**Ижевский Государственный Технический Университет**

Кафедра физики

**Реферат**

Тема: история возникновения и развития радио и радиолокации

Выполнил студент

гр. 4-29-1 Рудин С.

Проверил Зинченко В. А.

Ижевск 2004

**Содержание**

1. Введение \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2
2. А. С. Попов — основатель радиотехники \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_3
3. Радиосвязь после А. С. Попова \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_5
4. Радиовещание \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_8
5. Кругосветная радиосвязь \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_9
6. Виды радиосвязи \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_11
7. Радиолокация \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 14
8. Заключение \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 15
9. Список литературы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_16

**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 полустолетия. 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 подобныхвзглядов.

**А. С. Попов — основатель радиотехники**

А. С. Попов родился 16 марта 1859 года в поселке Турьииские 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. Петрушсвский, 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 паук в 1879 го­лу 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 изготовляя 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,* авскоре 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 профессуру 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 возбудителя незатухающих колебанию. 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, использовав 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 воли (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 будущим союзниками. Осуществить эту задачу собственными силам 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 годах 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 полны.

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 изготовлять В. П. Вологднн 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 заграничных 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 препятстви. 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 изготовлять 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 радиолабораторин в Нижнем Новгороде. Основные установки декрета сводились к следующему: «Радиолабора­тория 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 радиолаборатории 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 радиолаборатории 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 радиола­боратории 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. Вологдина 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. Вологдина 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.

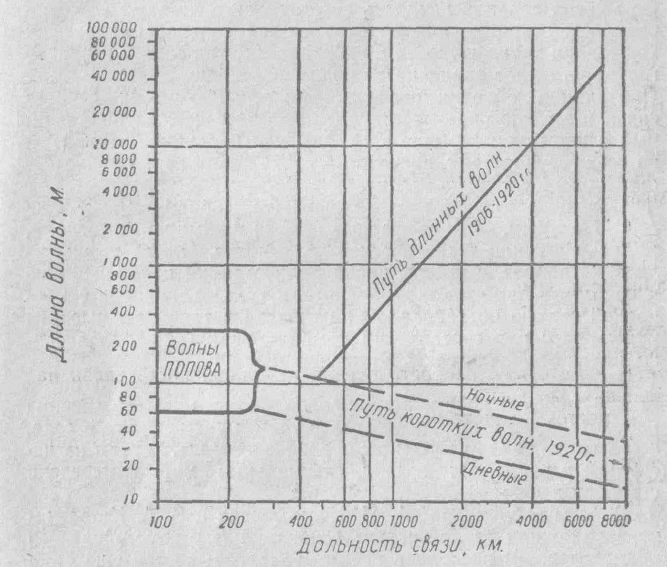
Дело в том, что атмосферные помехи на длинных волнах в летние месяцы возрастали настолько, что любое увеличение мощности передающей радиостанции все же не могло обеспе­чить достаточную скорость передачи и надежность связи на больших расстояниях.

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 922—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-Бруевнч 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 воли 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, уравнения 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),* внастоящее 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-канальныв 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 анормальным, 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 втором случае (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 радиолинии, 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 б— 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 '/ззооооо 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 немыслимы авиация и судовождение. Радиолокационные станции исследуют планеты Солнечной системы и поверхность нашей Земли, определяют параметры орбит спутников и обнаруживают скопления грозовых 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 кроветворной 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 расстояние 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