



# От А. Попова до наших дней.

**Команда «Физика на 5!», СОШ № 5 г. Буинска,  
руководитель Карavaев С.А., учитель физики**





Команда: «Физика на 5»

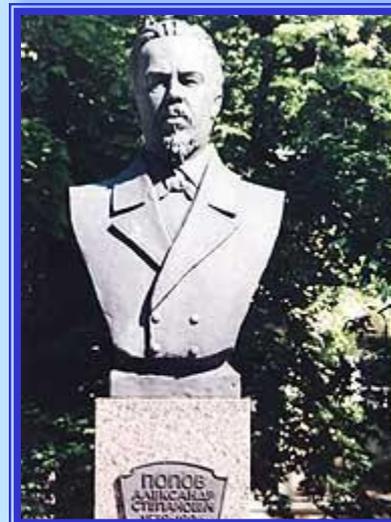
Игровой номер команды: 9f846

# От А. Попова до наших дней.

**Александр Степанович Попов** родился 16 марта 1859 г. на Урале (поселок Туринский рудник) в семье священника. После окончания в 1877 г. Пермской духовной семинарии поступил на физико-математический факультет Петербургского университета. В университете он увлекся электротехникой.

А. С. Попов

По окончании физико-математического факультета Петербургского университета (1882 г.) он был оставлен при университете для подготовки к профессорскому званию. С 1883 г. стал преподавателем Минного офицерского класса в Кронштадте, совмещая эту должность с работой в Техническом училище Морского ведомства в Кронштадте.



Музей А.С. Попова Санкт-Петербургского Государственного электротехнического университета

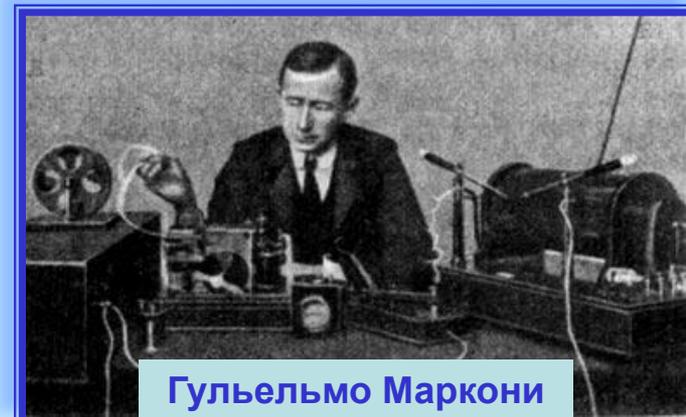
**7 мая 1895 г.** на заседании Русского физико-химического общества **А. С. Попов** выступил с докладом и демонстрацией созданного им первого в мире радиоприемника. Свое сообщение Попов закончил следующими словами: *"В заключение могу выразить надежду, что мой прибор при дальнейшем усовершенствовании может быть применен к передаче сигналов на расстояние при помощи быстрых электрических колебаний, как только будет найден источник таких колебаний, обладающих достаточной энергией"*.



Первый радиоприемник А. С. Попова

Этот день вошел в историю мировой науки и техники как **день рождения радио**. А **18 декабря 1897 г. А. С. Попов** 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.

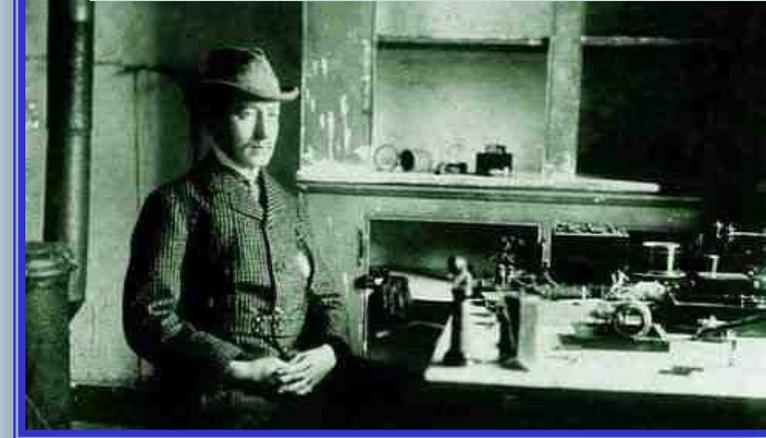
Тем не менее, итальянский физик **Г. Маркони** в июне **1896 г.** сделал **заявку на получение патента** «усовершенствование в передаче электрических импульсов...», который был **выдан ему 2 июля 1897 г.**, т. е. спустя более двух лет после демонстрации А. С. Поповым своего приемника.



**Гульельмо Маркони**

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

Маркони во время работы по усовершенствованию радио



В 1898 году А. С. Попов уже добился радиосвязи на 11 км и, заинтересовав своими опытами Морское министерство, организовал производство своих приборов в мастерских лейтенанта Колбасьева и у парижского механика Дюкрете, который в дальнейшем стал главным поставщиком его приборов.

Севший на камни  
броненосец



В 1900 г. А. С. Попов осуществил связь в Балтийском море на расстоянии свыше 45 км между островами Гогланд и Кутсало. Эта первая в мире практическая линия беспроволочной связи обслуживала спасательную экспедицию по снятию с камней броненосца "Генерал-адмирал Апраксин", севшего на камни у южного берега Гогланда. После успешной работы по спасению броненосца Морское министерство первым в мире приняло решение о вооружении всех военно-морских судов радиотелеграфом.

За кратковременную деятельность **А.С.Попов** добился очень больших результатов в области радио и наметил обширный план дальнейшего его развития - радиотелефонию, радиообнаружение, открыл ограничивающее действие помех и суточный неравномерный ход силы принимаемых сигналов. Открытие А.Попова послужило толчком развития нескольких направлений науки и техники

Ученик **А.С. Попова** **П.Н. Рыбкин** предложил слуховой метод приема радиосигналов на телефонные трубки, который 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.

Телефонный приемник

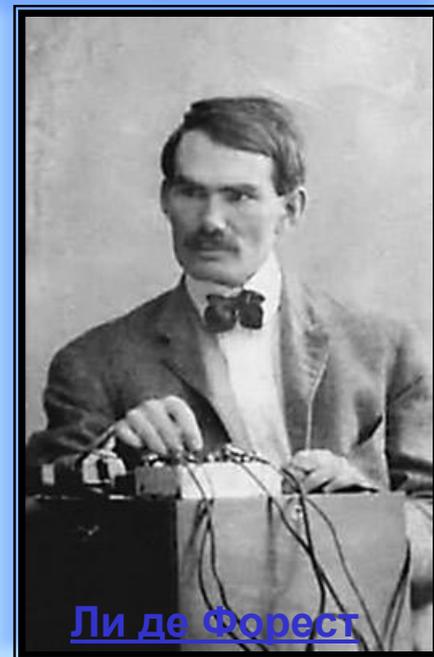


В 1906 г. американские физики **Р. Фессенден** и **Ли де Форест** совершают открытие амплитудной модуляции радиосигнала, что позволило передавать в эфире человеческую речь.

В 1907 г. американский инженер **Ли де Форест** изобрел трехэлектродную лампу - аудион (триод), на основе которой был создан первый ламповый радиоприемник. Это дало возможность осуществить передачу по радио речи и музыки.

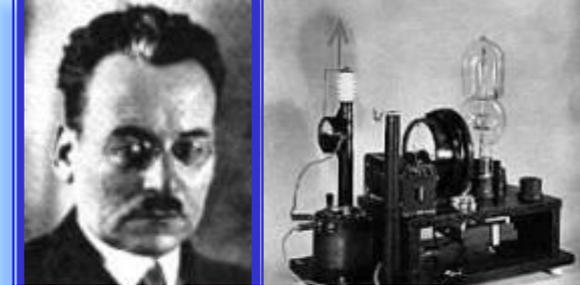


Аудион Фореста



Ли де Форест

**В 1913 году немецкий радиотехник Мейсснер использовал триод для генерирования незатухающих электрических колебаний. Ламповый генератор содержал ламповый триод и колебательный контур, состоящий из катушки индуктивности и конденсатора. Но электронные лампы и схема радиоприемника были несовершенны.**



**Мейсснер и его передатчик**

**В 1913 году американский радиотехник Э. Армстронг разработал более совершенную схему регенеративного радиоприемника (с обратной связью), а в 1918 году - схему супергетеродинного радиоприемника, применяемую и по сей день. Такие приемники обладают, по сравнению с приемником прямого усиления, значительно большей избирательностью и чувствительностью.**



**Армстронг объясняет принцип действия своего приемника**

**В России во время первой мировой войны на Тверской военной радиостанции группа военных радиоинженеров с помощью ученика Попова профессора В. К. Лебединского начали изготавливать отечественные радиолампы и строить приемники для приема незатухающих колебаний. 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.**

С первых дней Октябрьской революции радио было использовано правительством как средство политической информации. Ночью **12 ноября** мощная радиостанция Петроградского военного порта **передала обращение Ленина по радио: «Всем. Всем»**. 2 декабря 1918 года Ленин утвердил декрет, касающийся радиолaborатории в Нижнем Новгороде. Началось строительство радиосети в Поволжье, Сибири, на Кавказе.

В Нижнем Новгороде организован научно-исследовательский институт, объединивший крупнейших радиоспециалистов того времени во главе с **М.А. Бонч-Бруевичем, В. П. Вологдиным** и другими. Здесь в **1918 г.** были **разработаны генераторные лампы**, а к декабрю **1919г.** построена **радиотелефонная передающая станция** мощностью в 5 кВт. К 1923 году Бонч-Бруевич довел мощность генераторных ламп 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 в 1924 году. В 1929 году на этой же станции начала работать машина высокой частоты **В. П. Вологодина** мощностью 150 кВт.

**А в это время за рубежом...**



**Вологдин у машины высокой частоты**

- В 1916 г. началось вещание на американской радиостанции 9XM (WNA).
- 31 августа 1920 г. на станции 8MK в Детройте транслировалась первая известная программа радионовостей.
- 2 ноября 1920 года начала регулярные радиопередачи радиостанция «KDKA» в Питсбурге, штат Пенсильвания (на волне 360 м, мощность 100 Вт).
- В 1922 г. в Англии начались регулярные беспроводные развлекательные радиопередачи.
- Середина 1920-х: применение усилителей на электронных лампах революционизировали радиоприемники и радиопередатчики; изобретение триодного усилителя, генератора и детектора позволило создать хорошо слышимое радио; применение амплитудно-модулированный радио (AM радио) позволило нескольким станциям одновременно передавать сигналы; радио впервые было использовано для передачи изображений, т.е. зародилось телевидение (Изобретатель передающей телевизионной трубки В.Зворыкин).



Радиостанция KDKA



В. Зворыкин с  
иконоскопом



Армстронг с  
радиоприемником



Автомобильная  
радиостанция

**1933 году Э. Армстронг запатентовал FM-радио.** FM использует частотную модуляцию радиоволн, которая позволяет уменьшить влияние помех.

В Германии прозвучал девиз национал-социалистов: «Радио в каждый дом!». Летом 1933 года 28 ведущих радиоприемников Германии в принудительном порядке начали работы по созданию простого, дешевого и добротного радиоприемника, рассчитанного на прием лишь местных радиостанций. Число радиослушателей в Германии с 1933 по 1943 год возросло с 4 до 16 млн.



**В 1935 году в СССР Ленинградский завод им. Козицкого выпустил первую партию телевизионных приемников марки «Б-2».** Начались показы регулярных телевизионных передач.

• В 1940-е годы аналоговое телевидение начало работу в Северной Америке и Европе.

**В марте 1935 года в Италии Маркони провел первую практическую демонстрацию принципов радара,** возможность которого предсказывал А. Попов.

**1941 года Компания «Bell Labs» закончила испытания радара для военного флота США.** «Mark I» стал первым промышленным ВЧ радаром.



**Испытания радара «Mark I»**

Американский инженер Перси Спенсер при испытания магнетрона сделал неожиданное открытие электромагнитного поля высокой интенсивности, которое доводит продукты до готовности. **В 1947 г.** компания начала **выпуск** коммерческих **микроволновых печей** на магнетронах с водяным охлаждением. В настоящее время микроволновая печь – побочный продукт радарных технологий – стала привычным устройством на кухне.



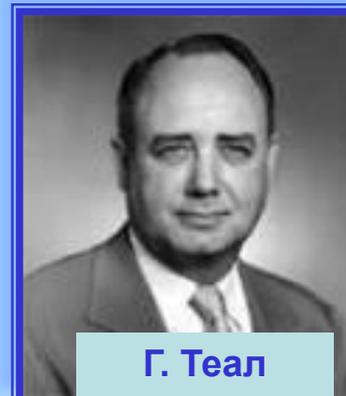
Первая микроволновка



Брэттен, Шокли и Бадин

**В США в 1948 г.** в компании «Bell Labs» группой ученых **Брэттен, Шокли и Бадин** изобретен транзистор. В октябре 1951г. компания начала коммерческое изготовление транзисторов. Первым устройством с использованием транзисторов стал слуховой аппарат. В СССР первые транзисторы были разработаны под руководством А.В. Красилова в 1953 году.

**В 1954 г.** инженер американской компании «Texas Instruments» **Гордон Теал**, продемонстрировал действующий образец кремниевого транзистора. В этом же году был создан первый транзисторный радиоприемник с использованием кремниевых транзисторов



Г. Теал

**В 1954 г.** американская фирма Regency представила карманный транзисторный радиоприёмник TR-1.

Через шесть месяцев после появления «TR-1» японская фирма «Sony» выпустила свой первый транзисторный радиоприемник. Первая модель «TR-52» была экспериментальной и фактически не выпускалась для продажи. **В 1955 г.** японская компания начала продажу транзисторного приемника «TR-55».



TR-55



TR-1.

**В 1960 г.** «Sony» выпустила первый в мире телевизионный приемник на транзисторах – «TV8-301».

**В 1956 г.** в СССР началось массовое производство малогабаритного приемника на транзисторах «Минск-Т».

**В 1956 г.** английская компания «Multitone» впервые в мире представила систему персонального радиовызова (пейджинговую систему), которая была развернута в одной из лондонских больниц.

**В 1962 г.** «Motorola» представила портативную ЧМ радиостанцию «HT-200» выполненную полностью на транзисторах. Устройство весом 33 унции (935 г), получило прозвище «кирпич» из-за своей удлиненной прямоугольной формы.



Молния -1-01



**18 декабря 1958 года в США** выведен на околоземную орбиту **экспериментальный телекоммуникационный спутник «Atlas-Score»**. С этого момента начинается эра **спутниковой связи и телевидения**.

**21 февраля 1965 года в СССР** выведена на орбиту группа советских военных спутников связи типа «Стрела-1»: «Космос-54..56», 15 марта – «Космос-61..63», 16 июля – «Космос-71..75», 3 сентября – «Космос-80..84», 18 сентября – «Космос-86..90». **23 апреля в СССР** выведен на орбиту (548/39 957 км, период обращения 720 мин) **спутник связи «Молния-1-01»**.

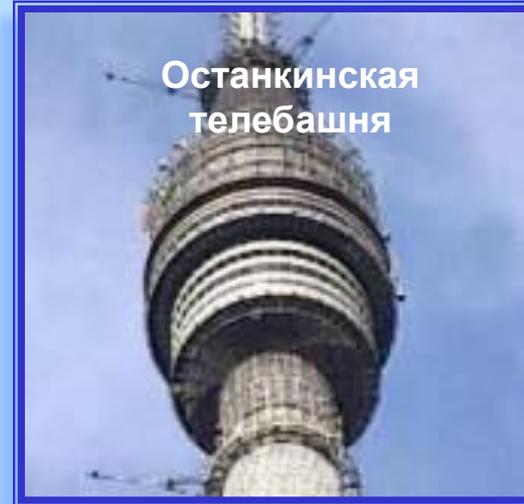
Следующим поколением коммуникационных спутников стали: «Гранит», «Экран», «Горизонт», «Экспресс», «Луч», «Радио» и др.

Горизонт



**5 ноября 1967 в СССР** была принята в эксплуатацию первая очередь строительства **Останкинской телебашни**. С башни началась трансляция четырех телевизионных и трех радиовещательных программ. Строительство на башне продолжалось до 26 декабря 1968г. Радиус уверенного приема телевизионного сигнала – 110-120 км.

Останкинская телебашня



**В 1967г. построены первые 20 наземных распределительных станций** программы «Орбита», включающей космические и наземные объекты. С 1972 началось сооружение станций работающих в диапазоне дециметровых волн. В 1984 г. по программе «Орбита» работало более 100 наземных станций, из них более 10 – приемо-передающих. Система обеспечивает радиосвязь и телевизионное вещание практически на всей территории СНГ.



В январе 1969 года начала работу первая в США коммерческая система «сотовой» радиосвязи созданная компаний «Bell System». Сеть предоставляла услуги связи с использованием таксофонов пассажирам поездов, движущихся между Нью-Йорком и Вашингтоном. Длина линии 225 миль (362 км). Среди специалистов нет единого мнения по факту причисления данной системы к разряду «сотовых».

**17 октября 1973 года в США Мартин Купер, инженер компании «Motorola», получил патент на «Радиотелефонную систему».** Купер был руководителем проекта в компании «Motorola» по созданию и установке базовой станции в Нью-Йорке, ставшей рабочим прототипом будущей сотовой связи. Для этой системы Купер разработал портативный телефон.



**В 1974 г. Роланд Морэ получил патент на изобретение «портативного секретного объекта».** В настоящее время изобретение Морэ известно под названием «смарт-карта». К концу 70-х французская компания «Bull CP8» и европейское отделение полупроводников компании «Motorola» довели изобретение до коммерческого применения.

**В 1978 г. запущены первые спутники навигационной системы GPS (Global Position System).** Первые 10 спутников составляли т.н. «Блок I». 24 спутника следующей версии системы (Блок II) были запущены в период с 1989 г. по 1994 год .



Навигационный спутник

**В 1979 г. создана международная организация подвижной спутниковой связи «Inmarsat» (International Maritime Satellite Organisation).** В 1999 в состав организации входило 79 государств. По мере увеличения трафика число спутников в каждом регионе может наращиваться за счет резервных. Основу системы составляют спутники «Inmarsat-2» и «Inmarsat-3». **С 1982 предоставляются услуги связи для морских судов, с начала 1990-х – для авиационного и наземного транспорта.**



Спутниковый терминал

В декабре 1979 года в Токио (Япония) начала работу первая сотовая сеть связи из 88 базовых станций. Одноименная сеть была создана компанией «NTT» («Nippon Telegraph and Telephone»). Телефонное обслуживание осуществлялось в 23 районах города. Оборудование было изготовлено компаниями «Matsushita» и «NEC» («Nippon Electric Company»). **Через 5 лет (1984г.) сеть была расширена до масштабов всей страны.**

**1 сентября 1981 г. в Саудовской Аравии введена в действие первая в мире сотовая телефонная сеть по стандарту NMT (Nordic Mobile Telephony).**



**В 1991 г. «Motorola» начала реализацию проекта спутниковой связи «Iridium».** Система могла обеспечивать подвижных абонентов телефонной связью в любой точке земного шара с помощью терминала, размером с обычный сотовый телефон. Работу системы поддерживают 66 спутников с высотой орбиты 780 км.

**В этом же году в Москве,** компанией «Московская сотовая связь» **открыта первая сеть сотовой телефонной связи стандарта NMT-450.**

**В 1993 г.** сдана в эксплуатацию **первая система цифровой связи «Tetrapol»** на основе технологии FDMA (Frequency Division Multiple Access – множественный доступ с частотным разделением) для французской жандармерии. Система была разработана французской компанией «Matra Communications».

**В 1994 г. в США** разработана полностью цифровая система DAMPS, использующая цифровые каналы управления. В этом же году **в Дании** начались «эфирные» испытания системы **цифрового радиовещания «Eureka 147»** на частоте 237 МГц. Такое же вещание в **Швеции** началось **в 1996 году.**

**В 2003 году цифровое радиовещание DRM (Digital Radio Mondiale)** в AM диапазонах (до 30 МГц) переходит из области экспериментов к практическому применению. DRM-консорциум объединяет 89 членов из 29 стран.

**В августе 2004 года** японская компания Sanyo выпустила **FM-радиоприёмник** на одной микросхеме **размером всего 5x5x0.8 мм** без внешних деталей. Приемник предназначен для установки в мобильные телефоны. Предусмотрено пять модификаций чипа, в которых помимо собственно простого FM-радиоприёмника уместился **AM-тюнер**, блок приёма данных системы RDS, ряд других функций, а также миниатюрный усилитель для наушников.



**FM-радиоприёмник**

**В сентябре этого же года** британская компания Resiva выпустила радиоприёмник, который прослушивает не обычный радиоэфир, а **вещание через Интернет**. Аппарат имеет беспроводный Wi-Fi-порт и автоматически связывается с Сетью, предоставляя владельцу выбор из тысяч радиостанций, ведущих вещание через Интернет. Небольшой радиоприёмник можно разместить стационарно в квартире или взять с собой в зоне покрытия Wi-Fi.



**Приемник для Интернет-вещания**

**В июне 2005 года** компания British Telecom (Великобритания) впервые в мире **объединила** две телефонные сети - **сотовую связь и наземные линии**, благодаря чему появилась возможность использовать одну и ту же телефонную трубку как дома, так и при перемещении по стране. Данная услуга названа **BT Fusion**.

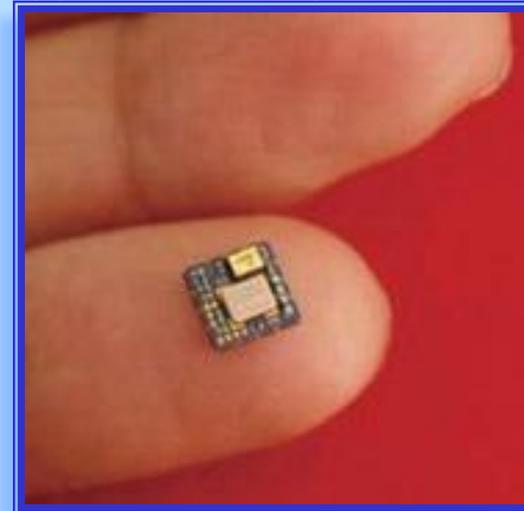


**BT Fusion, .**

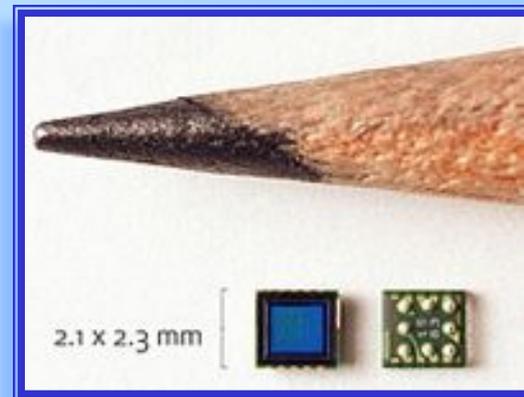
**В декабре 2005 года компания Motorola** объявила о создании первого карманного компьютера для сетей TETRA. Небольшой PDA поддерживает Bluetooth, WLAN, GPS, оснащен 3.5-дюймовым дисплеем и цифровой камерой.

**В январе 2006 года компания Rakon** из Новой Зеландии создала **самый маленький** в мире модуль приёмника **GPS**. По сведениям компании приёмник, размером меньше ногтя детского мизинца, полнофункциональное устройство «plug and play», максимально упрощающее создание спутникового навигатора и позволяющее минимизировать габариты техники, в которую данный модуль будет встраиваться – мобильные телефоны, ПДА и даже часы.

**Компания OmniVision Technologies (США)** сконструировала **самый маленький в мире видео-сенсор OV6920**. В видеокамере применена цветная CMOS матрица типоразмера 1/18 дюйма (2.1 x 2.3 мм). Максимальный размер устройства не превышает 3.2 мм, потребляемый ток – менее 35 мА при напряжении 3.3 В. Устройство выдает видеосигнал формата NTSC с частотой 60 кадров/сек. Камера предназначена для применения в медицинских зондах, мобильных телефонах, устройствах видеонаблюдения, игрушках и т.п.



приёмник GPS

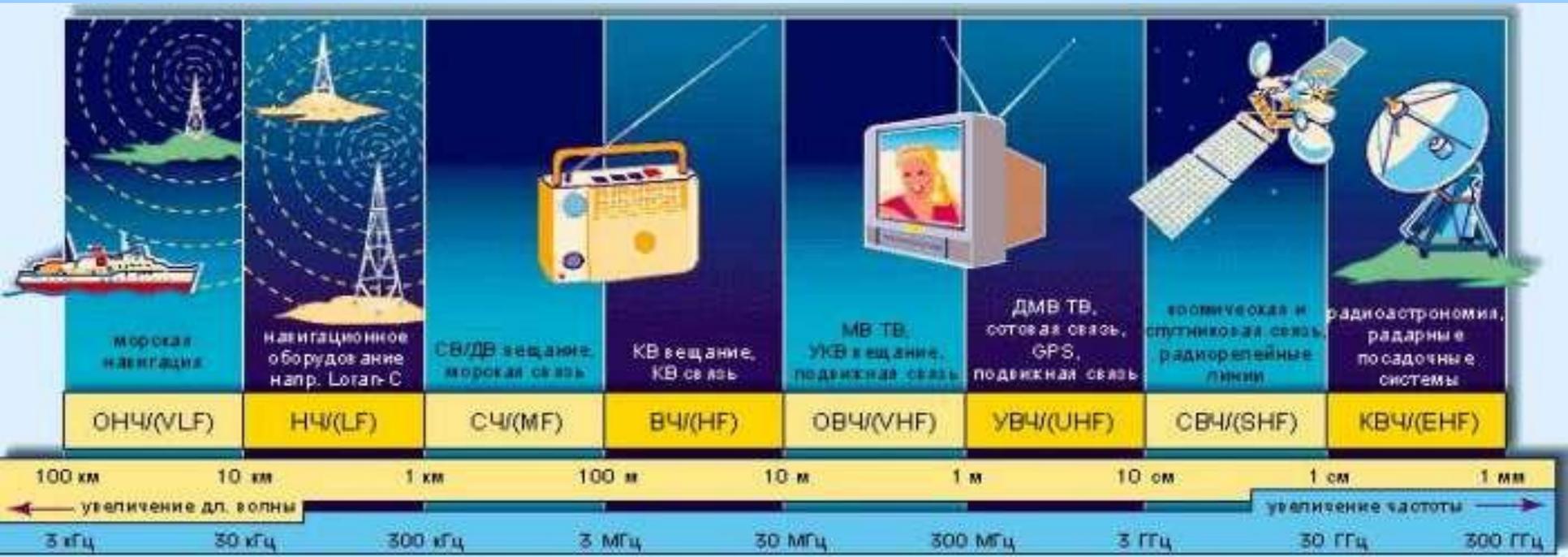


видео-сенсор OV6920

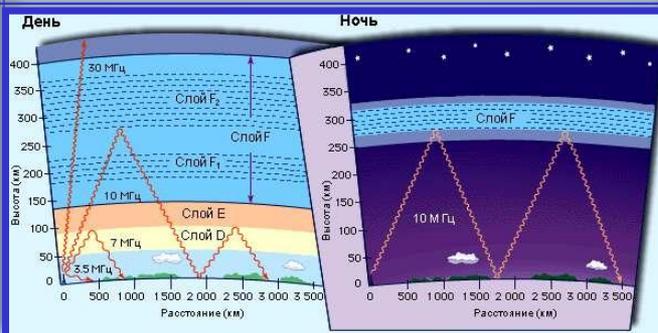
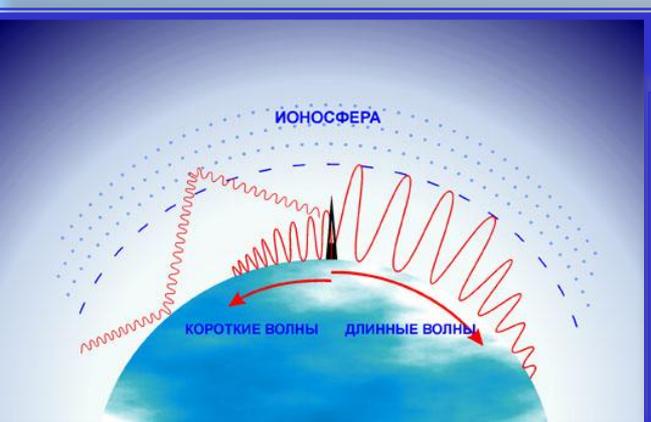
# Радиоволны занимают спектр от 100 000 м (3 кГц) до 0.1 мм (3 000 ГГц). Международными соглашениями спектр радиоволн разбит на диапазоны:

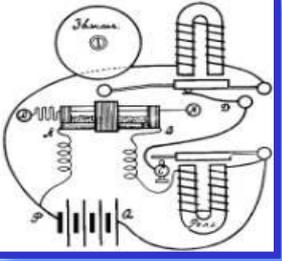
Диапазон частот	Наименование диапазона (сокращенное наименование)	Наименование диапазона волн	Длина волны
3–30 кГц	Очень низкие частоты (ОНЧ)	Мириаметровые	100–10 км
30–300 кГц	Низкие частоты (НЧ)	Километровые	10–1 км
300–3000 кГц	Средние частоты (СЧ)	Гектометровые	1–0.1 км
3–30 МГц	Высокие частоты (ВЧ)	Декаметровые	100–10 м
30–300 МГц	Очень высокие частоты (ОВЧ)	Метровые	10–1 м
300–3000 МГц	Ультра высокие частоты (УВЧ)	Дециметровые	1–0.1 м
3–30 ГГц	Сверхвысокие частоты (СВЧ)	Сантиметровые	10–1 см
30–300 ГГц	Крайне высокие частоты (КВЧ)	Миллиметровые	10–1 мм
300–3000 ГГц	Гипервысокие частоты (ГВЧ)	Децимиллиметровые	1–0.1 мм

## Рассмотрим использование этих диапазонов различными средствами связи:



**Радиоволны излучаются через антенну в пространство и распространяются в виде энергии электромагнитного поля. Энергия волны ослабевает, распространяясь во все стороны пространства. Их способность к распространению сильно зависит от длины волны. Передачи длинноволновых вещательных станций можно принимать на расстоянии до нескольких тысяч километров. Средневолновые станции слышны в пределах тысячи километров. Что же касается коротких волн, то их энергия резко убывает по мере удаления от передатчика. Однако при направлении излучения вверх, короткие волны возвращаются обратно отраженные ионосферой (было предсказано 1902 Оливером Хэвисайдом, экспериментально было доказано в 1923). Радиоволны УКВ диапазона практически не отражаются от ионосферы. Поэтому дальность действия ультракоротких волн невелика. Свойства радиоволн диапазонов ДЦВ и 800 МГц еще более близки к световым лучам. Применение этих волн в радиоастрономии позволило сделать множество научных открытий. Также возможность фокусирования высокочастотных радиоволн обеспечила их применение в радиолокации, радиорелейной связи, спутниковом вещании, беспроводной передаче данных и т.п.**





# Будущее радио



Мы проследили развитие радио, начиная с открытия его А. Поповым до наших дней. Каковы же перспективы развития науки и техники в области радио? Мы думаем, что:

- Радиовещание станет полностью цифровым;
- Радиоприемник станет частью сотового телефона (хотя он уже стал). Сам сотовый телефон уменьшится до размеров маленького наушника, воспринимающий звуковые команды владельца. Во время разговора или радиоэфира можно будет видеть собеседника с помощью специальных очков или контактных пленок (типа контактных линз);
- Эфиры радио будут проходить «пользовательским участием». Любой слушатель anytime сможет стать ведущим, ди-джем и даже продюсером канала. Возможность создания собственного радиоканала может быть произведена практически любым желающим;
- Вне зависимости от того где вы находитесь, любую информацию из Интернета в интерактивном режиме можно будет просматривать мгновенно.

Попов А.С. и другие ученые стали пионерами в открытии и становлении радио. А на смену им придут другие, развивающие и продолжающие это великое дело. И хотя на первый взгляд основные открытия уже сделаны, наверняка будет еще не мало изобретений, о которых мы даже не подозреваем. Жизнь продолжается, а в месте с ней движется прогресс!