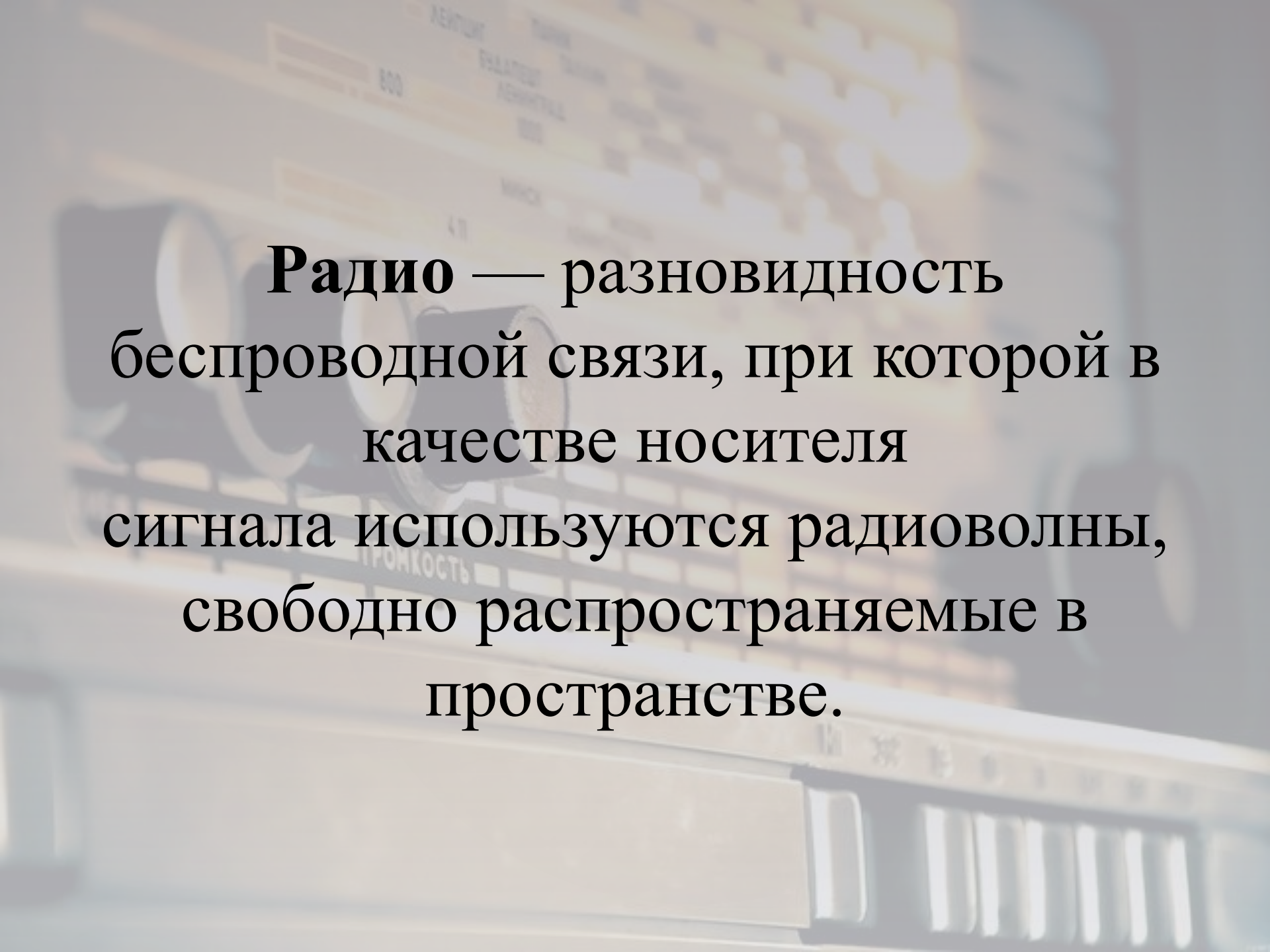


Опыты Герца. Создание  
первых радиоаппаратов.  
Работы Попова и  
Маркони



**Радио — разновидность  
беспроводной связи, при которой в  
качестве носителя  
сигнала используются радиоволны,  
свободно распространяемые в  
пространстве.**

# Принцип работы

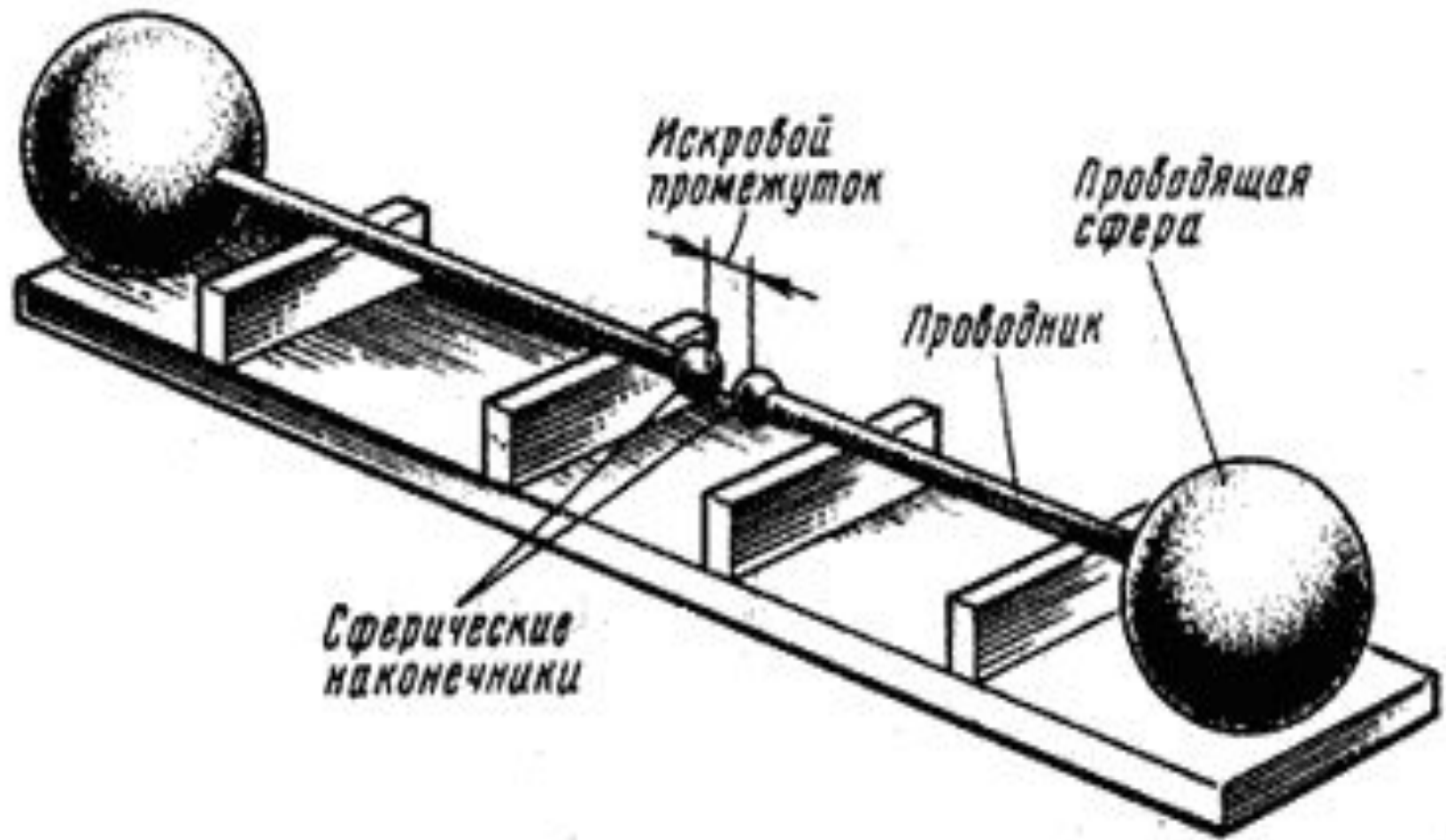
Передача происходит следующим образом: на передающей стороне (в радиопередатчике) формируются высокочастотные колебания (несущий сигнал) определенной частоты. На него накладывается сигнал, который нужно передать (звуки, изображения и т. д.) — происходит модуляция несущей полезным сигналом. Сформированный таким образом высокочастотный сигнал излучается антенной в пространство в виде радиоволн. На приёмной стороне радиоволны наводят модулированный сигнал в приемной антенне, он поступает в радиоприёмник. Здесь система фильтров выделяет из множества наведенных в антенне токов от разных передатчиков сигнал с нужной несущей частотой, а детектор выделяет из него модулирующий полезный сигнал. Получаемый сигнал может несколько отличаться от передаваемого передатчиком вследствие влияния разнообразных помех.

# Опыты Герца

Максвелл утверждал, что электромагнитные волны обладают свойствами отражения, преломления, дифракции и т.д. Но любая теория становится доказанной лишь после ее подтверждения на практике. Но в то время ни сам Максвелл, ни кто-либо другой еще не умели экспериментально получать электромагнитные волны. Это произошло только после 1888 года, когда Генрих Герц экспериментально открыл электромагнитные волны и опубликовал результаты своих работ.

# Вибратор Герца. Открытый колебательный контур.

В результате экспериментов Герц создал источник электромагнитных волн, названный им "вибратором". Вибратор состоял из двух проводящих сфер (в ряде опытов цилиндров) диаметром 10-30 см, укрепленных на концах проволочного разрезанного посередине стержня. Концы половин стержня в месте разреза оканчивались небольшими полированными шариками, образуя искровой промежуток в несколько миллиметров. Сферы подсоединялись ко вторичной обмотке катушки Румкорфа, являвшейся источником высокого напряжения.



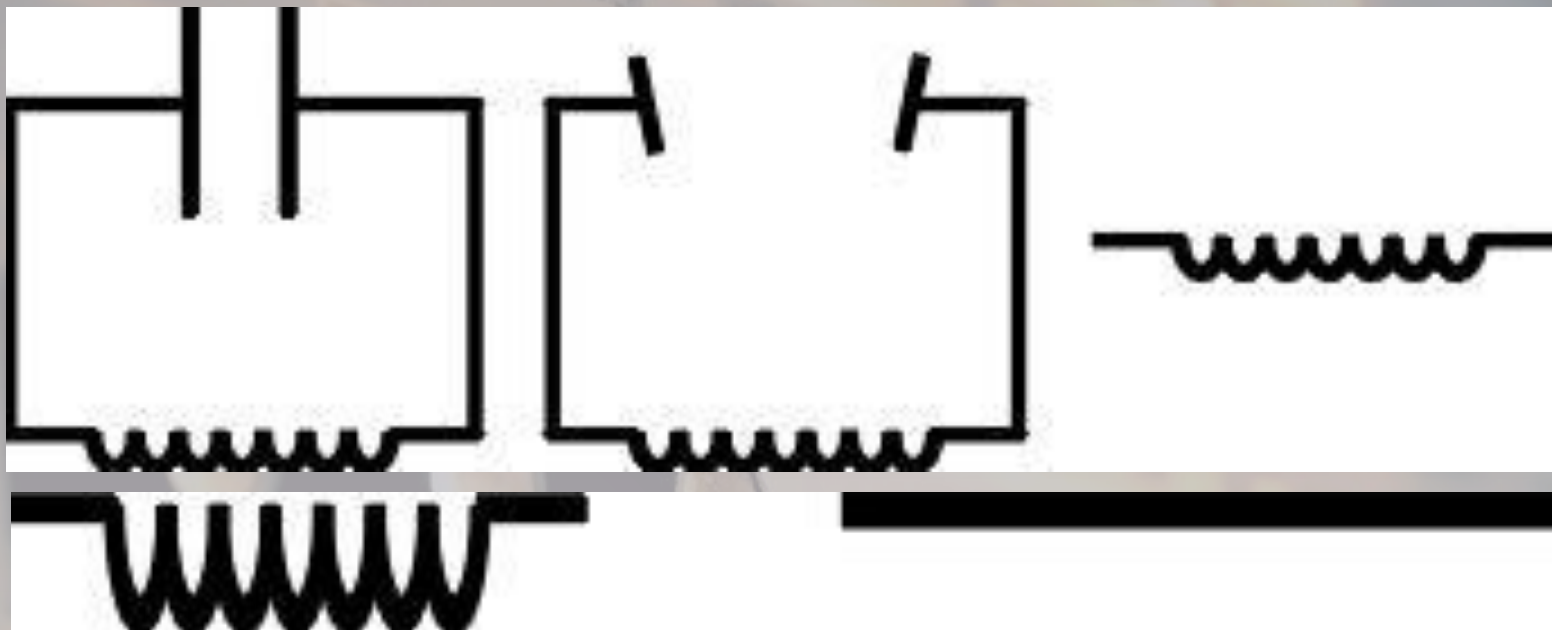
**Вибратор Герца** — простейшая система для получения электромагнитных колебаний.

# Идея вибратора Герца. Открытый колебательный контур.

Из теории Максвелла известно:

1. излучать электромагнитную волну может только ускоренно движущийся заряд,
2. что энергия электромагнитной волны пропорциональна четвертой степени ее частоты.

Понятно, что ускоренные заряды движутся в колебательном контуре, поэтому проще всего их использовать для излучения электромагнитных волн. Но надо сделать так чтобы частота колебаний зарядов стала как можно выше. Из формулы Томсона для циклической частоты колебаний в контуре  $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$  следует, что для повышения частоты надо уменьшать емкость и индуктивность контура.



Чтобы уменьшить емкость  $C$  надо увеличивать расстояние между пластинами (раздвигать их, делать контур открытым) и уменьшать площадь пластин. Самая маленькая емкость, которая может получиться, - просто провод

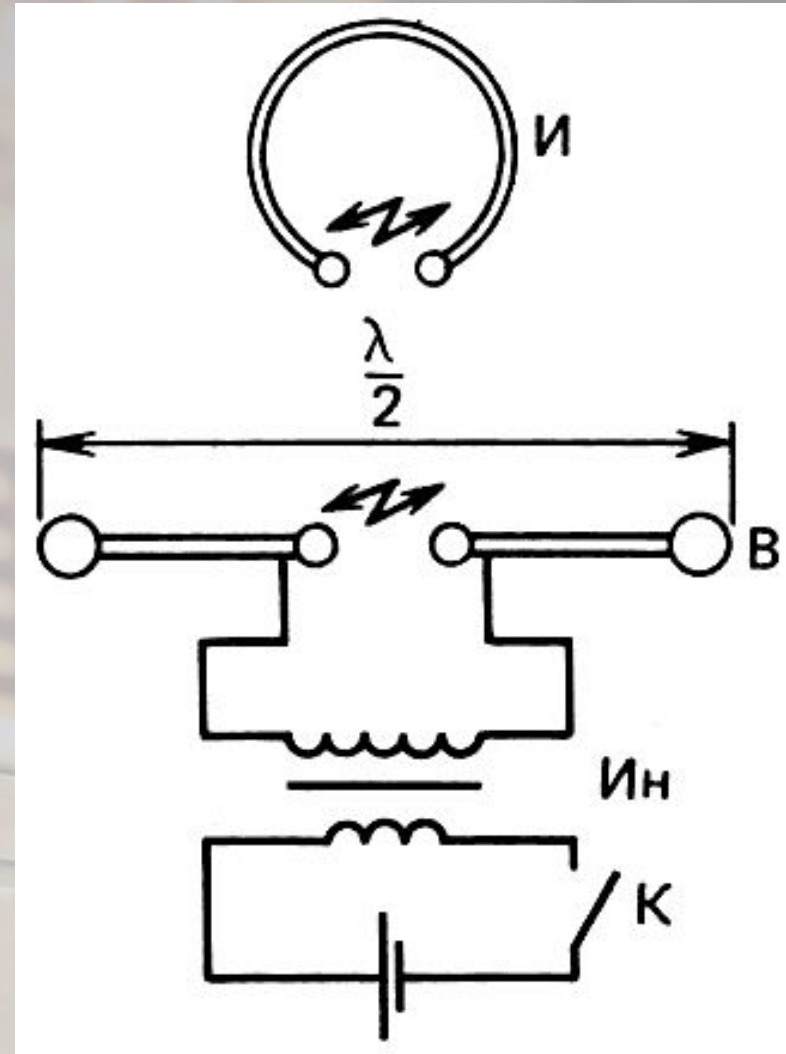
Чтобы уменьшить индуктивность  $L$  надо уменьшать число витков. В результате этих преобразований получим просто кусок провода или **открытый колебательный контур ОКК.**



# Схема опытов Герца:

Чтобы возбудить колебания в ОКК, Генрих Герц использовал такую схему:

**к-ключ,**  
**ин-индуктор,**  
**в-вибратор,**  
**и-индикатор поля**



В качестве детектора, или приемника, Герц использовал кольцо (иногда прямоугольник) с разрывом - искровым промежутком, который можно было регулировать. Диаметр кольца с величины более метра в первых опытах к их концу уменьшился до 7 см.



# Результаты опытов Герца

После огромной серии трудоемких и чрезвычайно остроумно поставленных опытов с использованием простейших, так сказать, подручных средств экспериментатор достиг цели. Удалось измерить длины волн и рассчитать скорость их распространения. Были доказаны: наличие отражения, преломления, дифракции, интерференции и поляризации волн. Была измерена скорость электромагнитной волны

После своего доклада 13 декабря 1888 года в Берлинском университете и публикаций 1877 - 78 гг. Герц стал одним из самых популярных ученых, а электромагнитные волны стали повсеместно именоваться "лучами Герца".

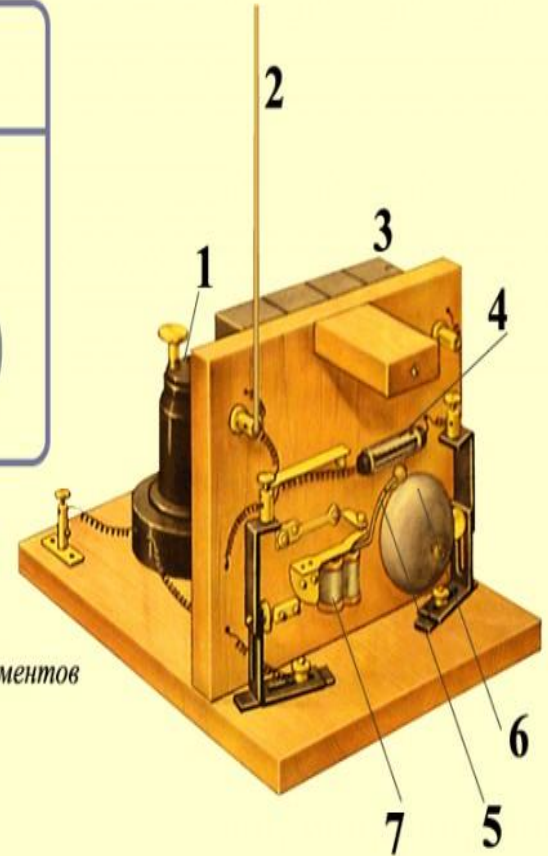
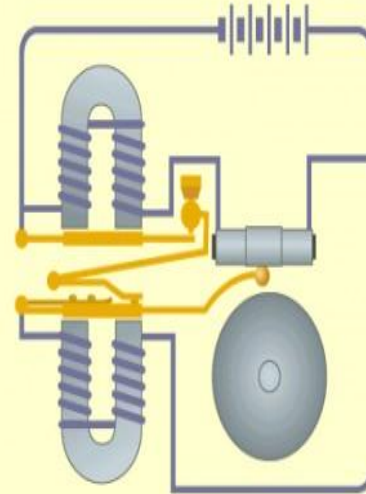
# Работы Попова

В России изобретателем радиотелеграфии традиционно считают А. С. Попова. В первых опытах по радиосвязи, проведённых в физическом кабинете, а затем в саду Минного офицерского класса, приёмник обнаруживал излучение радиосигналов, посылаемых передатчиком, на расстоянии до 60 м. 7 мая 1895 г. на заседании Русского физико-химического общества в Петербурге. А. С. Попов продемонстрировал действие своего прибора, явившегося, по сути дела, первым в мире радиоприемником. День 7 мая стал днем рождения радио.

# Работы Попова

Далее радиосвязь была установлена на расстоянии 250 м. Работая над своим изобретением, Попов вскоре добился дальности связи более 600 м. Затем на маневрах Черноморского флота в 1899 г. ученый установил радиосвязь на расстоянии свыше 20 км, а в 1901 г. дальность радиосвязи была уже 150 км. Важную роль в этом сыграла новая конструкция передатчика. Искровой промежуток был размещен в колебательном контуре, индуктивно связанном с передающей антенной и настроенном с ней в резонанс. Существенно изменились и способы регистрации сигнала. Параллельно звонку был включен телеграфный аппарат, позволивший вести автоматическую запись сигналов. В 1899 г. была обнаружена возможность приема сигналов с помощью телефона. В начале 1900 г. радиосвязь была успешно использована во время спасательных работ в Финляндском заливе. При участии А. С. Попова началось внедрение радиосвязи на флоте и в армии России.

# Приемник Попова



1. Электромагнитное реле
2. Антенный провод
3. Батарея гальванических элементов
4. Когерер
5. Молоточек звонка
6. Чашечка звонка
7. Электромагнит звонка

# Работы Маркони

2 июля 1897 получил патент и уже 20 июля создал и организовал крупное акционерное общество («Маркони К<sup>о</sup>»). Для работы в своей фирме Маркони пригласил многих видных учёных и инженеров. Летом того же года осуществил передачу радиосигналов на 14 км через Бристольский залив, в октябре — на расстояние 21 км. В ноябре того же года построил первую стационарную радиостанцию на острове Уайт, обеспечившую связь острова с материком на расстоянии 23 км. В мае 1898 года впервые применил систему настройки (на принципах, открытых в предыдущем году Оливером Лоджем); запатентовал её в 1900. В том же году открыл в Челмсфорде первый «завод беспроволочного телеграфа».

# Работы Маркони

Огромное влияние на дальнейшее развитие радиотехники оказала совершенно ошибочная точка зрения Маркони, что электромагнитные волны могут без больших потерь проходить через грунт и воду. Это позволило ему убеждать как себя, так и других, что возможна передача радиоволн на огромные расстояния (противная точка зрения утверждала, что прохождение радиоволн возможно только в условиях прямой видимости, и радиопередача на далёкие расстояния будет невозможной ввиду кривизны Земли). В действительности потери при прохождении радиоволн через грунт и воду огромны, но коротковолновые радиоволны могут отражаться от ионосферы и огибать весь земной шар. Именно эта вера позволила Маркони в декабре 1901 года организовать первую радиосвязь через Атлантический океан (передал букву S азбуки Морзе), о чём сообщил сам лично, но это сообщение не подтверждается источниками. В конце следующего года была налажена регулярная трансатлантическая радиосвязь.

В 1905 — запатентовал направленную связь.

В 1932 — установил первую радиотелефонную микроволновую связь.

В 1934 году он продемонстрировал возможность применения микроволновой телеграфии для нужд навигации в открытом море.



# Диапазоны радиоволн:

- 1) Длинные волны (ДВ) — километровые волны
- 2) Средние волны (СВ) — гектометровые волны
- 3) Короткие волны (КВ) — декаметровые волны
- 4) Ультракороткие волны (УКВ) — высокочастотные волны, длина волны которых меньше 10 м.

# Длинные волны



**Длинные волны (также километровые волны)** — диапазон радиоволн с частотой от 30 кГц (длина волны 10 км) до 300 кГц (длина волны 1 км).

# Средние волны



**Средние волны (также гектометровые волны) — диапазон радиоволн с частотой от 300 кГц (длина волны 1000 м) до 3 МГц (длина волны 100 м).**

# Короткие волны



**Короткие волны (также декаметровые волны)** - диапазон радиоволн с частотой от 3 МГц (длина волны 100 м) до 30 МГц (длина волны 10 м).

# Ультракороткие волны



Ультракороткие волны находятся в пределах от 30 МГц (длина волны 10 м) до 3000 МГц (длина волны 0,1 м).

# Распространение радиоволн

Радиоволны распространяются в пустоте и в атмосфере; земная твердь и вода для них непрозрачны. Однако, благодаря эффектам дифракции и отражения, возможна связь между точками земной поверхности, не имеющими прямой видимости (в частности, находящимися на большом расстоянии).

Распространение радиоволн от источника к приёмнику может происходить несколькими путями одновременно. Такое распространение называется *многолучёвостью*. Вследствие многолучёвости и изменений параметров среды, возникают *замирания*— изменение уровня принимаемого сигнала во времени. При многолучёвости изменение уровня сигнала происходит вследствие интерференции, то есть в точке приёма электромагнитное поле представляет собой сумму смещённых во времени радиоволн диапазона.