

Александр Попов и Гульельмо Маркони

А. ВАСИЛЬЕВ

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ, честь открытия и экспериментального изучения которых принадлежит немецкому ученому Генриху Герцу, сыграли выдающуюся роль в становлении и развитии современной цивилизации. Теле- и радиокommunikации изменили жизнь каждого человека и способствовали прогрессу многих направлений науки и техники. Автор великого открытия, будучи увлечен лишь фундаментальными аспектами проблемы, мало интересовался вопросами практического использования электромагнитных волн. Прикладными, как теперь принято говорить, исследованиями по использованию электромагнитных волн для беспроводной связи практически в одно и то же время и независимо друг от друга занялись русский физик и электротехник Александр Попов (1859–1906) и итальянский инженер и предприниматель Гульельмо Маркони (1874–1937). И тот и другой в своих опытах опирались на схему генерации и приема электромагнитных волн, разработанную Герцем и усовершенствованную затем многими физиками.

Как известно, для создания и регистрации электромагнитных волн Герц использовал вибратор и резонатор. Вибратор состоял из двух стержней с металлическими шарами на концах, подключенных к источнику высокого напряжения (катушка Румфорда), а резонатор представлял собой прямоугольную рамку с небольшим зазором между концами. Основными недостатками вибратора были быстрое затухание колебаний и обгорание контактов. Уменьшить затухание и тем самым увеличить число колебаний удалось Эберту, который использовал вместо одного три искровых промежутка. А проблема обгорания контактов была

решена, когда искровой промежуток был помещен в жидкий диэлектрик, как это сделал Риги, используя вазелин, или Саросен и Деглярив, используя оливковое масло. Эти усовершенствования позволили также увеличить длину искры, что повысило мощность излучения вибратора. Для удобства управления электромагнитными импульсами в первичную цепь источника высокого напряжения Маркони включил ключ телеграфного аппарата и в результате получил схему передатчика, вполне пригодную для радиосвязи.

Недостатком резонатора Герца была малая по длине искра, которая проскакивала в узком зазоре согнутой в виде рамки проволоки. Для повышения чувствительности резонатора Лоданом была использована способность металлических опилок и порошков резко повышать свою электропроводность под влиянием происходящего вблизи электрического разряда. Если металлическими опилками заполнить трубку, установить на ее концах электроды и включить в цепь постоянного тока, то в отсутствие электрического разряда тока в цепи не будет. Если же вблизи такого устройства, которое получило название «когерер», происходит электрический разряд, ток в цепи возникает в результате слипания или спекания опилок. Для восстановления прежних свойств порошка когерер достаточно слегка встряхнуть. Историческая справедливость требует отметить, что идея встряхивания когерера для восстановления его чувствительности принадлежит английскому ученому Лоджу. Он же впервые применил для этой цели часовой механизм от аппарата Морзе и осуществил передачу электромагнитных волн на некоторое расстояние за пределы лаборатории.

В современном понимании работа когерера обусловлена туннельным эффектом, сопровождающим автоэлектронную эмиссию (выход электронов из металла или полупроводника под воздействием сильного электрического поля, приложенного к его поверхности). При отсутствии напряжения между электродами сопротивление когерера велико из-за тонких (порядка нескольких ангстрем) изолирующих пленок окислов, покрывающих металлические частицы. При небольших напряжениях на электродах напряженность электрического поля в зазорах между контактирующими опилками достигает значений, достаточных для начала автоэлектронной эмиссии. Электроны при этом туннелируют через потенциальные барьеры, создаваемые пленками окислов. Дальнейшее повышение напряжения приводит к искровому пробое зазоров и к спеканию микроконтактов. Сопротивление когерера при массовом спекании контактов уменьшается на много порядков, и это состояние сохраняется при снятии напряжения.

Когереры оказались очень чувствительны к так называемым тогда волнам Герца и получили широкое распространение для приема и регистрации электромагнитных колебаний. В когерере Попова стеклянная трубка заполнялась железным порошком, а роль электродов выполняли платиновые полоски, наклеиваемые изнутри по всей длине трубки. В когерере Маркони электроды изготавливались из серебра и имели цилиндрическую форму, а пространство между ними заполнялось порошком серебра и никеля с небольшим количеством ртути. Эти два когерера первыми нашли применение для радиосвязи на больших расстояниях.

Для обеспечения резонансной связи передатчика и когерера Маркони предложил подключить к контактам когерера провода разной длины. Наиболее эффективным оказался метод подключения, когда один про-

вод поднимался на изоляторах высоко вверх, а другой опускался глубоко в землю. В сочетании с когерером эти два провода (антенна и «земля») дали точно такую же схему, которую использовал в сеансах радиосвязи Попов. Антенна и заземление стали важной вехой на пути развития радиосвязи. Они и сейчас играют первостепенную роль.

Для постоянной радиосвязи усовершенствованный когерер необходимо было встряхивать для восстановления его рабочих свойств после каждого приема сигнала. Для этой цели Попов разработал схему, в которой применил электрический звонок как для обнаружения действия электрических колебаний, так и для автоматического встряхивания опилок в когерере. Когерер подвешивался горизонтально на легких часовых пружинах, над ним располагался звонок так, чтобы при своем действии давать легкие удары молоточком посередине трубки, защищенной от разбивания резиновым кольцом. Ток от батареи напряжением в несколько вольт постоянно циркулировал по трубке когерера (через порошок) и по обмотке электромагнитного реле. Сила этого тока была недостаточна для притягивания якоря реле, но при действии на когерер электромагнитной волны сопротивление опилок резко уменьшалось, а ток увеличивался настолько, что якорь притягивал реле. В такой момент цепь электрического звонка замыкалась, и он подавал звуковой сигнал. Тотчас же от сотрясения молоточком трубки когерера его проводимость уменьшалась, и реле размыкало цепь звонка. На длинный электромагнитный импульс, соответствовавший тире азбуки Морзе, звонок отвечал длительным дребезжанием, на короткий – кратким. Именно такие схемы использовались в первых сеансах радиосвязи, которые были проведены Александром Поповым в России в 1895 году и Гульельмо Маркони в Англии в 1896 году.

Интересно, что в судьбах изобретателей радио прослеживается общая линия: и тот и другой были тесно связаны с военно-морским флотом. Александр Степанович Попов окончил физико-математический факультет Петербургского университета, где представил диссертацию «О принципах магнито- и динамо-

электрических машин постоянного тока», и работал впоследствии в Минном офицерском классе в Кронштадте. Наряду с преподаванием курса электричества Попов принимал активное участие в решении практических задач, встававших перед военно-морским флотом. Работая над исследованием причин появления искр в проводке вдоль металлического борта корабля, Попов столкнулся с мало тогда изученными проявлениями колебаний токов высокой частоты. Он увлекся вопросами высокочастотных электрических колебаний, причем его интересовала не только научная сторона вопроса, но и возможность использования этих физических явлений для практических целей. Флот нуждался в надежном способе сигнализации, т.е. в методах приема и передачи сигналов. Интуиция ученого, навыки отличного экспериментатора и большие изобретательские способности подсказали Попову путь, по которому надо идти для претворения идеи беспроводной связи в реальность.

В 1897 году Попов выступил в Кронштадском морском собрании с лекцией о возможности телеграфирования без проводов. Проект Попова был одобрен, он получил средства для проведения опытов и перешел от лабораторных экспериментов к организации радиосвязи на больших расстояниях. Эти опыты проводились в Кронштадтской гавани со специально построенными для этого приборами, которые были установлены на крейсерах «Россия» и «Африка». В одном из первых сеансов радиосвязи Попов отдал дань уважения физике, открывшему электромагнитные волны. Радиограмма, переданная с материка на остров Гогланд в Финском заливе, состояла из имени и фамилии ученого – «Генрих Герц». Вскоре вслед за этими опытами началось интенсивное развертывание радиосвязи на флоте, что привело к результатам, о которых в начале 1900 года заговорил весь мир. В этом же году применение беспроволочного телеграфа вышло за пределы флота. Его стали использовать в сухопутной армии, военно-воздушном деле, а вскоре начали строить и радиостанции общественного пользования. В 1901 году Попов был избран профессором Электротехнического института, где он стал читать курс радиотехники и создал физическую



лабораторию. В 1905 году Попов был избран директором Электротехнического института, однако вскоре после этого он скоропостижно скончался от кровоизлияния в мозг в возрасте всего 46 лет.

Более благосклонной судьба оказалась к итальянскому изобретателю. Образование Гульельмо Маркони получил в техническом училище Ливорно. Его интерес к созданию беспроводной связи возник в 1894 году, когда он впервые ознакомился с опытами Герца. Поскольку итальянское правительство не проявляло интереса к его изобретениям, Маркони отправился в Англию, где в июне 1896 года продемонстрировал перед сотрудниками Британского почтового ведомства и представителями Адмиралтейства беспроводную передачу сигналов (без показа самого устройства). Когда итальянское правительство призвало его на трехлетнюю военную службу, Маркони удалось организовать ее прохождение, числясь курсантом военно-морского училища при итальянском посольстве в Лондоне. В ходе работ по усовершенствованию своего аппарата Маркони обнаружил, что дальность передачи пропорциональна числу и длине используемых антенн, и, установив высокие антенны в проливе Ла-Манш, организовал радиосвязь между Англией и континентальной Европой. В 1901 году он уже передавал сигналы на тысячи километров через Атлантический океан. В 1909 году Гульельмо Маркони был удостоен Нобелевской премии по физике «За развитие беспроволочной телеграфии», а во время первой мировой войны выполнял ряд военных миссий и, в конце концов, стал командующим итальянским военно-морским флотом. До сих пор радистов на судах всего мира неформально именуют «маркони».