

ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ

РЕФЕРАТ

ТЕМА: История и развитие радиотехники

Выполнил: студент группы
420-12 Кличев З.

Ташкент 2014 г.

Содержание

1. Введение
2. А. С. Попов — основатель радиотехники
3. Радиосвязь после А. С. Попова
4. Радиовещание
5. Кругосветная радиосвязь
6. Виды радиосвязи
7. Радиолокация
8. Заключение
9. Список литературы

Введение

Изобретение радио является одним из величайших достижений человеческой культуры конца девятнадцатого столетия. Появление этой новой отрасли техники не было случайностью. Оно подготовлялось поем предшествующим развитием науки и отвечало требованиям эпохи. Как правило, первые шаги во вновь зарождающихся областях техники неизбежно бывают связаны с предыдущими научными и техническими достижениями, относящимися иной раз к различным разделам человеческих знаний и практики. Однако в каждой новой технической области всегда можно найти определенную физическую основу. Такой физической основой для возможности появления радиотехники послужило электромагнитное поле.

Учение об этом поле, до того как оно нашло себе техническое применение, разрабатывалось многими выдающимися учеными на протяжении почти полувека. Еще в 1831 г. Фарадей и своих «Экспериментальных исследованиях по электричеству» заложил начала наших представлений о воздействии электрических токов, приводящих «находящуюся непосредственной близости от них материю в некоторое особое состояние, которое до того было безразличным». Максвелл в 1864 г. пришел к мысли о единстве природы световых и электрических колебаний и математически обосновал свои выводы в знаменитом «Трактате об электричестве и магнетизме», опубликованном в 1873 г. Генрих Герц в 1888 г. подтвердил классическими опытами правильность подобных взглядов.

А. С. Попов — основатель радиотехники.

А. С. Попов родился 16 марта 1859 года в поселке Турьинские Рудники на Северном Урале (ныне г. Краснотурьинск Свердловской области). Сын священника, он учился в Далматовском духовном училище и Пермской духовной семинарии. Но, как и многие семинаристы, тяготевшие к науке, он вышел из семинарии после окончания общеобразовательных классов и 18-летним юношей поступил на физико-математический факультет Петербургского университета. С увлечением отдаваясь научным занятиям, А. С. Попов вскоре обратил на себя внимание профессоров университета, среди которых были крупнейшие физики того времени (Ф. Ф. Петрушевский, И. Г. Егоров и др.). Блестящие способности А. С. Попова позволили ему еще студентом исполнять обязанности ассистента профессора на лекциях. Окончив университет в 1882 году, Александр Степанович по материальной необеспеченности не смог принять предложение остаться при кафедре физики для подготовки к профессорскому званию и занял место преподавателя физики в кронштадтском Минном офицерском классе и в

Минной школе. Сюда А. С. Попова влекла возможность вести научно-исследовательскую работу в первоклассном по своему оборудованию физическом кабинете класса.

Годы работы А. С. Попова в Кронштадте (1883—1901) были весьма плодотворным периодом в научной жизни изобретателя. Именно здесь, в стенах физического кабинета Минного офицерского класса, родилось и начало свой победный путь величайшее достижение мировой науки и техники — радиосвязь.

А. С. Попов работал вскоре после великих открытий Фарадея и Максвелла, начавших новую эпоху электротехники. В 1867 году английский физик Максвелл вывел из своих чисто теоретических трудов заключение о существовании в природе электромагнитных волн, распространяющихся со скоростью света. Он утверждал, что видимые волны света являются только частным случаем электромагнитных волн, известным потому, что эти волны люди могут обнаруживать и искусственно создавать. Теория Максвелла была встречена с большим недоверием, но своей глубиной и теоретической завершенностью привлекла к себе внимание многих физиков. Начались поиски способов экспериментального доказательств теории Максвелла. Берлинская Академия наук в 1879 году даже объявила это доказательство конкурсной задачей. Ее решил молодой немецкий физик Генрих Герц, который в 1888 году установил, что при разряде конденсатора через искровой промежуток действительно возбуждаются предсказанные Максвеллом электромагнитные волны, невидимые, но обладающие многими свойствами световых лучей.

Через два года французский ученый Э. Бранли заметил, что в сфере действия волн Герца металлические порошки изменяют электрическую проводимость и восстанавливают ее только после встряхивания. Англичанин Оливер Лодж в 1894 году использовал прибор Бранли, названный им когерером, для обнаружения электромагнитных волн и снабдил его встряхивателем.

Герц стремился получить с помощью искрового разрядника электромагнитные волны, возможно более близкие к видимым световым волнам, и ему удалось получить волны длиной 60 см. Последователи Герца, пользуясь электрическими способами возбуждения колебаний, шли по пути увеличения длины волны, тогда как многие русские и зарубежные физики (П. Н. Лебедев, А. Риги, Г. Рубенс, А. А. Глаголева-Аркадьева, М. А. Левитская и др.) в своих работах шли от световых волн на смыкание с радиоволнами. Постепенно радиотехника овладевала всем обширным спектром радиоволн. Оказалось, что свойства радиоволн совершенно различны на разных участках спектра, а кроме того, зависят от сезона, времени суток и солнечных циклов. Электромагнитные волны длиной от 0,5 мм до 50 км в настоящее время называют радиоволнами. Они возбуждаются колебаниями тока с частотой от 600 млрд. до 6 тыс. герц. Практическое использование еще более коротких волн связано с техническими трудностями, а практическое применение их сопряжено с сильным поглощением в атмосфере. С другой стороны, спектр

ограничен непригодностью еще более длинных волн для радиосвязи. 7 мая 1895 года в ученых кругах Петербурга произошло событие, которое сразу не привлекло к себе особого внимания, но практически было началом одного из величайших в мире технических открытий. Этим событием явился доклад А. С. Попова, преподавателя физики в Минном офицерском классе Кронштадта, «Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям». Заканчивая доклад, Александр Степанович сказал: «В заключение могу выразить надежду, что мой прибор, при дальнейшем усовершенствовании его, может быть применен к передаче сигналов на расстояния при помощи быстрых электрических колебаний, как только будет найден источник таких колебаний, обладающих достаточной энергией». Дата этого доклада признана теперь днем рождения радио. Первым корреспондентом А. С. Попова в его опытах по осуществлению радиосвязи была сама природа — разряды молний.

Первый радиоприемник А. С. Попова, а также изготовленный им летом 1895 года «грозоотметчик» могли обнаруживать очень дальние грозы. Это обстоятельство и навело А. С. Попова на мысль, что электромагнитные волны можно обнаружить при любой дальности источника их возбуждения, если источник обладает достаточной мощностью. Такое заключение дало Попову право говорить о передаче сигналов на дальнее расстояние без проводов.

В качестве источника колебаний в своих опытах А. С. Попов пользовался герцевским вибратором, приспособив для его возбуждения давно известный физический инструмент — катушку Румкорфа. Будучи замечательным экспериментатором, своими руками изготавливая всю необходимую аппаратуру, Попов усовершенствовал приборы своих предшественников. Однако решающее значение имело то, что Попов к этим приборам присоединил вертикальный провод — первую в мире антенну и таким образом полностью разработал основную идею и аппаратуру для радиотелеграфной связи. Так возникла связь без проводов с помощью электромагнитных волн, так в изобретении А. С. Попова зародилась современная радиотехника.

Возможно, что если бы Попов был только ученым-физиком, то па этом дело бы и остановилось, но Александр Степанович был, кроме того, инженером-практиком и загнал нужды военно-морского флота. Еще в январе 1896 года в статье А. С. Попова, опубликованной в «Журнале Русского физико-химического общества», были приведены схемы и подробное описание принципа действия первого в мире радиоприемника. А в марте изобретатель продемонстрировал передачу сигналов без проводов на расстояние 250 м, передав первую в мире радиограмму из двух слов «Генрих Герц». В том же году в опытах на кораблях была достигнута дальность радиосвязи сначала на расстояние около 640 м, а вскоре и на 5 км. Позже, в июне 1896 года итальянец Г. Маркони сделал в Англии патентную заявку на аналогичное изобретение, но сведения об его опытах и приборах

беспроволочного телеграфирования были опубликованы лишь через год — в июне 1897 года.

Умелая реклама, большой интерес Англии к возможностям осуществления связи без проводов позволили Маркони в 1897 году основать специальную фирму («Компания беспроволочного телеграфа и сигнализации») с капиталом 100 тыс. фунтов стерлингов. Дальность радиосвязи в это время в опытах Маркони не превосходила дальности, достигнутой Поповым.

В 1898 году А. С. Попов добился уже радиосвязи на 11 км и, заинтересовав своими опытами Морское министерство, организовал даже небольшое производство своих приборов в мастерских лейтенанта Колбасьева и у парижского механика Дюкрете, который в дальнейшем стал главным поставщиком его приборов. Когда в ноябре 1899 года у острова Гогланд сел на мель броненосец «Генерал-адмирал Апраксин», то по поручению Морского министерства Попов организовал первую в мире практическую радиосвязь. Между г. Котка и броненосцем на расстоянии около 50 км в течение трех месяцев было передано свыше 400 радиограмм.

После успешной работы радиолинии Гогланд — Котка Морское министерство первым в мире приняло решение о вооружении всех судов русского военно-морского флота радиотелеграфом как средством постоянного вооружения. Под руководством Попова началось изготовление радиоаппаратуры для вооружения кораблей. Одновременно с этим А. С. Попов создал первые армейские полевые радиостанции и провел опыты по радиосвязи в Каспийском пехотном полку. В мастерской кронштадтского порта, организованной А. С. Поповым в 1900 году, были изготовлены радиостанции для вооружения мерных кораблей (крейсер «Поник», линкор «Пересвет» и др.), отправляемых на Дальний Восток для укрепления 1-й Тихоокеанской эскадры.

Русский флот получил па вооружение радиотелеграфную аппаратуру ранее английского флота. Английское адмиралтейство только в феврале 1901 года заказало первые 32 станции, а вопрос о массовом радиовооружении кораблей решило лишь в 1903 году. Кроме России, Англии и Германии, в других странах Европы, а также в США не велось самостоятельных разработок в области радио, и поэтому эти страны оказались в большей или меньшей зависимости от общества Маркони. Оно сумело обеспечить себе монополию почти во всем мире и сохраняло ее вплоть до первой мировой войны. Технические возможности небольшой мастерской в Кронштадте и парижской мастерской Дюкрете были слабы, для того чтобы спешно вооружить вторую русскую эскадру, уходившую на Дальний Восток. Поэтому большой заказ на изготовление радиоаппаратуры для кораблей эскадры был передан германской фирме «Телефункен». Недобросовестно изготовленная этой фирмой аппаратура часто отказывала в работе. А. С. Попов, командированный в Германию для наблюдения за ходом поставки аппаратуры, писал 26 июня 1904 года: «Приборы не были никому сданы и

никто не обучен обращению с ними. Ни на одном корабле нет схемы приемных приборов». Известно, что заслуги А. С. Попова благодаря настояниям общественности были высоко оценены. В 1898 году ему была присуждена премия Русского технического общества, присваиваемая раз в три года за особо выдающиеся достижения. В следующем году Александр Степанович получил диплом почетного инженера-электрика. Русское техническое общество избрало его своим почетным членом. Когда, в 1901 году, Попову предложили профессию в Электротехническом институте, то Морское ведомство согласилось на это только при условии продолжения службы его в Морском техническом комитете.

Работы А. С. Попова имели большое значение для последующего развития радиотехники. Изучая результаты опытов на Балтике в 1897 году по прекращению связи между кораблями «Европа» и «Африка» в моменты прохождения между ними крейсера «Лейтенант Ильин», Попов пришел к заключению о возможности с помощью радиоволн обнаруживать металлические массы, то есть к идее современной радиолокации. Попов уделял большое внимание применению полупроводников в радиотехнике, настойчиво изучая роль проводимостей окислов в когерерах. В 1900 году он разработал детектор с парой уголь — сталь. В 1902 году А. С. Попов говорил своему ученику В. И. Коваленкову: «Мы находимся накануне практического осуществления радиотелефонии, как важнейшей отрасли радио», и рекомендовал ему заняться разработкой возбuditеля незатухающих колебаний. Через год (в 1903—1904 годах) в лаборатории Попова уже были поставлены опыты радиотелефонирования, демонстрировавшиеся в феврале 1904 года на III Всероссийском электротехническом съезде. В Минном офицерском классе Попов проработал около 18 лет и оставил там службу лишь в 1901 году, когда был приглашен занять кафедру физики в Петербургском электротехническом институте. В октябре 1905 года он был избран директором этого института. Однако к этому времени здоровье Александра Степановича было уже подорвано.

Попов тяжело переживал Цусимскую катастрофу, в которой погибли многие его сотрудники и ученики. К тому же условия работы первого выборного директора Электротехнического института были очень трудными. Все это вместе привело к тому, что после крупного объяснения с министром внутренних дел Дурново Александр Степанович Попов 31 декабря 1905 года (13 января 1906 года по новому стилю) в 5 часов вечера скоропостижно скончался от кровоизлияния в мозг.

Радиосвязь после А. С. Попова

За кратковременную деятельность и области радиотехники (менее 10 лет) А. С. Попов добился очень больших результатов, используя все достижения физики своего времени. Понадобились долгие годы и соединенные усилия многих ученых и инженеров, чтобы развить

изобретение А. С. Попова и довести его до того расцвета, свидетелями которого мы являемся теперь. Всю эту огромную работу можно рассматривать как историю овладения человеком спектром радиоволн, начало которому положили труды А. С. Попова. Эта работа шла в нескольких направлениях, на первых порах трудно отделимых одно от другого, но постепенно выросших в самостоятельные отрасли. Одновременно велись: 1) разработка способов и техники возбуждения слабо затухающих, а затем и незатухающих колебаний, 2) совершенствовались средства обнаружения и выделения колебаний, 3) разрабатывались конструкции антенн, 4) совершенствовались способы воспроизведения и обработки передаваемой информации. Чем же располагал А. С. Попов, когда он прокладывал первые пути в изучении этого океана электрических волн? Он работал на волнах, которые в настоящее время называют промежуточными. Применение антенны позволило ему увеличить дальность действия своей аппаратуры, но при этом пришлось отойти от тех волн (метровые и дециметровые), на которых работал Герц. Искровой промежуток Попов включал в передающую антенну, и она возбуждалась па собственной длине волны. Поскольку собственная длина, волны вертикального заземленного вибратора-антенны А. С. Попова равна приблизительно учетверенной высоте, антенну старались поднять возможно выше, чтобы увеличить дальность связи. В итоге рабочая длина волны стала измеряться сначала десятками, а затем и сотнями метров. Для осуществления связи А. С. Попов применял искровые передатчики с редкой искрой и сильным затуханием колебаний и приемники с когерером и первыми образцами полупроводниковых детекторов. Располагая столь скудной аппаратурой, А. С. Попов тем не менее наметил обширный план дальнейшего развития радио: радиотелефонию, радиообнаружение, открыл ограничивающее действие помех и суточный неравномерный ход силы принимаемых сигналов. Теорию четвертьволнового вибратора А. С. Попов доложил на I Всероссийском электротехническом съезде 29 декабря 1899 года. Описывая работы по спасению броненосца «Генерал-адмирал Апраксин», А. С. Попов особо отметил в докладе: «Два дня совершенно нельзя было работать от действия атмосферного электричества...». Выдвинутая им задача борьбы за помехоустойчивость радиосвязи остается и теперь одной из главных задач радиотехники. О втором наблюдении Попова мы узнаем из воспоминаний одного из его современников В. М. Лебедева: «Надо заметить, что уже тогда А. С. знал о значительном улучшении радиосвязи в ночное время, хотя объяснений пока еще и не имел, и поэтому все новые опыты производились исключительно ночью». Таким образом, А. С. Попов установил зависимость дальности радиосвязи от времени суток и открыл ослабление атмосферных разрядов ближе к рассвету.

Эти наблюдения не соответствовали господствовавшей теории распространения, привязывавшей радиоволны к земной поверхности. Они свидетельствовали о необходимости исследований верхней атмосферы

земли, которая только и могла объяснить суточные изменения силы сигналов. Однако на эти наблюдения А. С. Попова было обращено очень мало внимания и исследование их началось гораздо позже. Предложенный помощником Попова П. Н. Рыбкиным слуховой метод приема радиосигналов на телефонные трубки получил всеобщее признание, так как позволял отличать сигналы от помех, увеличивал дальность связи. Существенной помощью в борьбе с атмосферными помехами было появление в 1906—1909 годах передатчиков с частой искрой и с малым затуханием колебаний. Такие передатчики создавали тональное звучание сигналов, так как музыкальный тон сигналов облегчал выделение их среди помех.

В 1909—1910 годах определился тип искровых радиостанций, в которых применялись искровые разрядники вращающиеся или дисковые многократные. Прием сигналов производился только на телефонные трубки с помощью кристаллического детектора. Эта почти стабилизовавшаяся аппаратура без существенных изменений продержалась всю первую мировую войну, хотя уже имелись и радиостанции незатухающих колебаний, а в приемной аппаратуре в ряде случаев применялись и электронные лампы в качестве усилителей.

Отличительной особенностью этого периода было стремление западных государств организовать свои стратегические системы дальней радиосвязи. В России также шло подобное радиостроительство. В 1910 году была осуществлена сеть стратегической радиосвязи, которая связывала Бобруйск с побережьем Балтики, Черного моря и группой радиостанций вдоль западной границы. На Дальнем Востоке были построены радиостанции, соединявшие Хабаровск с Харбином, Николаевском-на-Амуре, Владивостоком и Петропавловском-на-Камчатке. Группа радиостанций воздвигалась вдоль северного побережья России. Предусматривалось также строительство радиостанций в Москве для связи с Баку, Ташкентом и Бобруйском. Кроме того, Москва через Ташкент связывалась с Кушкой на границе Афганистана и через Баку с Ашхабадом и Карсом. Наконец, намечалось построить транссибирскую линию радиосвязи Москва — Хабаровск с установкой ретрансляционных станций в Уржумке, Красноярске и Чите. Таким образом, предполагалось, что к предстоящей войне будет готова необходимая стратегическая радиосеть. Но осуществить все намеченное радиостроительство полностью не удалось, и некоторые радиостанции спешно достраивались во время войны 1914—1918 годов. Система внутренней радиосвязи России, однако, не имела выхода в Западную Европу. Международные связи России обслуживали иностранные концессионные компании проволочного телеграфа—Северо-Датская и Индо-Европейская, входившие в сеть английской мировой кабельной связи. Между тем подготовка к мировой войне требовала организации собственной прямой международной радиосвязи с будущими союзниками. Осуществить эту задачу собственными силами Россия была не в состоянии. Сказалось отсутствие

собственной научно-исследовательской базы, которая могла бы развивать радиотехнику независимо от иностранных фирм.

Временная стабильность искровой радиотехники, достигнутая к 1908—1909 годам за счет применения многократных и вращающихся разрядников, оказалась недолговечной: наступала эпоха незатухающих колебаний, переход к которым должен был явиться радикальным поворотом в направлении развития радиотехники и прежде всего в области дальней радиосвязи, для которой, как тогда считали, нужны очень длинные волны. Начали строиться длинноволновые сверхмощные радиостанции с огромными антеннами, подвешиваемыми на 200—250-метровых мачтах и башнях. Станции стоили 5—10 миллионов рублей, и строить их было под силу только большим электротехническим предприятиям. Передатчики со звучащей искрой уже не годились для таких мощных станций, как ни отстаивала это направление фирма Маркони. Место искровой техники стали занимать дуговые и машинные генераторы незатухающих колебаний. Переход на работу незатухающими колебаниями явился очередным этапом развития радиотехники. Дуговые генераторы были разработаны сначала в Европе, а машины высокой частоты появились впервые в США. Несколько позже в России машины высокой частоты начал изготавливать В. П. Вологодин на заводе Дюфлон в Петербурге.

Межконтинентальные мощные радиостанции строились для работы на волнах длиной 20—30 км и были оборудованы машинами высокой частоты и дугами. Тогда еще никто не мог представить себе, что новые мощные, великолепно оборудованные радиостанции-гиганты на самом деле представляют собой в принципе порочное направление развития радиотехники и в недалеком будущем от них придется отказаться. Но это выяснилось позднее, а в годы перед первой мировой войной и во время нее шло ожесточенное соревнование между Германией и Англией (фирмы «Телефункен» и Маркони) в области строительства длинноволновых радиоцентров. Однако фирма Маркони опиралась на быстро стареющие искровые радиостанции, тогда как германская фирма «Телефункен», купив патенты на дугу и машину, выступала с более прогрессивными системами высокочастотных генераторов. В 1912 году фирмы договорились о разделе сфер влияния: «Телефункен» получает рынки южного полушария, фирма Маркони — северного, но борьба продолжалась в скрытой форме. Объявленная в 1914 году война прервала все переговоры и еще более обнажила глубокие противоречия, давно назревшие в русской радиотехнике. В России не было лабораторной базы, не было национальной радиопромышленности, и правительство не стремилось создавать ее, предпочитая привычные и удобные заказы иностранным фирмам. Эти фирмы и подавно не намеревались развивать в России научно-исследовательскую деятельность. Они импортировали «новинки» из своих зарубежных лабораторий, сбывали в Россию устаревшую аппаратуру, стремясь использовать русских радиоспециалистов только как исполнителей, установщиков, монтажеров.

Между тем, ученики А. С. Попова продолжали подготовку кадров радиоспециалистов. Их выпускали два высших военных училища — Офицерская электротехническая школа в Петербурге и Минный офицерский класс в Кронштадте, а также Петербургский электротехнический институт. Русские инженеры работали на радиотелеграфном заводе Морского ведомства, служили во флоте, на радиостанциях почтового ведомства и в армейских радиодивизионах.

Такое прогрессивное начинание, как организация русского радиотелеграфного завода Морского ведомства, проложило себе дорогу, несмотря на многочисленные препятствия. Война, нарушив эти связи, активизировала русских радиоспециалистов. В условиях старой России это оживление могло быть только временным, так как царское правительство не намеревалось менять свое отношение к отечественной промышленности и закрывать доступ на русский рынок иностранным фирмам. Продолжал даже работать, не будучи национализированным, завод немецкой фирмы «СнменсТальекс», так как он именовался «русским». В годы первой мировой войны в радиотехнике начался один из тех редких технических переворотов, которые на первых порах ничем не примечательны. Этот переворот в радиотехнике был произведен электронной лампой.

Впервые такую лампу с двумя электродами — накаленной нитью и анодом — предложил в 1904 году английский ученый Флеминг как новый прибор для детектирования электромагнитных волн. Истинные возможности электронной лампы были открыты лишь в 1906 году, когда американский инженер Ли де Форест ввел в нее третий электрод — управляющую сетку. Такая лампа могла уже работать в качестве усилителя слабых колебаний, а затем (с 1913 года) и в качестве возбудителя (генератора) незатухающих колебаний.

Во время войны на Тверской военной радиостанции группа военных радиоинженеров (В. М. Лещинский, М. А. Бонч-Бруевич, П. А. Остряков) с помощью ученика Попова профессора В. К. Лебединского начали изготавливать отечественные радиолампы и строить приемники для приема незатухающих колебаний. Применение электронных ламп как бы открыло окно в стене: зазвучали отдаленнейшие станции, прием которых оказался возможным благодаря усилению слабых сигналов электронной лампой. Маленький генератор с электронной лампой (гетеродин) упростил задачу приема незатухающих колебаний.

Все же появление электронных ламп вначале не сказалось на направлении развития дальней радиосвязи. Во время войны стало ясно, что проволочные и кабельные линии очень непрочны, поэтому после первой мировой войны фирмы многих государств возобновили строительство мощных машинных и дуговых радиостанций.

В таком состоянии радиотелеграфная связь находилась до Октябрьской революции. После революции и окончания первой мировой и гражданской войн началось развитие радиотехники на базе электронных приборов. Это

соединение изобретения Попова с электроникой дало возможность осуществить массовое радиовещание, кругосветную радиосвязь и ряд новых видов радиосвязи.

Радиовещание

В 10 часов утра 7 ноября 1917 года радиостанция на борту крейсера «Аврора» передала радиограмму о крушении буржуазного строя и об установлении в России Советской власти

Ночью 12 ноября мощная радиостанция Петроградского военного порта передала обращение Ленина по радио: «Всем. Всем». С первых дней Октябрьской революции радио было использовано правительством как средство политической информации.

2 декабря 1918 года Ленин утвердил декрет, касающийся радиолaborатории в Нижнем Новгороде. Основные установки декрета сводились к следующему: «Радиолaborатория с мастерскими рассматривалась как первый этап к организации в России государственного радиотехнического института, целью которого является объединить в себе и вокруг себя все научно-технические силы России, работающие в области радио, радиотехнические учебные заведения и радиопромышленность».

По всей стране началось строительство радиосети. Радиостанции возникали там, где этого требовали условия новой экономики — в Поволжье, Сибири, на Кавказе. Телеграфное радиовещание, которое вел московский мощный искровой передатчик на Ходынке, передавало ежедневно по 2—3 тыс. слов радиограмм. Эти передачи организовывали жизнь государства в то время, когда была нарушена нормальная работа транспорта и проводной связи.

В Нижнем Новгороде небольшой коллектив (17 человек), переехавший сюда из Тверской радиоприемной станции, организовал первоклассный научно-исследовательский радиоинститут, объединивший крупнейших радиоспециалистов того времени во главе с М. А. Бонч-Бруевичем, А. Ф. Шориным, В. П. Вологдиным, В. В. Татариновым, Д. А. Рожанским, П. А. Остряковым и другими.

В радиолaborатории Нижнего Новгорода уже в 1918 году были разработаны генераторные лампы, а к декабрю 1919 года построена радиотелефонная передающая станция мощностью в 5 кет. Опытные передачи этой станции имели историческое значение для развития радиовещания. М. А. Бонч-Бруевич писал в декабре 1919 года: «В последнее время я перешел к испытаниям металлических реле, делая анод в виде металлической закрытой трубы, которая вместе с тем служит и баллоном реле... Предварительные опыты показали, что принципиально такая конструкция вполне возможна...».

Такие лампы с медными анодами и водяным охлаждением впервые в мире были изготовлены М. А. Бонч-Бруевичем в Нижегородской радиолaborатории весной 1920 года. Нигде в мире не было в то время ламп

такой мощности; их конструкция явилась классическим прототипом для всего последующего развития техники генераторных ламп и до настоящего времени составляет основу этой техники. К 1923 году Бонч-Бруевич довел мощность генераторных ламп с водяным охлаждением до 80 кВт. Для обеспечения радиосвязей с другими государствами профессор В. П. Вологдин в той же Нижегородской радиолaborатории построил машину высокой частоты мощностью 50 кВт, которая была установлена на Октябрьской радиостанции (б. Ходынской) в 1924 году и заменила искровой передатчик. В 1929 году на этой же станции начала работать машина высокой частоты В. П. Вологодина мощностью 150 кет. Ведя огромную работу, направленную на выполнение правительственных заданий, советские радиотехники сумели осуществить оригинальные теоретические исследования. Примером могут служить работы профессора В. М. Шулейкина по расчету емкости антенн, расчету излучения антенн и рамок и распространению радиоволн, работы Н. Н. Луценко о емкости изоляторов, И. Г. Кляцкина о методах повышения полезного действия антенн, экспериментальные работы Б. А. Введенского с очень короткими волнами.

Значительные успехи были достигнуты в СССР в области радиовещания. В 1933 году начала работу радиостанция имени Коминтерна мощностью 500 кВт, опередившая по мощности на 1—2 года американское и европейское радиостроительство. Это замечательное сооружение было выполнено по системе высокочастотных блоков, предложенной профессором А. Л. Минцем и осуществленной под его руководством. На очереди стояла задача создания прямой радиосвязи с Сибирью, Дальним Востоком и Западом.

Кругосветная радиосвязь

Как уже указывалось, задачи обеспечения дальней радиосвязи после первой мировой войны на Западе, пытались решить применением мощных длинноволновых радиостанций. Работы В. П. Вологодина с машинами высокой частоты в Нижегородской лаборатории и изготовление мощных генераторов на советских заводах давали возможность осуществить силами отечественной промышленности строительство сверхмощных длинноволновых радиостанций. Однако в этот период в радиотехнике вновь назревал очередной технический переворот, имевший первостепенное значение для мирового радио-строительства и требовавший Пересмотра вопроса о выборе длин волн.

Дело в том, что атмосферные помехи на длинных волнах в летние месяцы возрастали настолько, что любое увеличение мощности передающей радиостанции все же не могло обеспечить достаточную скорость передачи и надежность связи на больших расстояниях.

С ростом радиотелеграфного обмена оказалось необходимым увеличивать число радиостанций, обслуживающих данное направление

связи, хотя диапазон длинных волн чрезвычайно тесен: без взаимных помех в нем могут одновременно работать не более 20 мощных радиостанций во всем мире. Эти радиостанции давно уже работали, и положение казалось безвыходным.

В 20-х годах опыты радиолюбителей по связи через Атлантику на волнах забытого после Попова диапазона (около 1100 м) дали успешные результаты. Атмосферные помехи на таких коротких волнах почти не замечались, и связь осуществлялась при очень небольшой мощности передатчиков (десятки ватт). Правда, на этих волнах наблюдались быстрые колебания силы приема (замирания) и не обеспечивалась круглосуточная связь. Тем не менее, эти совершенно неожиданные результаты были примечательны.

Опыты, проведенные в Нижегородской лаборатории в 1922—1924 годах, показали, что передатчик небольшой мощности 50—100 Ватт, работающий на волне порядка 100 м на антенну в виде вертикального провода Попова, может обеспечивать уверенную связь в течение почти всей ночи на расстоянии 2—3 тыс. км. Оказалось также, что по мере увеличения расстояния надо уменьшать длину волны.

Изучая особенности коротких волн, М. А. Бонч-Бруевич с 1923 года последовательно переходил ко все более коротким волнам. По мере укорочения волн он обнаружил «мертвую зону», то есть область отсутствия приема на некотором расстоянии от передающей станции. За этой зоной начиналась область уверенного приема, простирающаяся на огромные расстояния. Далее оказалось, что очень короткие волны (порядка 20 м и еще короче) совсем не были слышны в Ташкенте и Томске ночью, но обеспечивали совершенно надежную связь с этими городами днем. Это открытие позволяло утверждать, что короткие волны от 100 до 15 м практически обеспечивают дальнюю радиосвязь в любое время суток и любое время года. Более длинные волны коротковолнового диапазона хорошо распространяются зимой и ночью, волны короче — летом, ночью; примерно от 25 м начинаются так называемые дневные волны. Следовательно, 2—3 коротких волны могут обеспечивать практически круглосуточную связь на любое расстояние. Рис. 4. Два пути выбора длин волн для дальней радиосвязи.

Так советские радиотехники решили проблему организации дальней радиосвязи практически на любое расстояние совершенно оригинальным способом.

В середине 1926 года и фирма Маркони объявила о своих работах в области коротких волн. Успехи направленных коротковолновых связей в СССР и Англии побудили и другие страны перейти к коротким волнам. Во многих странах началось строительство мощных коротковолновых станций для круглосуточной дальней радиосвязи. Благодаря экономичности и уверенности этих связей возросло государственное значение радиосвязи вообще.

Основные недостатки радиосвязи, обнаруженные еще А. С. Поповым, — атмосферные помехи и замирания сигнала, хотя и получили теоретическое объяснение, но не уменьшились. Наоборот, с ростом числа радиостанций появились еще и взаимные помехи станций друг другу. Объединение с проводной связью потребовало от радиосвязи такой же высокой надежности при составлении комбинированных каналов связи, какой обладала связь по проволоке.

Для повышения надежности радиосвязи, особенно после второй мировой войны, применялись многие меры повышения помехозащиты: выбор длин волн с учетом времени дня и года, составление так называемых «радиопрогнозов», прием на несколько разнесенных антенн, специальные методы передачи сигналов и др.

Работы академиков А. Н. Колмогорова и В. А. Котельникова заложили теоретические основания помехоустойчивости радиосвязи. В шестидесятых годах был разработан еще один метод: преобразование сигналов в такую форму, в которой они сохраняют свой вид, несмотря на отдельные искажения помехами (так называемое помехозащитное кодирование). Созданные трудами многих ученых теоретические работы в этой области выливаются сейчас в новую науку — теорию информации, которая рассматривает общие законы приема и передачи сигналов.

Современные радиостанции работают в общей системе электросвязи, пользуясь аппаратами Бодо, СТ-65 и др., и ведут многократную передачу. По каналам радиомагистрали Москва — Хабаровск обмен производится со скоростью свыше двух тысяч слов в минуту, причем и такая скорость не является предельной.

Комбинированная электросвязь потребовала использования коротковолновой техники и для радиотелефонной магистральной связи. С 1929 года началось внедрение в радио методов проводной дальней телефонной связи, прошедшее тот же сложный процесс борьбы с помехами и неустойчивостью. Появились многочисленные приборы для автоматической регулировки уровня модуляции, для заглушения приема во время пауз речи, уравнивания звуков гласных и согласных, способы зашифровки речи как средства защиты от подслушивания и т. д. Все эти способы решают задачу лишь вчерне, но все же они позволили связать радиотелефонной связью Москву со всеми центрами в России и за границей, а также все континенты и государства.

При широчайшем развитии устройств для объединения радио с проводной связью сами передающие и приемные приборы подверглись очень существенным, но не принципиальным изменениям. В середине века в радиопередаче применялись только многокаскадные, стабилизированные по частоте передатчики с лампами, охлаждаемыми водой или воздухом под большим давлением. Такие лампы со времен Нижегородской лаборатории сохранили без изменения свои основные черты, но, конечно, за это время значительно улучшились их эксплуатационные качества. То же самое происходит с приемниками: сложная схема супергетеродина, подвергается

непринципиальным изменениям, повышающим эксплуатационную надежность.

Виды радиосвязи

От очень коротких волн (сантиметровых и дециметровых), с которыми вел свои исследования Герц и проводил первые опыты радиосвязи А. С. Попов, практическая радиотехника перешла к длинным волнам, затем к коротким, а после второй мировой войны вновь возвращается к очень коротким волнам.

В диапазоне от 100 до 3000 м разместились радиовещательные станции и специальные службы (морские, аэронавигационные и т. п.). Волны длиннее 3 км, идущие со стороны самых длинных волн (от 50 км), в настоящее время использует важнейшая область связи — проводная высокочастотная связь (ВЧ связь). Такая связь осуществляется путем подключения группы маломощных длинноволновых передатчиков, настроенных на разные волны с промежутками между ними в 3—4 тыс. герц, к обычным телефонным проводам. Токи высокой частоты, созданные этими передатчиками, распространяются вдоль проводов, оказывая очень слабое воздействие на радиоприемники, не связанные с этими проводами, и обеспечивая в то же время хороший, свободный от многих помех прием на специальных приемниках, присоединенных к этим проводам.

В СССР такая ВЧ связь получила развитие в работах В. И. Коваленкова, Н. А. Баева, Г. В. Добровольского и др. Перед Отечественной войной начала работать длиннейшая и мире магистраль ВЧ связи Москва—Хабаровск, позволившая вести три разговора по одной паре проводов. Впоследствии появились 12-канальные системы, занявшие верхнюю часть «длинноволновой» области (до 100 тыс. герц) радиоспектра. ВЧ связь дала возможность осуществлять междугороднюю и международную связь с вызовом абонента из любого города любой страны, пользуясь наборным диском автоматического телефона.

После второй мировой войны стала быстро развиваться новая область высокочастотной связи, также многоканальная, использующая другой конец электромагнитного спектра — область ультракоротких волн. Б. А. Введенский уже в 1928 году вывел основные законы их распространения. По мере разработки ламп, пригодных для возбуждения и приема УКВ (магнетроны, клистроны, лампы бегущей волны) шло постепенное укорачивание длин волн вплоть до сантиметровых. Очень короткие (сантиметровые) волны позволяют осуществлять остронаправленные антенны при сравнительно небольших размерах.

Вся эта техника использовалась главным образом со времени Великой Отечественной войны. Длительное время господствовало представление, будто дальность распространения метровых, дециметровых и сантиметровых волн ограничена прямой видимостью и что станции, работающие на таких волнах, даже при очень малой мощности, обеспечивают большую силу сигналов лишь до горизонта. Из теории также следовало, что плотность

электронов в ближней тропосфере и высшей газовой оболочке земли — ионосфере, недостаточна для отражения этих волн к земле и они должны уходить в космическое пространство. Это же подтверждала и новая наука — радиоастрономия, по данным которой земная атмосфера, регулярно «прозрачна» для УКВ и сверхкоротких радиоволн и нерегулярно «прозрачна» для волн длиннее 10—30 м. Тем не менее наблюдались отдельные случаи приема ультракоротковолновых передач на очень далеких расстояниях. Хотя эти случаи было принято относить к событиям аномальным, они все же требовали объяснения.

В 50-х годах было высказано предположение о возможности появления в ионосфере местных образований — «облаков» с высокой плотностью электронов, которые могут вызывать частичное рассеяние падающих на них сверхкоротких волн. Причем такие рассеянные волны могут обладать достаточной энергией для обнаружения их очень чувствительным приемником. Опыты с большими направленными антеннами на приеме и передаче при значительной мощности излучения показали, что если основные лучи, фокусируемые такими антеннами, пересекаются на высоте 10 или 100 км, то действительно происходит дальняя передача на 200—300 км в первом случае (тропосферное рассеяние), и до 2 тыс. км по второму случаю (ионосферное рассеяние). Выяснилось также, что в указанных условиях, несмотря на большие колебания силы приема, сигналы оказываются все же достаточно надежными и обеспечивают круглосуточную регистрацию. Уже после того, как дальние связи на сверхкоротких волнах вошли в практику, оказалось, что приведенное выше объяснение не всегда справедливо. Вскоре было предложено и другое объяснение: метеориты, падающие в большом количестве (10—1000 в час), ионизируют земную атмосферу на несколько секунд, а иногда и минут. В эти короткие отрезки времени резко увеличивается сила приема сигналов, а если мощность передатчика велика, то падение даже маленьких, но многочисленных метеоритов дает сплошное отражение радиоволн, которое может обеспечить дальний прием, в особенности ночью.

Общепринятая теория дальнего распространения сверхкоротких волн уже давно разработана, определилась техника дальней радиосвязи на этих волнах и существуют дальние радиопередачи, работающие на сантиметровых волнах.

Таким образом, пользуясь диапазоном ультракоротких волн можно по желанию или строго ограничить дальность радиосвязи горизонтом, или же осуществлять дальнюю связь на тысячи км, обеспечивая устойчивую силу приема в нужном районе и сохраняя острую направленность такой передачи. Нельзя не упомянуть, что может быть самым большим преимуществом этого диапазона является то обстоятельство, что в нем можно разместить очень много радиостанций с большими промежутками между ними по длине волны.

В диапазоне коротких волн, учитывая их огромную дальность действия и относительно малую направленность, можно разместить не более 2—3 тыс.

радиостанций во всем мире, если задаться целью полного исключения помех друг другу. Этого можно добиться только при соблюдении жесткого условия, что радиостанции будут отличаться по частоте на $6—10$ кГц. При таком разносе между станциями можно вести только телеграфную или телефонную радиопередачу. Если же использовать область ультракоротких волн, то те же 2 тыс. радиостанций можно расставить одна от другой по частоте на 10 МГц и при этом все они могут работать в одном и том же районе. Подобные возможности разделения станций по частоте обеспечивают передачу фактически безграничной информации.

Такие возможности и были использованы для телевизионных передач, нуждающихся в очень широкой полосе частот. В основе электрической передачи изображений любого типа лежит полиграфический принцип представления картины точками разной степени зачернения. Глаз эту точечную структуру охватывает сразу, но в электрической системе эти точки передаются одна за другой по строкам; из строк образуются кадры, число которых должно быть $15—25$ в секунду. Для телевизионной передачи хорошего качества нужно передавать в секунду около 5 миллионов точек. Передача каждой точки выполняется посылкой одного импульса длительностью $1/300000$ секунды и разной мощности, в зависимости от освещенности точки. Такие импульсы можно передавать без помех соседним радиостанциям, если разнос по частоте между ними не менее 10 МГц. Регулярные передачи электронного телевидения начались в США и в СССР еще до второй мировой войны, но только после ее окончания развитие телевидения приняло стремительный характер, опережая по темпам развитие радиовещания.

Во время Отечественной войны был разработан новый вид радиосвязи — импульсная передача на УКВ. Б. А. Котельников еще в 1937 году показал, что для передачи, например речи, не нужно передавать весь непрерывный процесс, а достаточно посылать только «пробы» его в виде кратковременных импульсов, определяющих величины основного процесса к моменты проб. Число таких проб для передачи речи может быть не более $5—8$ тысяч в секунду. Следовательно, если система может передавать как в телевидении $5—8$ млн. импульсов, то она и состоянии передать до тысячи разговоров по одной линии УКВ радиосвязи. Так появилась импульсная многоканальная система передачи на УКВ, которая соревнуется с упомянутой выше проводной ВЧ связью на длинных волнах. Огромное число проводных магистралей ВЧ связи вызвало к жизни еще один способ осуществления многоканальной радиосвязи, в котором используются уже не импульсные, а непрерывно излучающие УКВ передатчики. Они могут передавать без промежуточных преобразований сигналы, поступающие от аппаратуры длинных волн на проводные линии ВЧ связи. Эти так называемые радиорелейные линии связи получили очень большое распространение у нас и за рубежом. Во всех системах радиорелейных линий -применяются очень маломощные передатчики и остронаправленные антенны. Примерно через каждые $50—60$ км ставятся промежуточные приемно-передающие станции.

Интенсивное развитие автоматики, которое стало возможным лишь после того, как эта область техники перешла от управляющей механической и гидравлической аппаратуры к приборам радиотехники и электроники, требует очень гибких средств связи. Без наличия такой связи невозможно, например, управление подвижными объектами: тракторами, судами, самолетами, ракетами и искусственными спутниками Земли. Большая информационная емкость современных систем радиосвязи позволяет осуществлять очень сложные программы управления объектами, а сочетание методов управления по радио с телевидением в пункте исполнения программы и с техникой радиолокации обеспечивает системе радиопередачи команд чрезвычайно широкие возможности.

Однако, обнаружилось, что подобная автоматизация требует обработки столь большого количества передаваемых команд и обратных ответов аппаратуры, за которыми следуют вновь отправляемые команды коррекции, что человек не может справиться с таким потоком данных, учитывая необходимость быстрого принятия решений с учетом всех полученных данных и обстановки.

Выход из этого затруднения дала новая область радиотехники и электроники — техника вычислительных машин, которая позволила не только ликвидировать указанные затруднения, но и по-новому решать основную задачу самой техники связи — увеличивать реальную производительность ее.

Таким образом, система, построенная человеком, в дальнейшем работает без его непосредственного участия и нуждается в его помощи лишь для ремонта, профилактики и введения новых общих «заданий» в первоначальную программу, работы. Такого рода системы автоматической радиосвязи с обработкой информации в недалеком будущем будут все больше входить в практику управления, освобождая человека от обработки информации и предоставляя ему возможность выбирать окончательные решения на основе всех подготовленных машиной данных.

Радиолокация

Как уже было отмечено ранее, эффект отражения радиоволн от металлических объектов впервые бы замечен еще А. С. Поповым. Первые работы по созданию радиолокационных систем начались в нашей стране в середине 30-х годов. Впервые идею радиолокации высказал научный сотрудник Ленинградского электрофизического института (ЛЭФИ) П.К. Ощепков еще в 1932 году. Позднее он же предложил идею импульсного излучения.

16 января 1934 года в Ленинградском физико - техническом институте (ЛФТИ) под председательством академика А. Ф. Иоффе состоялось совещание, на котором представители ПВО РККА поставили задачу обнаружения самолетов на высотах до 10 и дальности до 50 км в любое время суток и в любых погодных условиях. За работу взялись несколько

групп изобретателей и ученых. Уже летом 1934 года группа энтузиастов, среди которых были Б. К. Шембель, В.В. Цимбалин и П. К. Ощепков, представила членам правительства опытную установку. Проект получил необходимое финансирование и в 1938 году был испытан макет импульсного радиолокатора, который имел дальность действия до 50 км при высоте цели 1,5 км. Создатели макета Ю, Б, Кобзарев, П, А, Погорелко и Н, Я, Чернецов в 1941 году за разработку радиолокационной техники были удостоены Государственной премии СССР. Дальнейшие разработки были направлены в основном на увеличение дальности действия и повышение точности определения координат. Станция РУС- 2 принятая летом 1940 года на вооружение войск ПВО не имела аналогов в мире по своим техническим характеристикам, она сослужила хорошую службу во время Великой Отечественной войны при обороне Москвы от налетов вражеской авиации. После войны перед радиолокационной техникой новые сферы применения во многих отраслях народного хозяйства. Без радаров теперь немислимы авиация и судоходство. Радиолокационные станции исследуют планеты Солнечной системы и поверхность нашей Земли, определяют параметры орбит спутников и обнаруживают скопления грозных облаков. За последние десятилетия радиолокационная техника неузнаваемо изменилась. Стремление увеличить дальность действия привело к тому, что радиолокация, как и многие другие области техники, пережила эпоху «гигантомании». Создавались все более мощные магнетроны, антенны все больших размеров, устанавливавшиеся на гигантских поворотных платформах. Мощность РЛС достигла 10 и более мегаватт в импульсе. Более мощные передатчики создавать было уже физически невозможно: резонаторы и волноводы не выдерживали высокой напряженности электромагнитного поля, в них происходили неуправляемые разряды. Появились данные и о биологической опасности высококонцентрированного излучения РЛС : у людей проживающих вблизи РЛС наблюдались заболевания кровеносной системы, воспаленные лимфатические узлы. Со временем появились нормы на предельную плотность потока СВЧ энергии, допустимые для работы человека (кратковременно допускается до 10 мВт/см^2).

Новые требования, предъявляемые к РЛС, привели к разработке совершенно новой техники, новых принципов радиолокации. В настоящее время на современных РЛС импульс посылаемый станцией представляет собой сигнал, закодированный по весьма сложному алгоритму (наиболее распространен код Баркера), позволяющий получать данные повышенной точности и ряд дополнительных сведений о наблюдаемой цели. С появлением транзисторов и вычислительной техники мощные мегаваттные передатчики ушли в прошлое. На их смену пришли сложные системы РЛС средней мощности объединенные посредством ЭВМ. Благодаря внедрению информационных технологий стала возможна синхронная автоматическая работа нескольких РЛС. Радиолокационные комплексы постоянно совершенствуются, находят новые сферы применения. Однако есть еще

масса неизученного, поэтому эта область науки еще долго будет интересна физикам, математикам, радиоинженерам; будет объектом серьезных научных работ и изысканий.

Заключение

Мы очень кратко рассмотрели путь развития радиосвязи и радиолокации, открытый великим изобретением А. С. Попова. Путь этот не был прямым и гладким. Для реализации рекомендаций А. С. Попова о создании дальней радиотелеграфной связи» осуществления радиотелефона, развития радиолокации потребовалось более 60 лет усиленной работы ученых и инженеров, Советские радиотехники на многих этапах этой работы шли во главе мировой науки. Блистательным доказательством высокого уровня советской радиотехники явилась автоматическая радиосвязь на расстоянии около 500 тыс. км, осуществленная во время запуска первой в мире искусственного спутника. Успехи советской радиотехники являются бессмертным венком изобретателю радио А. С. Попову.

Список литературы

1. Васильев А. М. А. С. Попов и современная радиосвязь. М., «Знание», 1959
2. Лобанов М. М. Из прошлого радиолокации. М., Воениздат, 1969