалось неудобным и даже невозможным на базе применения только длинных волн. Причинами этого были, во-первых, переуплотненность эфира, во-вторых, трудность получения в этой области антенн и других звеньев, обладающих достаточно широкой полосой пропускания и, наконец, известное явление, которое называется Люксембургско-Горьковским эффектом. Если два длинноволновых передатчика работают таким образом, что волна проходит через ионосферу, то благодаря нелинейности получается взаимная модуляция и слушатели слышат одновременно и ту, и другую станции. Кстати, в самое последнее время, после войны, удалось сделать исключительно важное исследование по Люксембургско-Горьковскому эффекту. Оказалось, что этот эффект сказывается гораздо сильнее, чем предполагалось. Оказалось, что на ряде радиостанций, наших и иностранных, существует такая глубокая модуляция, что глубина паразитной модуляции

достигает 100% и некоторые радиостанции в некоторых районах слышны совершенно одинаково.

Эти обстоятельства привели к тому, что в области радиовещания стали внедряться средние волны. И тут-то возникли важнейшие проблемы в области антенной техники.

С самого начала внедрения вещательных средневолновых радиостанций было установлено, что благодаря тому, что в месте приема в вечернее время оказываются практически одновременно и пространственные лучи, и лучи, распространяющиеся вдоль поверхности земли, на сравнительно малом расстоянии от передатчика (50–60 км) наблюдаются глубокие фединги (замирания). Причем замирания носят обязательно избирательный характер, то есть они происходят не одновременно на различных частотах передаваемой полосы.

С этим явлением очень трудно бороться чисто аппаратными способами. Правда есть метод применения приемников с подчеркнутой несущей частотой, однако этот метод не дает решающего улучшения в этом отношении – избирательные замирания остаются.

И тут-то была поставлена задача перед специалистами, работающими в области антенн, – задача ослабления этого ближнего фединга путем применения определенных типов антенн. Какие именно антенны нужны для того, чтобы ослабить этот эффект? Ясно, что нужно было построить такие антенны, которые имели бы резко ослабленное излучение под

высоким углами. Это, естественно, должно было привести к ослаблению отражения луча и, соответственно, к расширению зоны, где прием может быть осуществлен без заметного эффекта селективного замирания.

В связи с этим во многих странах начались интенсивные работы по созданию антифеддинговых антенн. Я не буду останавливаться на всех перипетиях этой работы. Работ очень много в этой области и у нас, и за границей. В конце концов, эта работа закончилась тем, что в области радиовещания стали строить старую, по существу, поповскую антенну, но уже без тех усовершенствований, которые были сделаны потом, то есть стали строить вертикальный вибратор. Оказалось, что наиболее удачной антенной в этом отношении является простой вертикальный вибратор без головной части и без всяких усложнений. Правда, оказалось, что такой вибратор должен иметь высоту порядка полуволны для того, чтобы он дал существенное ослабление эффекта ближнего замирания.

Одновременно с этим антенная техника сделала некоторый шаг вперед, а именно, поскольку была выяснена необходимость работы на антеннах типа Попова, то есть на антеннах, выполненных в виде простого вертикального провода, то оказалось возможным отказаться от проволочных антенн и в качестве излучателя применять антенну-мачту. То есть вместо того, чтобы строить опоры и к ним подвешивать вертикальные провода, стали строить металлические мачты или металлические башни необходимой высоты, которые и служили излучателем.

В связи с этим вообще утвердилась антенна-мачта, как основной тип антенны, и здесь я хотел отметить одну весьма большую работу по линии усовершенствования антенн средних волн, которая была проделана у нас в Министерстве связи. Я имею в виду ту группу антенн, которая базируется на применении несимметричных двухпроводных линий. В области вещательных антенн выявилась возможность получения существенного улучшения качества работы, если вместо одного излучающего провода применить два рядом стоящих провода, только несимметричных.

Идея эта заключается в том, что, если вы имеете два провода несимметричных, неодинаковых, то вы можете путем изменения элементов настройки этих двух проводов получить разнообразное распределение тока по антенне. А так как качество антенны в основном определяется формой кривой распределения тока, то применение такой антенны дало исключительно большие возможности. Например, удалось создать антифеддинговую антенну, работающую в широком диапазоне. Удалось также построить обычную антенну с повышенным КПД и удалось разработать антенны, которые имеют очень прижатую диаграмму излучения, причем эквивалентная мощность увеличивается примерно в три раза.

Этот комплекс проблем, разработанный у нас, получил широкое применение в наших радиоцентрах и в дальнейшем, насколько можно судить по трофейным материалам, стал развиваться в других странах (в Германии), где тоже за время войны успели построить несколько экземпляров антенн по

этому принципу. Вот основные достижения в области средневолновых антенн.

Важнейшие теоретические работы, проделанные в этой области, были проделаны нашими специалистами. В первую очередь, надо отметить большую фундаментальную работу А.А. Пистолькорса, который, работая над усовершенствованием антенн средней длины, в первую очередь приемных антенн, разработал теорию несимметричных связанных линий.

Вплоть до самого последнего времени, до появления работ Пистолькорса, теория длинных линий давала возможность провести расчеты только в том случае, когда линия являлась симметричной, или для тех случаев, когда речь шла об однопроводной линии. Но специалисты, работающие в области фидеров или антенн, терялись, когда приходилось иметь дело с несимметричными системами (линии, у которых один диаметр больше чем другой и линии, у которых один провод заземлен, другой – нет).

Пистолькорсу удалось разработать стройную теорию анализа таких несимметричных систем.

Я, пожалуй, не преувеличу, если скажу, что эта работа имеет всеобщее применение и что эта работа имеет такое же значение (не меньшее, во всяком случае), чем телеграфные уравнения, которые были в свое время составлены и явились в свое время основой для создания теории длинных линий.



Пистоľкорс Александр Александрович (1896–1996)

Эта работа дала уже очень много практических результатов. Я отмечу только некоторые, чрезвычайно интересные.

На основании работы Пистоľкорса удалось выявить чрезвычайно интересную особенность длинных линий, а именно, удалось выявить возможность с помощью

несимметричных элементов провести отдельную индукцию волны падающей и волны отраженной – то, о чем мечтали многие специалисты, и чего не удалось им сделать.

На этом основании удалось разработать прибор для измерения коэффициентов бегущей волны. Нейману, Пистолькорсу и Страусову удалось разработать измеритель большой мощности. Это чрезвычайно трудная проблема. И красиво, и изящно, и хорошо эта задача была разрешена на основе работы А. Пистолькорса.

Я хотел бы еще отметить работу проф. Брауде «О методах анализа потенциалов», или вернее напряжений, которые возникают на изоляторах антенного устройства. Вот основные моменты, которые я хотел подчеркнуть в области средневолновых антенн.

Перехожу к коротковолновым антеннам. Короткие волны стали внедряться в 20-тых годах. Если при развитии длинноволновых антенн основные работы по совершенствованию антенн велись по линии улучшения КПД, то в области средних волн, как я только что рассказывал, много уже было сделано по линии получения направленных свойств антенн, применения антенн с явно выраженными направленными свойствами. Но при переходе к коротковолновым антеннам основным "оружием", если можно так выразиться, в борьбе за создание эффективной, хорошо работающей магистрали, стала направленная антенна.



Брауде Гири Вульфович (1906–1992)

С самого начала появления короткой волны стал вопрос о создании антенны с острой диаграммой направленности. Это объясняется тем, что, поскольку, здесь речь идет о коротких волнах, то по аналогии с оптикой и акустикой, мог быть поставлен вопрос о более острой направленности систем.

На первых порах исследования в области создания направленных антенных систем начались работы по использованию известных методов создания направленных

систем из области оптики и акустики. Однако уже первые работы в этом направлении показали, что короткие волны все же не настолько коротки, чтобы можно было применить подобные принципы получения направленных свойств. Попытки сделать антенны, состоящие из излучателя с параболическим зеркалом, как аналогичные оптические системы, показали, что это не дает существенного эффекта, так как размер зеркал оказался на коротких волнах слишком большим. И здесь техника после некоторого топтания на одном месте, пошла по следующему пути.

Было выяснено, что для получения направленных свойств не обязательно поступить так, как поступали в свое время в области оптики. Там направленные свойства в основном сводятся к тому, что мы источник энергии подводим к излучателю, не обладающему направленными свойствами. Рядом с этим излучателем помещается зеркало, на которое направляется излучение, и это зеркало, в свою очередь, создает направленное излучение.

Оказалось, что эту задачу можно решать более просто следующим образом. Можно имеющуюся энергию распределить между рядом вибраторов (принцип дробления энергии). Если эти вибраторы так разместить в пространстве, и так возбудить, что в определенном заданном направлении поля всех вибраторов окажутся в фазе, то, естественно, что для других направлений поля этих вибраторов не смогут оказаться в фазе. Потому что, если вы подобрали такое хорошо согласованное излучение в одном направлении, то в другом

направлении нельзя получить хорошего излучения и, таким образом, можно получить направленную систему. Вот такая простая и в то же время богатая возможностями мысль была заложена в технике коротковолновых антенн.

Мне не приходилось нигде читать такого ясного изложения этой простой мысли, простой идеи получения направленных антенн путем дробления энергии в старых работах, когда коротковолновая техника стала развиваться. В литературе не видно, кто впервые поставил этот вопрос, но можно утверждать, что осуществление этого принципа дробления энергии впервые имело место у нас, и работы в этой области в первую очередь связаны с именем Татаринова.

Примерно уже в 1925–1926 гг. Татаринов, который тогда работал в Нижегородской лаборатории, разработал первую антенну, которая работала на этом принципе. Было разработано несколько антенных систем горизонтальных вибраторов (системы Татаринова) и двойная система вертикальных вибраторов. После того, как здесь побывал представитель фирмы Телефункен, за границей появились синфазные горизонтальные антенны, которые не отличались от тех антенн, которые были предложены Татариновым. Аналогичные антенны появились во всех странах: французские, американские, английские антенны. Но во всех этих вариантах антенн ничего нового не было добавлено по сравнению с теми идеями, по сравнению с теми принципами, которые были заложены в антеннах, разработанных Татариновым.

После того, как антенны Татаринова были установлены на магистралях и дали большой эффект, перед антенной коротковолновой техникой была поставлена задача создания диапазонных антенн.

К сожалению, первые варианты направленных антенн, созданных Татариновым и впоследствии повторенных специалистами других стран, не обладают диапазонными свойствами. Эта проблема разрабатывалась очень интенсивно и у нас, и за границей, и можно утверждать, что исключительно большая работа в разрешении этой проблемы была сделана именно у нас. Я имею в виду талантливого изобретателя С.И. Надененко, которым была разработана антенна, которая получила название «диполь Надененко».

Идея заключалась в том, что симметричный вибратор имеет сильно пониженное волновое сопротивление, благодаря чему антенна в чрезвычайно широком диапазоне имеет почти неизменное входное сопротивление. Она была предложена Надененко, и в дальнейшем получила исключительно широкое распространение у нас и за границей.

С.И. Надененко была предложена и вторая антенна, которая тоже в значительной мере удовлетворяла спрос на диапазонные антенны, — антенна на однократные волны. Надененко при помощи применения чрезвычайно остроумной схемы и введения некоторых изменений в типы синфазных антенн удалось разработать тип антенны, которая может быть настроена на две и даже три волны. Эти несколькократные

Развитие антенной техники в СССР

антенны получили широкое распространение у нас и в дальнейшем – в Америке, Англии, Японии и других странах.



Надененко Сергей Иванович (1899–1968)

Если говорить о технических усовершенствованиях в области антенн, то я бы хотел остановиться на вопросе усовершенствования ромбических антенн. Идея использования в качестве излучателя провода, обтекаемого бегущей волной, впервые была высказана тем же С.И. Надененко.

Однако антенны, базирующиеся на применении проводов, обтекаемых бегущей волной, были разработаны в

Америке. Но в том виде, в каком эти антенны были разработаны в Америке, эти ромбические антенны оказались несколько неудобными. Оказалось, что они имеют сравнительно наибольшую эффективность, сравнительно малый КПД и неудовлетворительной оказалась форма диаграммы этой антенны (антенна имеет многолепестковую диаграмму). И тут я должен отметить большую работу, которая была проделана впервые в Министерстве связи и привела к усовершенствованию хроматической антенны.

Здесь необходимо отметить частный, но чрезвычайно важный для развития диапазонной антенны вопрос, связанный с усовершенствованием ромбической антенны. Это вопрос экспоненциальных фидер-трансформаторных линий, т. е. линий, где волновые сопротивления меняются по экспоненте.

Такого рода линии были разработаны, и в 1931–1933 гг. у нас уже был разработан анализ этой антенны. Здесь следует отметить работы Титова, Вольмана, Неймана. И только в 1939 г. за границей стали появляться статьи, где идея, а также анализ экспоненциальных фидерных трансформаторов преподносился как новинка, как большое достижение, хотя у нас это все стало применяться, начиная с 1932 года.

Вот основные достижения в области развития самой антенной техники. Я за недостатком времени не останавливаюсь на некоторых других вопросах, таких, как создание метода настройки антенн, которые связаны с именем Татарина и Надененко. Я хотел остановиться на важнейшей,

теоретической работе, связанной с развитием коротковолновой антенной техники.

Внедрение коротковолновых антенн потребовало если не полного, то, во всяком случае, частичного пересмотра тех методов анализа антенн, которые были разработаны применительно к длинноволновым антеннам. Дело в том, что теория длинноволновых антенн, расчетные формулы и расчетный аппарат базировались на ряде допущений, которые оказались неуместными в случае коротковолновых антенн.

Основным моментом является здесь то, что теория длинноволновых антенн базировалась на предположении, что длина антенны, ее размеры значительно меньше длины волны. Так вот, это обстоятельство потребовало создания нового метода анализа. И здесь я хотел отметить исключительно большую плодотворную работу, проделанную нашими советскими специалистами. В первую очередь здесь следует отметить метод наведенных ЭДС. Этот метод был разработан исключительно нашими специалистами: Рожанским, Кляцкиным, Пистолькорсом и Татариновым.

Я не буду останавливаться на подробностях, касающихся этого метода, но в общих чертах скажу, к чему сводится этот метод. Метод наведенных ЭДС дал возможность поднять уровень анализа сложных антенн до уровня анализа сложных контурных систем. Этот метод дал возможность рассчитать токи, которые возникают в пассивной антенне, если она расположена рядом с активной.

Этот метод дал возможность найти взаимозависимость между токами и напряжениями ряда систем, ряда вибраторов, работающих вблизи друг от друга. То есть был повторно применен аппарат, который раньше был известен применительно к контурным системам.

Больше того, удалось создать такой аппарат анализа сложных систем, связанных систем, который по своим исчерпывающим возможностям, пожалуй, превышает известные аппараты анализа связанных контурных систем.

Это объясняется тем, что физически провод, то есть система с распределенными параметрами, все-таки проще, чем контур. Приблизительно определить структуру поля возле провода проще, чем структуру поля вокруг катушки или вокруг конденсатора. Это обстоятельство дало возможность разработать стройный, продуманный метод анализа.

Метод наведенных ЭДС принес исключительную пользу. На этом методе основано определение входного сопротивления направленных антенн, усиления сложных антенн и т.д.

Опубликованные работы Кляцкина, Пистолькорса и Татарина вызвали большой интерес за границей, и вслед за опубликованием указанных работ появилось очень много работ зарубежных ученых – Бехмана, Картера и ряд японских работ.

Можно считать, что в этих работах буквально ничего нового, существенно нового, не было сделано, если не считать,

что Картеру удалось преподнести этот метод в несколько более упрощенном виде.

Метод наведенных ЭДС можно считать чрезвычайно большим достижением советской науки. Хотя этот метод содержит ряд нестрогостей, тем не менее, его разрешающая способность оказалась очень большой, и, несомненно, создание этого метода является большим достижением.

Я хотел остановиться еще на одной группе теоретических работ, которые развивались в связи с работой коротковолновых антенн, а именно, на разработке принципа взаимного приема и передачи. В первое время внедрения антенн аппараты анализа передающей и приемной антенн развивались параллельно, но так как анализ приемной антенны значительно сложнее анализа передающей антенны, то аппарат анализа приемных антенн систематически отставал.

Советским специалистам в лице Неймана, Пистолькорса и Свешниковой удалось довести до конца принцип взаимности. Эта работа дала возможность определять любые параметры любой приемной антенны, если известны параметры этой антенны для передачи. Таким образом, вопрос анализа антенны как приемной, был снят с повестки дня и сейчас вы не встретите в литературе ни одной работы, которая была бы посвящена анализу работы антенны, где рассматривалась антенна как приемная система. Как правило, все антенны анализируются как передающие антенны и эти свойства, согласно определенным формулам, переносятся на

случаи приема. Этот комплекс работ является исключительно большим достижением советских специалистов в области теории антенн.

Хочу отметить, что основные работы, где формулируется принцип взаимности, были в дальнейшем перепечатаны иностранными журналами.

И наконец, я хотел вкратце остановиться на 3-м этапе развития, дециметровой антенной техники. Специалисты, работающие в области дециметровых антенн, оказались в значительно лучшем положении, чем специалисты, которые в свое время работали в других областях антенной техники. Особенностью этих антенн – антенн УКВ, дециметровых и сантиметровых антенн – является возможность перенесения опыта по созданию остро направленных антенн в области остро направленного излучения из области оптики и акустики. При этом развитие, в основном, происходило, и сейчас происходит, по линии прямого разумного перенесения опыта оптики и акустики.

Например, в дециметровых или сантиметровых антеннах с параболическим зеркалом мы имели дело с переносом опыта оптики; в линзовых антеннах - также перенос опыта оптики; в рупорных антеннах имеет место перенос акустических методов и т. д. и т.п.

Несколько особое место в этой области занимают целевые антенны. В области оптики или акустики нет precedентов применения целевых систем для создания остро

направленного излучения. И поэтому, если говорить об инициативных работах в области дециметровых антенн, то особо следует отметить работы в области целевых систем. Эти системы, их теория была в основном разработана нашими специалистами. Здесь следует отметить работы М.С. Неймана, работы А.А. Пистолькорса и работы Я.Н. Фельда. Я самым кратким образом дам характеристику этих работ.

Нейману удалось описать систему целевых антенн только в общем виде.

Пистолькорс на первых порах своей работы пользовался классическими методами, которые базировались на теории Кирхгофа и учении Гюйгенса. В дальнейшем А.А. Пистолькорс пошел по самостоятельному пути, и ему удалось разработать раздел, который, в общем, известен под кратким названием принципа двойственности. А.А. Пистолькорсу удалось доказать, что целевая система, состоящая из бесконечно большой проводящей поверхности, в которой имеются щели определенной конфигурации, обладает свойствами, совершенно аналогичными свойствам обычной проволочной системы, имеющей такую же форму, как и щели, но находящуюся в свободном пространстве.

Этот принцип двойственности оказался исключительно полезным и дал исключительные возможности. Ряд чрезвычайно сложных задач по анализу целевых антенн, сейчас выглядит чрезвычайно просто благодаря применению принципа двойственности.



Фельд Яков Наумович (1912–1995)

Фельду в дальнейшем удалось продвинуть анализ целевых систем. Были разработаны методы анализа целевых систем, находящихся не только на большой поверхности, но и метод анализа металлической системы любой конфигурации, причем метод анализа таких систем был доведен до такого совершенства, до такой законченности, что он не уступает методу анализа обычных проволочных систем. И я хочу отметить здесь особо работу Фельда «Методы решения

дифракционных задач», которая, по-моему, по своей силе и разрешающей способности может быть поставлена наряду с такими классическими работами, как, скажем, работа Кирхгофа, которая закончилась разработкой кирхгофовой формулы по анализу целевых систем.

Вкратце эта работа заключается в следующем. Как известно, при решении дифракционных задач обычно нетрудно найти характер решения. Трудность вызывает нахождение постоянных коэффициентов при отдельных частных производных. Фельду удалось это разработать.

На этом я заканчиваю. Я хотел бы только отметить, что тот обзор, который я сделал, доказывает, что в Советском Союзе, и до некоторой степени в старой России, было сделано очень много, как в области теории, так и в области практики антенных систем. Пожалуй, можно утверждать, что наша страна в этой области является ведущей.

Проф. Котельников. Товарищи! Будут ли какие-нибудь вопросы к Григорию Захаровичу?

Остряков. Вы, говоря о целевых антеннах, упомянули Пистолькорса и других, а идея чья? По моим сведениям, это – идея Бонч-Бруевича.

Тов. Айзенберг. Принципиально возможность излучения через щель была известна еще в 20-х годах. Эта идея

следует из известных работ из области оптики. Она известна также из акустики. Поэтому здесь нельзя говорить об авторстве, тут нужно говорить о тех людях, которые эту проблему поставили, поверили возможности создания такой техники и о людях, которые создали математический аппарат в этой области. Поэтому я считаю, что основная заслуга здесь принадлежит Нейману, Пистолькорсу и Фельду.

Проф. Котельников. Если вопросов больше нет, тогда сделаем перерыв на 15 минут.

Председатель. Следующий доклад на нашей повестке дня – доклад Н.А. Никитина «Развитие ламповой техники».

Я хочу сказать несколько слов о Н.А. Никитине. Наше молодое поколение знает Н.А. как физика, но в то же время он сделал много для развития ламповой техники в Советском Союзе. Он начал заниматься этим делом с 1919 года, вместе с М.А. Бонч-Бруевичем.



Никитин Н.А.

Развитие ламповой техники



Никитин Николай Александрович (1893—?)

С электронной лампой я впервые в жизни встретился приблизительно в середине 1917 года в Университете, в кабинете моего патрона, профессора Соколова А.П., большого любителя собирать всевозможные приборы. У него появился в некоторый день прибор неизвестного для меня и моих сверстников назначения – это было то, что впоследствии получило широкое употребление под названием усилитель-триод.

В то время наши мысли были главным образом направлены к явлениям реактивности, квантовая теория весьма гипнотизировала умы физиков, и этот новый прибор с электронными лампами мало что говорил нашему взгляду и сердцу.

Ближе и даже вплотную мне пришлось столкнуться с этой электронной лампой в 1919 г., когда я был на кафедре физики Нижегородского университета, где я встретился с В.К. Лебединским, который в те времена занимал должность ученого специалиста Нижегородской радиолaborатории.

Ему требовался ассистент. Лаборатория только что организовывалась, и он, встречаясь со мной раньше в Москве,

Развитие ламповой техники

несколько знал меня и предложил занять должность его ассистента.

В этой лаборатории я столкнулся в высшей степени тесно с электронными лампами и связал с ними на долгое время свою работу



Лебединский Владимир Константинович (1868–1937)

Нужно сказать, что в то время электронные лампы только начинали свое победное шествие, и состояние электровакуумной промышленности в России характеризовалось следующими чертами.

В Ленинграде был завод «Светлана», недавно сравнительно основанный, делавший осветительные лампы, и завод Федорицкого, который изготовлял только рентгеновские трубки. В Москве были отдельные небольшие предприятия, которые принадлежали Калманку и которые делали осветительные лампы, и небольшое производство на Елоховской площади. Производства эти были сравнительно маломощны, ибо рынок был наводнен лампами Осрама, Тунгсрама, Всеобщей компании Электричества и эти предприятия должны были конкурировать с иностранным и, в частности, немецким засильем на рынке.

При всем этом необходимо отметить, что появление электронных ламп на нашей земле связано с гораздо более ранним сроком. Это был 1914 год, когда Н.Д. Папалекси (недавно умерший), начал свои опыты над усилительными и генераторными лампами в тогдашнем Петербурге. Однако его опыты не получили большого размаха, хотя он осуществил лампы и малой, и большей мощности, причем ввел одно в высшей степени существенное усовершенствование в дело их обезгаживания.

Но надо отметить, что тогда производства ламп в лаборатории, которой он руководил, не существовало, выпуск

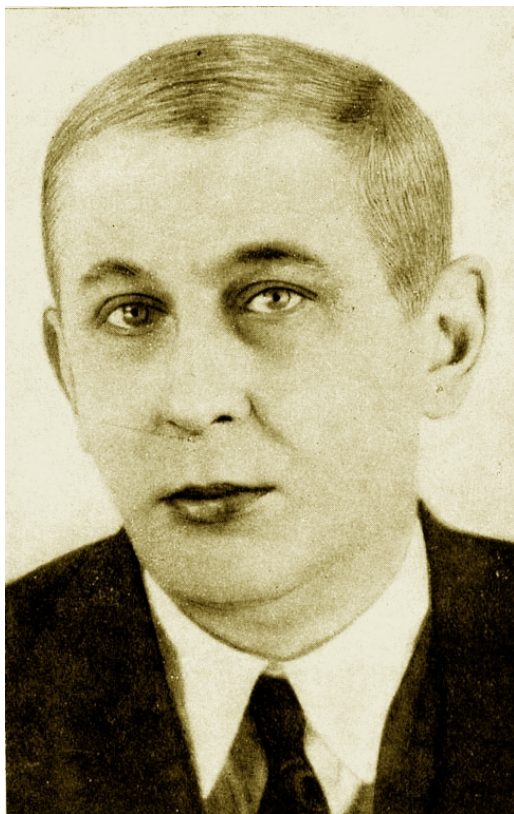
был штучный. Причина этого заключалась в следующем: состояние электровакуумной промышленности в ту эпоху было таково, что средств для эвакуации воздуха из баллона лампы можно было предложить очень немного. Существовали ротационные насосы ртутные, которые выпускались по типу Геда, и затем существовали насосы молекулярные, недавно сравнительно возникшие, появившиеся в 1912 г. Но тот и другой вид насосов отличались большими дефектами, которые сводились к следующему.

Насосы ротационные были тихоходные, они были непроизводительными. Насосы молекулярные, хотя и были в этом отношении лучше, но отличались чрезвычайной быстроходностью. Они делали 10 тыс. оборотов в минуту и, конечно, в производственных условиях не могли долго выживать.

Весьма замечательно то, что в 1915 г. Ленинградский профессор Боровик изобрел насос, который значительно превысил диапазон насоса Геда, появившийся одновременно. Оба эти изобретателя работали независимо, насосы Боровика оказались гораздо более эффективными и не отличались от тех, которые в 1916 г. были опубликованы Лангмюром и получили название насоса Лангмюра. Эти насосы Лангмюра, опубликованные в Америке в 1916 г., дошли до нас гораздо позднее и этим обстоятельством объясняется то, что до 1917–1918 гг. серьезно говорить о ламповой промышленности радиотехнического характера было невозможно.

Первые опыты в направлении производства электронных ламп были сделаны Бонч-Бруевичем летом 1918 г. Эти опыты делались в Твери в условиях примитивных, кустарных. Тем не менее, он получил определенные результаты, и когда его группа была поставлена в 1919 г. правительственным решением в лучшие условия, то в 1919 г. возникшая лаборатория одной из своих основных задач поставила разработку и систематический выпуск электронных ламп для нужд ведомства связи. Первой задачей, которую поставил себе Бонч-Бруевич, являлась следующая – создать в вакуумной лампе хотя бы стотысячную долю миллиметра ртутного столба, обеспечить правильную конструкцию электродов, подобрать материал, найти способ обезгаживания и найти такой тип лампы, который бы допускал массовое изготовление.

Не следует думать, что эта его работа шла по пути грубой эмпирики. В феврале месяце 1919 года, в условиях полной изоляции от заграницы, он создал свою теорию триода, которая была опубликована в одном из выпусков журнала «Радиотехника». Когда через несколько лет был получен заграничный журнал, в котором излагались теории ведущих иностранных специалистов в этом направлении, то оказалось, что теория Бонч-Бруевича отличается от того, что было предложено за границей, лишь, может быть, некоторыми различиями в обозначениях, символах и некоторых особенностях, которые у каждого работающего самостоятельно автора неизбежны по сравнению с другими.



Бонч-Бруевич Михаил Александрович (1888–1940)

Что касается практического осуществления этих теоретических расчетов, то в результате их появились первые усилительные лампы, которые уже выпускались серийно, в отличие от выпускавшихся до этого на Одесском заводе. Причем этот тип, впервые вышедший в нашем отечественном изготовлении, был получен в результате наших исканий, о которых уместно здесь сказать несколько слов.

Он отказался от того типа электродов, который был во французских усилительных лампах, поставлявшихся нашему военному ведомству во время войны. Он предпочел тип с плоскими электродами. И начал с того, что плоская сетка навивалась на металлическую рамку толщиной 0,2 мм. так, что расстояние от катода до витков сетки было очень близкое, всего 0,1 мм. Благодаря этому возникало касание катода и сетки, и для противодействия этому вводилась слюдяная прокладка, а это отражалось на времени откачки. По времени откачки это было что-то исключительное. Более 10 часов следовало качать эту маленькую лампу для того, чтобы выгнать весь газ, который главным образом выделялся из слюды.

Приблизительно 6 типов было испробовано, прежде чем появился тот тип, который получил название ПР-1 с алюминиевым анодом, с сеткой из тонкой проволоки плоского же вида и он имел уже стеклянную рамку большего диаметра, на которую эта сетка навивалась. Впоследствии лампы подобного же вида электродов выпускала немецкая фирма Хут, в 20-тых годах мы их получали.

Нужно сказать, что в результате рационализации конструкции, срок откачки этих ламп удалось резко снизить примерно до часа, и тогда начался серийный их выпуск регулярно, систематически и этих ламп ожидало ведомство связи с необыкновенным нетерпением. Из Нижнего сплошь и рядом командировались люди в Москву, потому что лаборатория только что строилась, надо было получать разные материалы, иметь сношения с Наркоматом связи. Обычно

каждый посланец в Москву вез с собой один или несколько небольших деревянных ящичков, в которых были уложены первые русские лампы – десятками или дюжинами, я не помню. И обыкновенно такой посланец с распростертыми объятиями встречался во всех соответствующих организациях, начиная от Технического управления и вплоть до приемной Замнаркома Любовича, куда приезжали также непосредственно в особо острых случаях, когда Москва вызывала и требовала: *«Снабжение с лампами находится в угрожающем положении, присылайте новые».*

Время с сентября по ноябрь 1919 года было связано со стремлением М.А. Бонч-Бруевича повысить мощность усилительных ламп, и в результате ряда экспериментов мощность их была последовательно доведена до 20, затем до 40 и, наконец, до 100 ватт. При этом алюминий оказался непригодным в качестве материала для анодов. Он был слишком легкоплавким, пришлось искать что-то другое, и единственно возможный выход в тех условиях был обращен к меди.

Эти маломощные лампы были сделаны с медными анодами, причем для увеличения поверхности они снабжались ребрами, которые могли бы обеспечить лучший отвод тепла и такие лампы впервые были показаны им на одной из научно-технических бесед. Это было систематическое мероприятие Нижегородской радиолaborатории, которое проводили руководители лаборатории, а их было несколько – Бонч-

Развитие ламповой техники

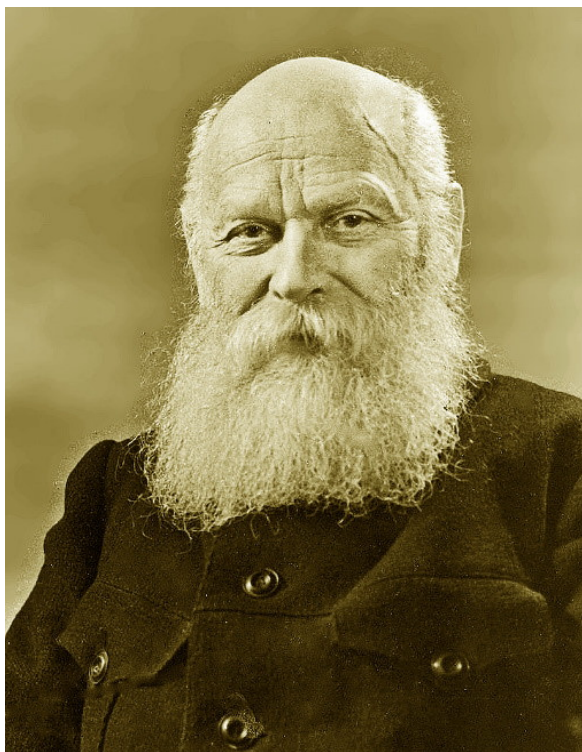
Бруевич, Вологдин и Лебединский вначале, потом, через несколько лет, добавились Рожанский и Татаринов.



Основатели Нижегородской радиолaborатории

Слева направо В.К. Лебединский, М.А. Бонч-Бруевич, И.В. Селиверстов

Обычно руководители лаборатории делились в тесном товарищеском кругу результатами своих работ недели за две или около того. Так как было несколько собеседников, то всегда это давало достаточный материал.



Вологдин Валентин Петрович (1881–1953)

Мне вспоминается эта пора по случаю, который был на одной из таких технических бесед. После ее окончания, когда публика уже почти разошлась, а я, исполнявший должность лаборанта при Лебединском, помогал М.А. Бонч-Бруевичу вместе с другими товарищами убирать эти лампы, произошел небольшой разговор о том, целесообразно ли устраивать медные аноды? Я высказал ему свои сомнения, что конструкция получается очень неудобная – тяжелый анод внутри легкой стеклянной оболочки. Он на это мне ответил почти буквально

Развитие ламповой техники

следующими словами, они мне запомнились очень хорошо: *«Имейте в виду, Николай Александрович, что если дело дойдет до действительно мощных ламп, то только медные аноды и окажутся пригодными».*



Рожанский Дмитрий Аполлинариевич (1882–1936)

Этот разговор был осенью 1919 года, а уже в 1925 г. пришлось отметить, что в связи с работами французских исследователей предсказание М.А. Бонч-Бруевича сбылось

полностью и медные аноды стали необходимой принадлежностью мощных ламп во всех странах.

Конец 1919 года ознаменовался тем, что М.А. Бонч-Бруевич довел мощность экспериментальной лампы до 950 ватт. Для ламп со стеклянным баллоном это был, по его мнению, практический предел, но, тем не менее, надо отметить еще одну особенность. В этой лампе с мощностью 950 ватт пришлось ввести водяное охлаждение, что также является впервые осуществленным именно в нашей стране. По справкам литературного порядка можно утверждать, что до ноября 1920 года водяного охлаждения в заграничной практике не встречалось.

Эти лампы с медными анодами были сначала довольно неприятных очертаний, предлагалась одна конструкция, потом другая и в результате таких творческих исканий к январю месяца 1921 года был разработан окончательный вариант, который характеризовался следующими признаками. К цилиндрической трубке, запаянной внизу, приваривались четыре лопасти и в каждую из этой одной четверти пространства, находящегося около этой трубки, помещалось по волоску, по отдельной сетке и выводились они на сторону отдельно. Лампы такого рода работали нормально при двух горячих волосках, а два оставались в запасе, и каждый из них давал возможность развить мощность 1,25 кВт. Эти лампы были испробованы на Ходынской, ныне Октябрьской, радиостанции, и в эту же пору изысканий мы познакомились с некоторым новым эффектом – тиратронным эффектом.

Развитие ламповой техники

Нужно сказать, что наши лампы того времени не ставили своей задачей какое-либо усложнение конструкции, так что, например, стремление ввести туда двойные сетки, как это делалось во второй половине 1922 года за границей, не предпринималось. Лампы делались в виде обычных триодов, и основная тенденция была та, что поддерживался выпуск маломощных ламп, который все ширился и ширился.



Лампы в музее Нижегородской лаборатории

Удалось увеличить мощность генераторных ламп и тем самым обеспечить возможность для радиотелефонии. В результате этих исканий и разработок в августе 1921 г. был построен передатчик, была построена сама станция, постройка которой производилась П.А. Остряковым, и передатчик с 22 лампами заработал радиотелефонным способом. Положение

вещей рисовалось в следующем виде. Производство ламп для таких передатчиков, имеющих десяток ламп в работе и требующих такого же резерва, в Нижнем Новгороде вести было нельзя. Снабжение газом производилось следующим образом. С большими баллонами ездили в Ленинград, получали газ и везли его в Нижний, так что для мелких работ или для экспериментальных разработок стеклодувок хватало. Но ставить производство в таких условиях было невозможно.

Поэтому, параллельно с работой по созданию небольшого газового заводика при радиолaborатории, было принято другое решение – начать производство ламп в Москве, и тогда П.А. Остряковым была организована мастерская на Рождественском бульваре, которая в дальнейшем досталась в мои руки, и с которой я несколько лет имел дело.

Нужно сказать, что в эту пору появились довольно существенные новые направления. За границей возникли первые магнетроны, но они были довольно быстро отвергнуты практикой, так как это была неэкономная конструкция, громоздкая и затруднительная в обращении.

Вместе с тем, шли работы теоретического порядка, как у нас, так и за границей. В эту пору электронные лампы уже были оценены и вряд ли кому из широкой публики известно, что тот закон, который Лангмюр опубликовал в одной из своих работ и который называется законом Лангмюра, следовало бы по правилам научной принципиальности назвать законом Богуславского.

Развитие ламповой техники

Дело в том, что С.А. Богуславский, который в то время был профессором Московского университета, этот самый закон открыл совершенно независимо от Лангмюра. Но, так как он был человек очень болезненный и скоро умер, отстаивать его приоритет было некому, а имя Лангмюра уже вошло довольно широко в науку, так что ему была приписана честь открытия этого закона. На самом же деле С.А. Богуславский это сделал, по-видимому, несколько ранее Лангмюра.



Богуславский Сергей Анатольевич (1883–1923)

Далее следовало бы отметить, что в области мощного лампостроения наш Союз все время держал пальму первенства.

Во-первых, в ту пору, когда, в силу технической необходимости, М.А. Бонч-Бруевич обратился к работе над лампами с медными анодами, за границей о повышении мощности таким способом не думали. Главным образом, там выполняли лампы с молибденовыми и танталовыми обмотками мощностью 200 и 500 ватт. Направление, которое стало известно и за границей относительно введения ламп с водяным охлаждением, породило подражания. И уже приблизительно в июле 1923 года известный французский физик Хольверг опубликовал в трудах Парижской Академии свое сообщение относительно разборной лампы, которая также имела медный анод, и, благодаря водяному охлаждению, перенятому от нас, обладала мощностью в 10 киловатт. Однако эта цифра была, по существу говоря, уже битой, ибо весной того же 1923 года, то есть несколько раньше, чем Хольверг выступил со своим достижением, Бонч-Бруевич осуществил лампу в 30 киловатт. Она оказалась достаточно хорошей по своим качествам, и с такими лампами он экспериментировал на станции, которая сейчас называется «Опытный передатчик», пользуясь короткими волнами и пытаясь сделать связь с антеннами доступной на одной такой лампе.

Вместе с тем он, как большой инженер, стремился к тому, чтобы всякая конструкция была доведена до совершенно законченного технического вида. И поэтому, параллельно с работами новаторского характера, он поручил ближайшим своим сотрудникам доводку лампы до окончательного технического совершенства, и к весне 1924 года эти самые

лампы с внешними анодами были освоены технически в полной мере.

Трудности, которые здесь встречались при массовом производстве, тоже были преодолены, а трудностей было довольно много. В частности, катоды этих ламп делались сначала из гонкого вольфрамового провода, который для того, чтобы создать должную поверхность у катода, приходилось свивать жгутом и при этом возникало много неприятных обстоятельств. Эти нити жгута были в разных условиях – наружные испытывали большее охлаждение, внутренние были при более высокой температуре, получалась неравномерность температуры по сечению жгута, что приводило к перегреву внутренних волокон и, таким образом, лампы оказывались ненадежными.

Но в эту же пору, приблизительно в 1923–1924 гг., несколько наладились отношения с границей и, не дожидаясь, пока на наших электрозаводах будет освоено производство вольфрамовой проволоки нужной толщины, Бонч-Бруевич получил возможность для своих работ пользоваться вольфрамовой проволокой нужного сечения из-за границы.

Затем необходимо отметить, что ему же принадлежит приоритет еще в одном смысле. Для того, чтобы облегчить откачку этих ламп, он применил геттеры, в частности, натрий и калий.

Развитие ламповой техники

Можно сказать, что в результате работ 1924 года принципиальные трудности в направлении изготовления крупных ламп были ликвидированы полностью. Не было никаких преград к тому, чтобы увеличить мощность ламп до любой желаемой величины. В качестве временного ориентира, на который были направлены усилия, было намечено для дальнейшего производства 100 кВт и такая лампа была через год с небольшим осуществлена. Дальше идти не потребовалось, потому что, хотя и предполагалась постройка нескольких более крупных станций (по станциям мы тогда много обсуждали этот вопрос, и в Правде появилась статья А.М. Николаева под интригующим названием «Почему нам нужна сверхмощная?»). Но постройка сверхмощных станций была в те времена несвоевременной и была отнесена на более поздние сроки.



Радиолампы на Первой всесоюзной радиовыставке в Москве, 1925

В ту же пору начала развиваться техника ионных преобразователей в Нижегородской лаборатории. Вологдин, поставив разработку высокой частоты, отдал дань ртутным выпрямителям. Так появилась сеть его высоковольтных выпрямителей, которые с большим успехом работали с первых лет и имели срок службы до 5 тыс. часов, что полностью устраивало все предприятия связи.

Но эти годы были и годами широкого развития радиолюбительства. В связи с этим возникла надобность в большом выпуске радиоаппаратуры и, в частности, ламп. И трест заводов слабого тока начал восстанавливать в эти годы завод «Светлана» для того, чтобы там поставить массовое производство усилительных ламп.

Приблизительно с 1925 года работы там начались и в них приняли участие сперва А.А. Шапошников, который тогда был в Нижегородской радиолaborатории, затем там последовательно работали С.А. Векшинский и П.И. Лукирский. Что касается производственных цехов, то в них появился ряд видных работников. Двумя годами позднее, после того, как началась работа на «Светлане», наш электрозавод также поставил своей задачей открыть отдел электронных ламп.

В этом деле принял участие А.П. Иванов, работающий ныне в нашем институте, он был начальником отдела так называемых производственных исследований и первые экспериментальные работы по электронным лампам были

Развитие ламповой техники

подведомственны ему. Ряд молодых специалистов работали там, из которых должен быть упомянут Б.Н. Царев, ныне работающий здесь, у нас, затем В.Н. Черноусов, который сейчас работает в Министерстве Электропромышленности по средствам связи, и мне приходилось бывать на электрозаводе в качестве консультанта.



Шапошников Александр Александрович (1878–1942)

Нужно сказать, что при переходе на массовые масштабы производства возникли новые трудности, которые были незаметны при небольших сравнительно размерах

производства. Если привести такой пример, как освоение лампы, которая называлась на электростанции ЭТ-1 (это была усилительная лампа с торированным катодом), то, когда ее ставили, довольно любопытные картины приходилось наблюдать на заводе. Были дни, когда, приходя в отдел, где эти лампы делались, можно было заметить, что публика ходит мрачнее тучи. Все были совершенно убиты, и когда спрашивали, в чем дело, почему все так мрачно – отвечали: 95%. Это значило, что брак достигал 95%, люди работали впустую и были огорчены до глубины души.

Причина была очень простая: брак происходил от быстрой обработки деталей на станках, когда массивные медные лапки сжимали размягченную стеклянную трубочку при изготовлении ножки. И такое закаленное стекло через некоторое время трескалось. Пришлось некоторое время побиться для того, чтобы выправить, выработать правильный режим отжига, и когда это было достигнуто, брак сняло, как рукой. Вот такие отдельные эпизоды пришлось преодолеть нашим производственникам на первых порах массового производства.

В начале 30-х годов ламповые заводы нашего Союза – и московский, и ленинградский – перешли уже на очень ритмичную и регулярную работу. Появились многообразные типы ламп и в отношении катодов, и в отношении конструкции, были лампы и с торированным катодом, и с оксидным катодом, появились пентоды, различного типа смесительные лампы. Таким образом, непрерывно расширяясь

производство помогало обеспечивать все запросы и промышленной, и коммерческой связи, и радиолюбительства.

Однако нужно сказать, что параллельно с таким регулярным ритмом работы электровакуумных заводов шла интенсивная и очень плодотворная работа в ряде лабораторий.

Я не упомянул здесь тех лабораторий, которые работали в 20-х годах параллельно с Нижегородской. В частности, в Ленинграде профессор Богословский разработал свои типы ламп и их пытался осуществить. Затем это было передано на «Светлану». Затем нужно заметить, что целый ряд таких принципиальных и существенных открытий был сделан опять-таки нашими советскими специалистами.

Сюда можно причислить, во-первых, эквипотенциальные катоды, разработанные академиком Чернышевым. Далее появились сверхмощные лампы на 350 и 500 кВт. Они были построены в тот период, когда Бонч-Бруевич перешел в Ленинград. Тогда он был в лаборатории треста заводов слабых токов и вопросом о сверхмощных лампах занялись Минц, Кугушев и Каганов с некоторыми своими сотрудниками в период между 1934 и 1941 годами.

Затем надо отметить несколько иное направление, связанное с использованием вторичной эмиссии. Здесь надо назвать имена Кубецкого, Тимофеева. От них пошел новый тип электровакуумных приборов. Довольно большую роль в разработке фотоэлектрических устройств имел Векшинский и им в лаборатории «Светлана» было разработано много новых

Развитие ламповой техники

типов. Зусмановский, Кацман и Мошкович в 1941 г. получили Сталинскую премию - это показывает, насколько глубоко была сделана эта разработка.



Чернышев Александр Алексеевич (1882–1940)

Магнетрон, который в самом начале своего появления был отвергнут, оказался не столь безнадежным средством для радиотехники, как это вначале казалось подавляющему большинству. На его основе Бонч-Бруевич разработал камерный магнетрон. В настоящее время нужно признать и

Развитие ламповой техники

американских авторов, которые положили много сил на это, и, тем не менее, их направление работы было предвосхищено нашими исследователями.



Кацман Юрий Абрамович (1911–2001)

В предвоенные годы возникло у нас новое течение, связанное с проблемой повышения мощности ламп и вариациями их в лучшую сторону, и которое ответило на некоторые вопросы, касающиеся проблемы охлаждения.

Эта задача отвода тепла от работающей лампы является весьма важной и в ряде случаев лимитирует развитие ламп. В

этой связи необходимо упомянуть работу П.А. Острякова, сделанную им и опубликованную до войны, и некоторые другие работы.

После войны восстановленные наши заводы, увеличившиеся числом за счет Ташкентского завода, работают опять с полным напряжением, так же эффективно действуют и лаборатории, в которых вынашиваются новые принципы и новые идеи и мне кажется, что ближайшие годы сделают нас свидетелями того, что из этих лабораторий выйдет много весьма оригинальных типов и ценных по своим качествам ламп, которые опять-таки выдвинут нашу страну на первое место в отношении ламп мощных и, надо полагать, иных.

Ввиду того, что время позднее, я думаю, что на этом надо было бы закончить.

Председатель. Будут ли какие-нибудь вопросы к Николаю Александровичу? Может быть, кто-нибудь желает высказаться по затронутым вопросам? Если нет желающих, перейдем к следующему докладу.

Председатель. Следующий доклад главного инженера Центрального Научно-исследовательского института связи П.А.Острякова – «Жизнь и деятельность М.А. Бонч-Бруевича».

П.А.Остряков является одним из пионеров радиотехники. Он начал заниматься ею с 1916 года вместе с

Развитие ламповой техники

М.А. Бонч-Бруевичем. Затем он являлся строителем, если не ошибаюсь, первой ламповой радиостанции в нашем Союзе и проявлял при этом очень большую энергию.

Владимир Ильич Ленин, как вы знаете, очевидно, много уделял внимания развитию радиотехники, в которой он предчувствовал большую будущность. В документах, которые остались и были опубликованы после его смерти, имя П.А. Острякова упоминалось не раз и отдавалось должное его работам по развитию радиотехники.



Остряков П.А.

**Жизнь и деятельность М.А.
Бонч-Бруевича**



Остряков Петр Алексеевич (1887–1952)

Собственно говоря, мой доклад является своего рода исторической справкой и мне даже трудно сказать сейчас, с какого момента эту справку начинать, с какого времени? Она может быть 40-летней давности, может быть 30-летней давности, может быть и того меньше. Ввиду ограниченности времени и того утомления аудитории, время которой я также уважаю, мне трудно сделать вразумительный доклад, который был бы прослушан с должным вниманием. Материала слишком много, поэтому я боюсь сделать нечто сумбурное, но постараюсь по возможности сделать это более понятным.

Мне приходится говорить о М.А. Бонч-Бруевиче. Мне даже больше того – приходится писать о нем, потому что одно из издательств поручило мне написать о нем книжку, и я занят этим делом сейчас. Тот факт, что приходится о нем книгу писать, уже говорит о том, что его имя имеет право стоять в одном ряду с именами тех русских ученых, о которых пишутся книги. И действительно, иначе я не взялся бы писать, мое убеждение такое, что о нем стоит и писать, и говорить. Это талантливый инженер и ученый, биография которого должна быть известна советской общественности и не только потому, что он талантливый ученый, а и потому, что методы и стиль

Жизнь и деятельность М.А. Бонч-Бруевича

его работы чрезвычайно близки советским людям в части характера их работы, которому учит и партия, и товарищ Сталин.



Бонч-Бруевич Михаил Александрович (1888–1940)

На XIV съезде партии, говоря о генеральной линии партии, товарищ Сталин сказал, что генеральная линия заключается в том, чтобы делать все своими руками, все

оборудование, нужное для нас, делать своими руками. На XIV съезде он говорил, что труд у нас стал делом чести и делом доблести. Так вот, эти две основные характеристики советского труда чрезвычайно близки М.А. Бонч-Бруевичу с самых первых дней его деятельности.

Даже трудно сказать, с чего мне начинать? Начну хотя бы с того, что сейчас ноябрь месяц 1948 года и, пожалуй, что 40 лет прошло с тех пор, как М.А. Бонч-Бруевич первый раз выступил на арену экспериментальных работ.

Он был воспитанником Военно-инженерного училища в Петербурге. Там, против Летнего парка, есть замок – бывшая резиденция Павла. Там он учился, и там я с ним и встретился.

На втором курсе он занялся экспериментальной работой, я стал ему помогать, он получил в результате премию имени Петрашевского, а я получил три наряда вне очереди. Так случилось. Я не буду рассказывать подробности этого дела, но так судьба повернулась, и с тех пор она нас и подружила.

В то время была очень в моде искра. Искровой заряд довлел над всей наукой. Когда искра трещала в физических кабинетах, то над ней производили очень много исследований. Нам лекции по физике читал профессор В.К. Лебединский и теории электрического разряда он придавал большое значение, это был его конек. В зажигании и тушении искры, под влиянием ее тушения и гашения, происходила масса неясных явлений, которые называются эффектами, и в том

числе был эффект Лебединского, и Бонч-Бруевич решил этот эффект поставить.

Я дежурил по роте, вижу, что какая-то фигура ночью двигается, что-то тащит.

– *Вы, – спрашиваю, – что тут делаете?*

– *А вы, – говорит, – лучше мне помогите, чем тут так околачиваться.*

– *Да ведь дежурный придет, увидит!*

– *Не придет, – говорит, – он уже обход сделал.*

Я потащил аккумулятор в умывальную комнату. Я был дежурным, в полном наряде, здание было освещено постоянным током, мне надо было включить реостат. Дежурный офицер все-таки явился и застал меня в полной форме с козырьком назад (чтобы не мешал), со всеми регалиями, и другого – в одном белье, сапогах, – что-то орудует. Это были Бонч-Бруевич и я, в качестве его помощника.

Надо сказать, что дежурный офицер был большой педант и мыслил только по уставу, вне устава он себе не представлял ничего. Он говорит: *«Что же вы делаете? Ведь воспитаннику инженерного училища уставом инженерного училища и правилами внутреннего распорядка не предусмотрено иметь аккумулятор»*. На это Бонч-Бруевич ответил следующее: *«Так точно, господин капитан, но в Уставе внутренней службы не говорится, что слушателям запрещается иметь аккумулятор»*. Поскольку тот был большой педант, и в уставе этого действительно не было сказано, он обрушился на меня: *«А Вы*

что здесь делаете?» и т.д. Одним словом, получилась такая картина, что нам грозили неприятные вещи, но вмешался В.К. Лебединский, и Бонч-Бруевичу было дано право работать в кабинете, а я получил три наряда вне очереди.

Тем не менее, работа была окончена, эффект Лебединского был вскрыт, и через три года это было опубликовано в журнале русского физико-химического общества в виде объемистой статьи. Сейчас она, конечно, может быть, покажется наивной, но тогда он за это получил премию.

Затем я с ним встретился уже в офицерской инженерной школе, а окончательная встреча была в Твери после войны. Я приехал посмотреть первую радиолампу. Эта была действительно замечательная лампа. Это было в 1915 г. у него на квартире, потому что на радиостанцию не пускало начальство, и опять-таки радиостанция не предусматривалась уставом. И вот у него в комнате стоял обеденный стол и на столе сооружение – лампа, работающая на замазке, облепленная ромзаевской замазкой, из которой торчали кишки и огромный вакуум-насос. И его денщик (он тогда был поручиком, кажется, что соответствует сейчас званию ст. лейтенанта) вертел этот насос и лампа работала. Это была первая разборная лампа. Она принимала тогда Эйфелеву башню (незатухающие колебания) и эта лампа помогла ему стать на ноги. Его высказывания о необходимости поставить отечественное производство ламп слушали тогда неохотно. Лампы французского изготовления задевали его национальное

самолюбие, и он доказывал, что нужно делать массовое производство своих ламп.

Когда он сделал разборную лампу и, отравившись ртутью, провалялся месяц в постели, его послали во Францию, взяв с него слово, что он, вернувшись, будет копировать французские лампы. Иначе его не пустили бы. Он обещал, но, вернувшись, начал делать, конечно, нечто совершенно другое.

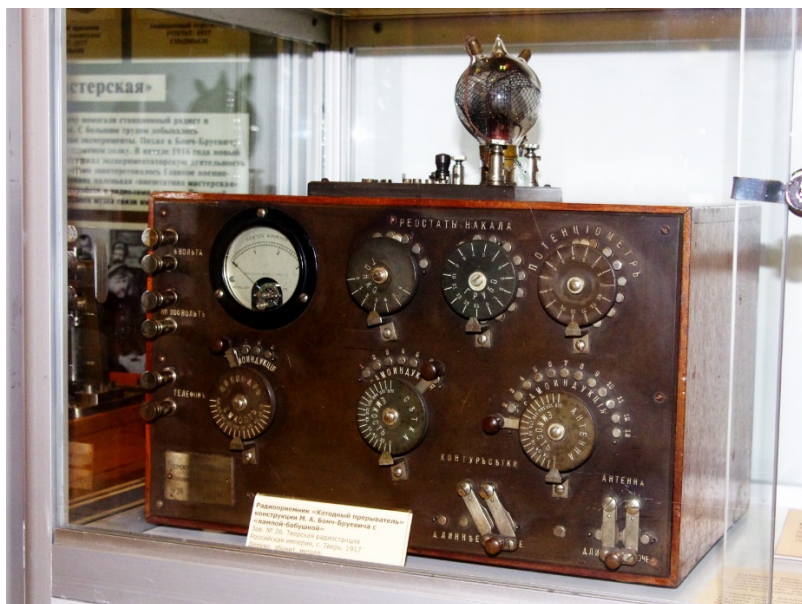
Правда, им были получены стеклодувы. Из пехотного полка ему дали двух солдат, которые должны были ехать на фронт. Это было в Твери, там это дело было очень развито. Клинский уезд славился тогда своими стеклодувами, один из них работает со мной вместе до сих пор на заводе. И тогда он стал делать не разборные лампы, а запаянные. Эта лампа была не похожа на французские лампы, она вся была сделана из железа, т. е. из вольфрама, но сетка и анод железные сетчатые. Почему?

Он был большой оригинал в своих решениях и суждениях. Почему он отказался от вольфрама? Он хотел доказать, что и железо может работать в этих случаях и, действительно, длительная обработка его в атмосфере водорода с прокалкой током высокой частоты показала, что железо работает. Правда, следы водорода оставались после откачки и вакуум был так себе, но 200 штук таких ламп были сделаны и Бонч-Бруевич сделал первый приемник незатухающих колебаний. Первые русские радиоприемники в количестве 100 штук были сделаны Бонч-Бруевичем. В то

Жизнь и деятельность М.А. Бонч-Бруевича

время отдельно получались из Франции приемники и отдельно гетеродины. Гетеродины накладывались на приемник, присоединялись, и получался радиоприемник. Это было огромное сооружение.

Бонч-Бруевич сделал впервые приемник по-своему, и назвал его почему-то «катодным прерывателем». Такие катодные прерыватели можно было увидеть в 1920–1925 гг. Они, может быть, до сих пор еще где-нибудь сохранились.



*Регенеративный ламповый приемник («катодный прерыватель»)
Бонч-Бруевича*

Однако положение было очень тяжелым, потому что фактически никакой помощи от военного ведомства он не

получал, это были просто частные случаи. Кое-кто помогал ему. И он строил всю свою работу на помощи меценатов. Таким меценатом для него оказался учитель физики в Твери, таким меценатом оказался местный аптекарь, который ссужал его водородом и директор завода Айваз, на базе которого народилась «Светлана». Директор этого завода тоже оказывал Бонч-Бруевичу содействие и всякие отходы, обрезки давал ему.

Учителем моим и его в офицерской электротехнической школе (эта школа была развернута в нынешней Академии Буденного) был Муромцев, тот самый Муромцев, который подвизается не то у Вестингауза, не то еще где-то. Этот Муромцев сбежал после июльских дней из России в качестве военного приемщика вместе со Зворыкиным, который работает сейчас там над телевидением. Уезжая, Муромцев пожелал нам разваливаться. Это пожелание возымело обратное действие на Бонч-Бруевича.

После Октябрьской революции он встретился с первым большевиком – народным комиссаром Подбельским и когда тот услышал, что Бонч-Бруевич хотел делать свои отечественные лампы, и когда после июля 1917 года вчерашнее и сегодняшнее оказалось диаметрально противоположным, то тут у Бонч-Бруевича вспыхнул энтузиазм неограниченный. Это было в июле 1918 года, когда Подбельский дал ему широчайшие возможности – в любой город, куда хотите, поезжайте (потому что в Твери не было тогда электроэнергии), поезжайте в любой город по вашему выбору. Деньги – пожалуйста. На следующий день нам надо было 10 тыс. –

пожалуйста, но первые лампы дайте к первой годовщине Октябрьской революции. И первые лампы были выданы Нижним Новгородом к первой годовщине Октябрьской революции. Это была первая партия ламп.

Вот этот энтузиазм Бонч-Бруевича родился под впечатлением резкого контраста между тем, что он видел до Октябрьской революции и тем, что он увидел после Октябрьской революции.

Слишком мало времени и неподходящие условия, чтобы глубоко проанализировать этот решающий момент. В этот момент родилась нижегородская лаборатория, идеологически родилась, и, родившись, она долгое время влияла на развитие нашей отечественной радиотехники и долгое время будет в той или иной форме вспоминаться в том или другом месте, в том или ином случае.

Действительно, если посмотреть любой раздел радиотехники, любую ее область, то мы там найдем М.А. Бонч-Бруевича. Правда, могут быть разные точки зрения. Может быть, это не было рассчитано, пересчитано, не было заявлено. Если целевая антенна появилась тогда, когда она была рассчитана А.А. Пистолькорсом, то идея остается, хотя бы в моральном аспекте, принадлежащей тому, кто ее высказал.

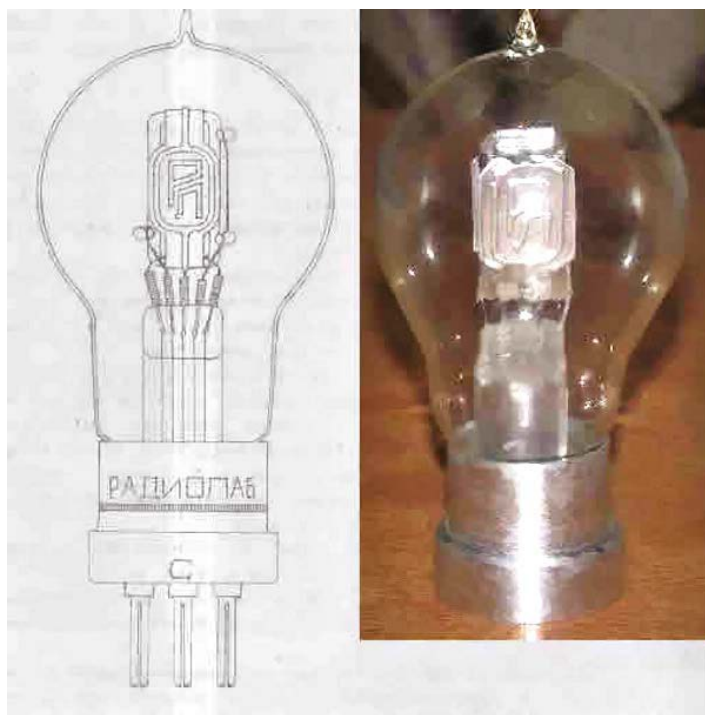
Если смотреть с точки зрения запатентованного и оформленного юридически документа, то за Бонч-Бруевичем мало что можно найти. Он не любил патентовать. Его медный анод родило письмо Ленина, он изобрел лампу и не взял даже

патента на это дело. Но это не значит, что мы должны проходить мимо и обращаться к статьям, испещренным глубокими элементами анализа для того, чтобы сказать, что только после этого автор имеет право на то, чтобы назвать эту вещь своей.

Тогда скажу больше. 40-ваттный Коминтерн был построен Бонч-Бруевичем, там были применены новые принципы частотной модуляции. Это было в 1925 г. Я не знаю, кто выдумал этот принцип, но этот принцип частотной модуляции был осуществлен Бонч-Бруевичем, и я знаю случай, когда станция работала уже три года и на одной защите дипломного проекта товарищ, принимавший проект от студента, сказал: *«Ну вот, наконец, станция «Коминтерн» рассчитана!»* Выходит так, что пока она не была рассчитана, она была «незаконнорожденным, некрещеным ребенком», а когда ее задним числом рассчитали, она стала станцией «Коминтерна».

Я прочитаю маленькую справку, что, собственно, сделал М.А. Бонч-Бруевич с моей точки зрения. Может быть, я найду возражения, но с моей точки зрения, с точки зрения автора, который собирается выпустить книжку о Бонч-Бруевиче, вот как я мыслю себе, что сделал он:

- 1) Приемная радиолампа для сети Наркомпочтеля.
- 2) Теория триода в 1919 г. Она полностью повторяет теорию Баргаузена, сущность та же самая. Но все коэффициенты усиления он вывел, все, что полагается.



Первая электронная лампа в СССР и ее чертеж Бонч-Бруевича слева.

3) В 1920 г. генераторная лампа с водяным охлаждением и многокамерным анодом. Водяное охлаждение анодов в Америке и Германии появилось два года спустя, а многокамерный анод англичане воспроизвели в 500-киловаттной лампе «Метровиккерс». Самая мощная разборная лампа «Метровиккерс» построена англичанами, но не известен тот факт, что она представляла собой полную копию лампы

Бонч-Бруевича. Она была из 6 камер, и в каждой камере помещалось по одной сетке и по одному катоду.



*Мощная радиолампа
(25 кВт) с
охлаждением
проточной водой в
разрезе*

4) Им была разработана мощная радиотелефонная станция имени Коминтерна в Москве, 12 кВт в антенне.

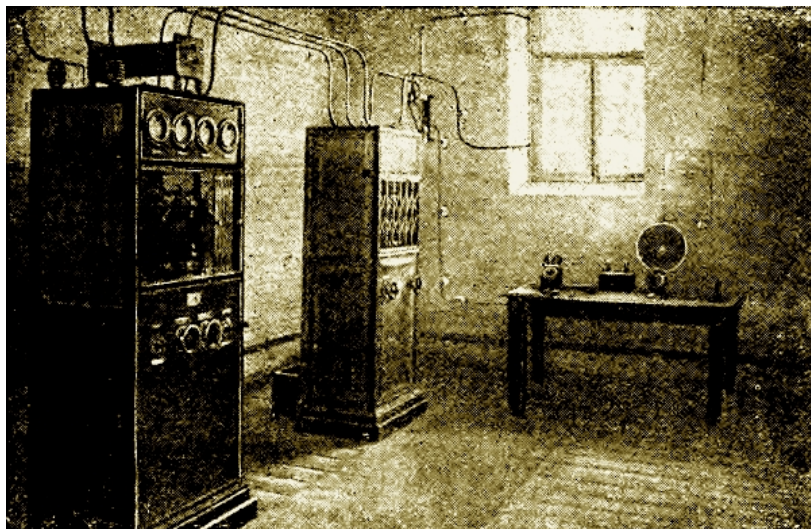
5) Радиостанция типа малый Коминтерн мощностью 1,2 кВт. Питание полностью от сети трехфазного тока. Применена анодная модуляция. Первая, по существу, схема с параллельно работающими лампами.

6) Радиостанция большой Коминтерн мощностью 40 кВт в антенне. В оконечном каскаде – две мощные лампы по 25 кв. Ввиду отсутствия в то время многосеточных ламп, усиление звуковой частоты для мощного модуляторного каскада было решено применением оригинальной по тому времени схемы, в которой был использован принцип частотной модуляции.

7) В 1924–1926 гг., в результате дискуссии по переходу на короткие волны, Бонч-Бруевич возглавил это

Жизнь и деятельность М.А. Бонч-Бруевича

дело, после чего Нижегородской радиолaborаторией были построены линии Москва-Ташкент и Москва-Иркутск, на 150-ваттных лампах. Впервые был применен способ работы с дневной и ночной волной.



Радиостанция малый Коминтерн мощностью 1,2 кВт.

8) В этот же период Бонч-Бруевич открывает способ химического обезгаживания электродов при производстве радиоламп.

9) С 1926 года по 1931 год Бонч-Бруевич разрабатывает теорию паразитных колебаний в генераторных схемах и теорию отрицательного сопротивления. Разрабатывает новый метод радиотелефонирования с раздельным излучением боковых частот и несущей мощного передатчика.

10) 1936 год посвящается вопросам верхней атмосферы.

Его работа об установившемся процессе в верхних слоях атмосферы оказалась теоретическим предвидением так называемого Люксембургского эффекта, или, что тоже самое, Горьковского эффекта, открытого на практике несколько лет спустя.

В 1932 г. в СССР впервые Бонч-Бруевичем было поставлено исследование ионосферы методом радиоэха. В связи с применением этого метода в высоких широтах, Бонч-Бруевич впервые высказал предположение о поглощающих слоях, влияющих на распространение радиоволн на полярных линиях связи. Что же касается радиоэха, то это, по существу, является основой современной радиолокации.

11) В последние годы Бонч-Бруевич работал в области УКВ. Здесь он дал много идей, большинство которых претворено в практику. Это работы по волноводам и рупорным антеннам. Современный магнетрон и щелевая антенна впервые предложены им. Но это не только моя точка зрения. Этот вопрос я согласовал с Гушевым, работавшим вместе с ним и с некоторыми другими товарищами.

Но все-таки не это заставляет говорить о Бонч-Бруевиче так много, как о нем придется говорить и писать.

Как я сказал в начале, его характер и метод работы его глубоко полноценные. Он был советским патриотом – вот основа его существа. Это был настоящий патриот, для которого

свое собственное, сделанное своими руками пусть, может быть, хуже, но свое. Вот это был его основной девиз, его и всех тех, кто вместе с ним работал.

Я помню встречу с ним после великих слов Сталина о генеральной линии партии «делать все своими руками». Бонч-Бруевич радовался, как никто. У него было много чувства долга и чести перед правительством, которое его обязывало. Вот как родился медный анод. В Москве должна была быть построена Главная радиотелефонная станция. Тогда еще не было слова «радиовещание», но это, по существу, было одно и то же. Нужна была мощная лампа, а никель и алюминий не выдерживают необходимой мощности. Начались поиски выхода из создавшегося положения.

Знаменательно, что это было в условиях очень больших лишений, в условиях голодного существования. Это был 1920 год. Не было энергии, не было хлеба. Не было топлива, а надо было решать. И надо было идти на техническую революцию. Без меди не обойтись, но ввести медь – это значит нарушить все представление о радиолампе. Ее фетишизировали. И вот в такую «аристократию» надо было ввести медную трубку. И когда рисовали первый рисунок, появилось бог знает что: какая-то трубочка, шланг, кишка и водопроводный кран и все тепло, которое выделяется, нужно выкинуть в канализацию. Это – революция. Так и сделали, получилось уродливо, но хорошо.

И когда граф Арко в 1923 г. вместе с Мейстером приехали в СССР (я был при них гидом), граф был настроен иронически. Это был здоровый мужчина, большой спортсмен, он хорошо ездил верхом, плавал, нырял, был веселый парень, как говорят «в доску свой». И когда я привел его на станцию Коминтерна, у него был такой тон, как будто культурный человек попал в гости к веселым дикарям. Парни хорошие, но дикари. Действительно, когда он приехал на радиостанцию, он увидел две громадных деревянных (из фанеры) панели: одна генераторная, другая модуляторная, по 6 ламп в панели. Основным элементом было дерево. Но когда граф Арко подошел, посмотрел и понял в чем дело, его обращение резко переменялось, и он сказал даже что-то вроде: *«Как вы могли до этого додуматься?»*

И он хлопнул по плечу этих спортсменов. Нет, это были не спортсмены и это был не спорт. Немецкий граф глубоко ошибся. У нас труд был поставлен на принцип чести. Граф этого не понял, они до этого не доросли тогда, не доросли и до сих пор.

Время истекает, но я хочу еще рассказать, как впервые с радиотелефоном мы вылезли за рубеж. Это был ноябрь 1920 года. Тогда была сделана 2-киловаттная радиостанция – прототип будущей станции. В Германию выехал один из сотрудников Министерства связи и там предупредил, чтобы такого-то ноября там слушали радиотелефон из СССР. Там, как я сказал, люди пожимали плечами. У них никакой радиотелефонии не было. А этот передатчик притащили из

Нижнего Новгорода, его должны были отправить на Октябрьскую станцию и повесить антенну. Когда мы ехали по шоссе, было впечатление, что едет труппа бродячих артистов: деревянные щиты вроде декораций, слякоть, мокро (тогда была осень), галки летают и едет по ухабам грузовик с первой радиотелефонной станцией международного действия.

Два дня ее монтировали. Наконец, телефонной связью было установлено, что такого-то дня будет слушаться во столько-то часов передача из Москвы. Там собрались, и когда осталось минут 30 до начала передачи, вспомнили, что никакого текста нет, нечего передавать. Оставалось полчаса. Решили все скопом писать, и, если бы вы посмотрели на эту картину, вы бы сказали, что это вторая картина письма запорожцев турецкому султану. Каждый хотел от себя что-то добавить. В результате из контрольного пункта разговорного бюро передали – просят по микрофону не выражаться, а когда мы увидели, что ничего не выходит, догадались вызвать переводчика. Переводчик от себя написал, и в результате опоздали с передачей на 5 минут. Там уже торжествовать начали, а потом очень огорчились.

Тогда было первое сообщение, переданное в Берлин, и оно произвело большой фурор. После этого граф Арко и приехал знакомиться, в чем тут дело.

Я Вам, собственно говоря, ничего путного не рассказал. Но это, во-первых, потому, что мало времени, во-вторых,

большой материал, а в-третьих, я, собственно, даже и не знаю, о чем мне следует докладывать (аплодисменты).

Тов. Котельников. Будут ли какие-нибудь вопросы? Нет? Какие будут замечания?

Тов. Евтянов. Петр Алексеевич! Вы, перечисляя список, упустили схему с заземленной сеткой.

Тов. Остряков. Я много упустил. У него около 80-ти работ. Я просто не в состоянии все собрать и привести в систему.

Тов. Евтянов. Хотелось бы, чтобы в книжке, которая будет издана, это было бы.

Проф. Котельников. Еще будут какие-либо замечания? Если нет, то будем считать, что на этом наша конференция закончена. В будущем мы будем продолжать изучать историю радиотехники с тем, чтобы из нее почерпнуть то поучительное и полезное, что она может дать.

Тов. Виторский. Вчера мы слышали доклад тов. Кляцкина о работах основоположника советской радиотехники Шулейкина. Послезавтра будет праздноваться юбилей К.А. Круга – одного из основоположников нашей отечественной электротехники. В связи с этим я хочу поделиться некоторыми воспоминаниями. Когда в 1925 г. я был назначен начальником радиолаборатории Московского

института инженеров связи, она помещались в трех-четырех комнатах. Оборудование искровое было, бедное. В этих помещениях висели портреты основоположников радиотехники - Максвелла, Герца, сэра Оливера Лоджа, Попова, Маркони, Ценека, Остина и еще портрета два.

Через несколько лет, примерно около 1930 года, я задумал повесить портреты наших отечественных ученых, но мне удалось достать только два портрета, вернее, фотокарточки, которые я и увеличил. Это были фотокарточки М.В. Шулейкина и К.А. Круга. Эти портреты висели на Гороховской улице в доме №16, а затем лаборатория переехала в Лефортово и портреты висели здесь вплоть до момента эвакуации.

Произошла эвакуация, оборудование частично вывезли, частично оно осталось. Я оставался в Москве, и в ноябре месяце 1941 года, по поручению зам. министра связи прибыл в здание института связи, чтобы посмотреть, в каком состоянии было оставшееся оборудование. Когда я зашел в лабораторию основ радиотехники, то увидел пустую комнату. Оборудование было вывезено, но на стенке висели портреты М.В. Шулейкина и К.А. Круга. Я снял их, вынул из рамок, положил в портфель и унес домой. А теперь разрешите передать эти портреты радиофакультету и выразить пожелание, чтобы они в таком или в увеличенном виде, были повешены в нашей лаборатории. Вот портреты М.В. Шулейкина (передает) и К.А. Круга (передает), которые провисели ряд лет в наших лабораториях.

Второе, что я хотел сегодня сделать, это передать кафедре истории радиотехники маленькую книжечку, которая вам покажется очень наивной – первую печатную книжку на русском языке по электронным лампам. Автор ее – немец, доктор Виге. Называется она «Катодные лампы и их применение в радиотехнике». Книжка эта была издана под редакцией Виторского и Шулейкина. Я прочту несколько слов из предисловия к этой книге (зачитывает). Эта книга представляет сейчас большую библиографическую ценность, она представляет сейчас только исторический интерес, и я хочу ее передать Л.Д. Белькинду.

Председатель. Разрешите поблагодарить от имени факультета за подарки. На этом будем считать конференцию законченной.



Ломако Е. И., Остроухов В.С.

**История становления и развития ламповой
эпохи радиотехники в Советском Союзе**

По материалам «Юбилейной конференции
радиотехнического факультета МЭИ» 1948 года
под председательством В.А. Котельникова

Оригинал-макет Е.И. Ломако

Формат 60×90/16. Объем 14 п.л.
Гарнитура «Garamond».

