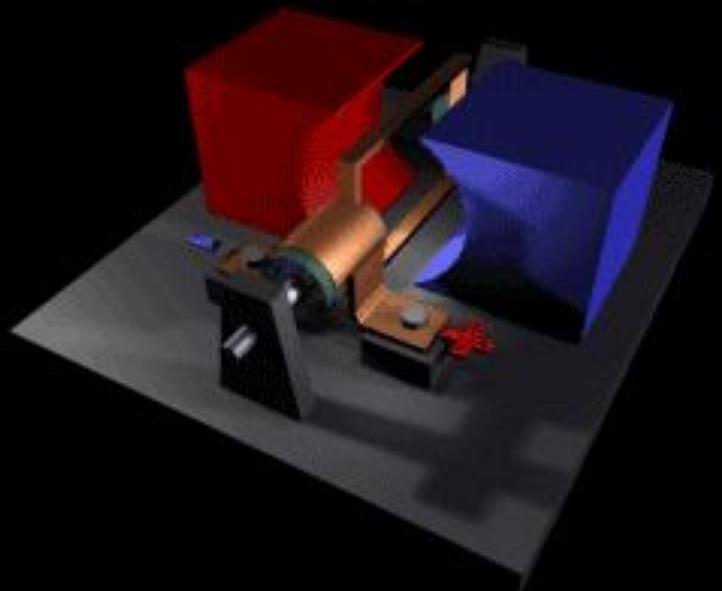
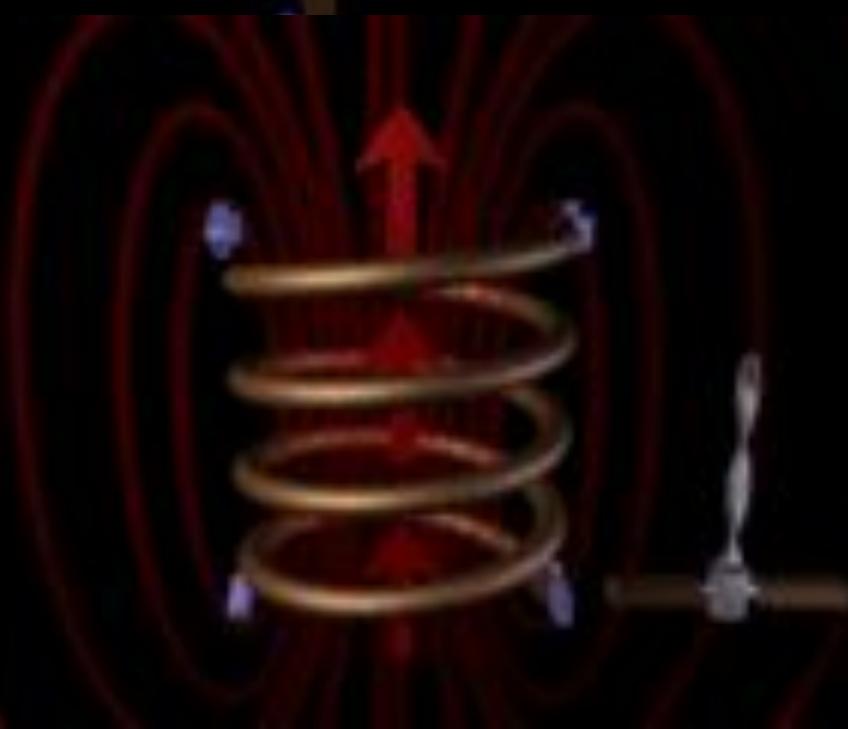
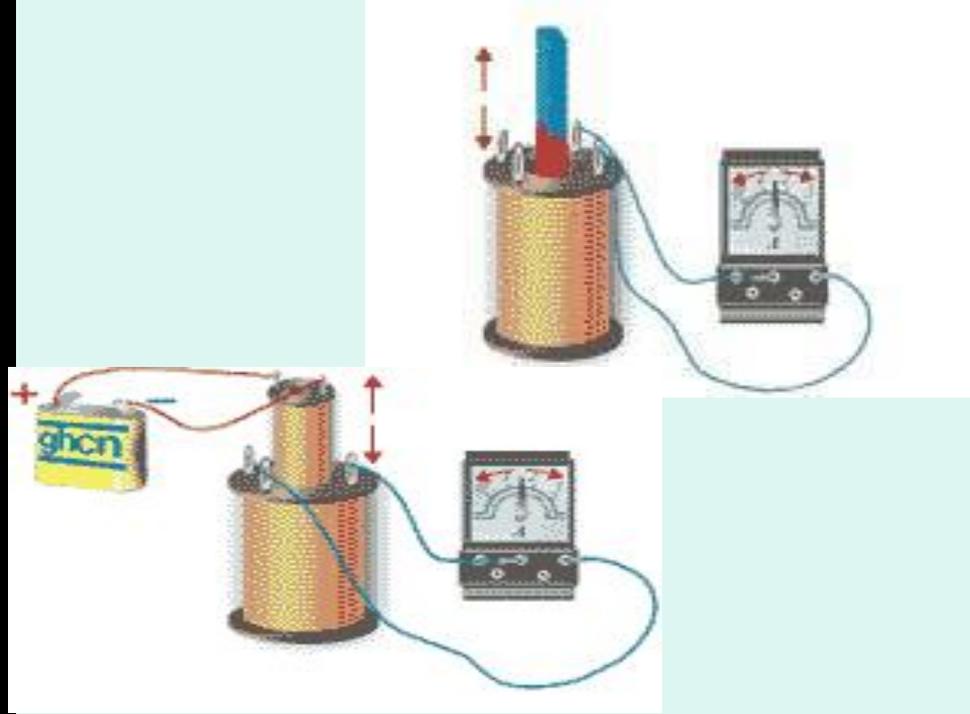
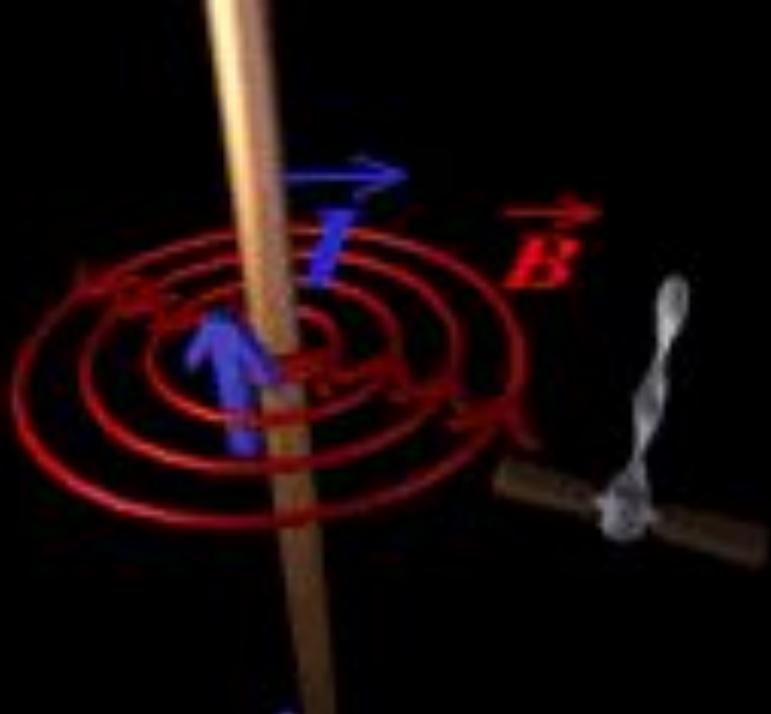
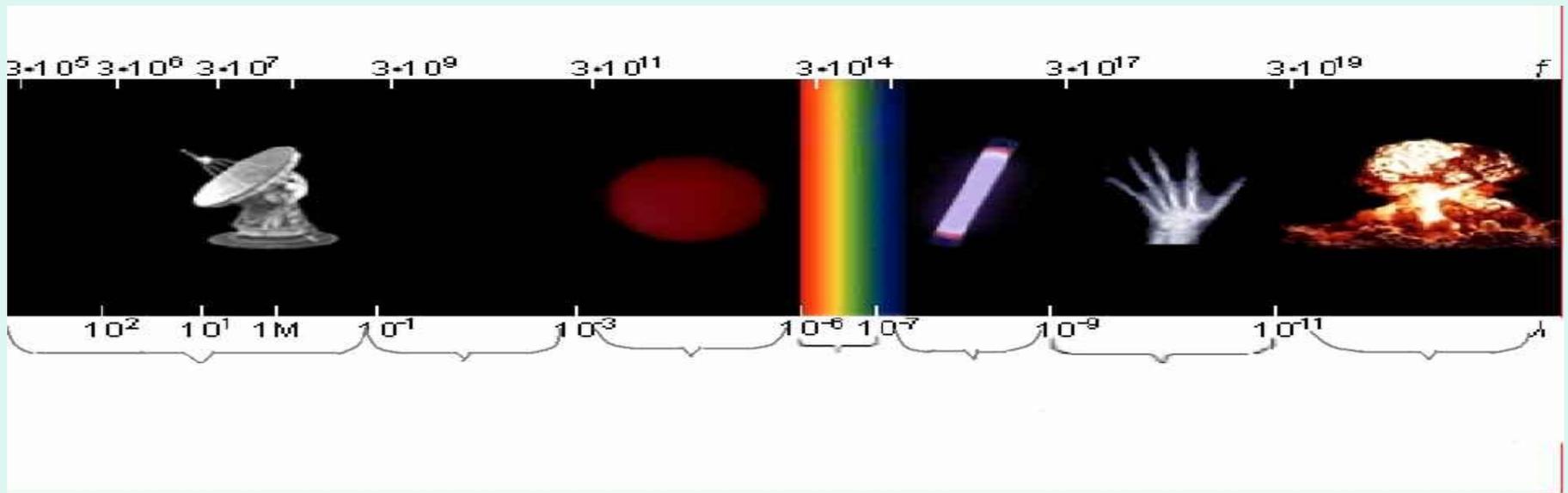


# Передача информации с помощью электромагнитных волн

МОУ Новокалитвенская СОШ  
*учитель Гиевская Людмила Ивановна*



# Шкала электромагнитных волн



Низкочастотные излучения

Радиоволны

СВЧ излучения

Инфракрасное излучение

Видимый свет

Ультрафиолетовое излучение

Рентгеновское излучение

Гамма-излучение

# *Низкочастотное (НЧ) излучение*

$$\nu = 0 - 2 \cdot 10^4 \text{ Гц.}$$

$$\lambda = 1,5 \cdot 10^4 \text{ м до бесконечности.}$$

**Источник** – переменный ток соответствующей частоты. Такие волны практически не излучаются в пространство.

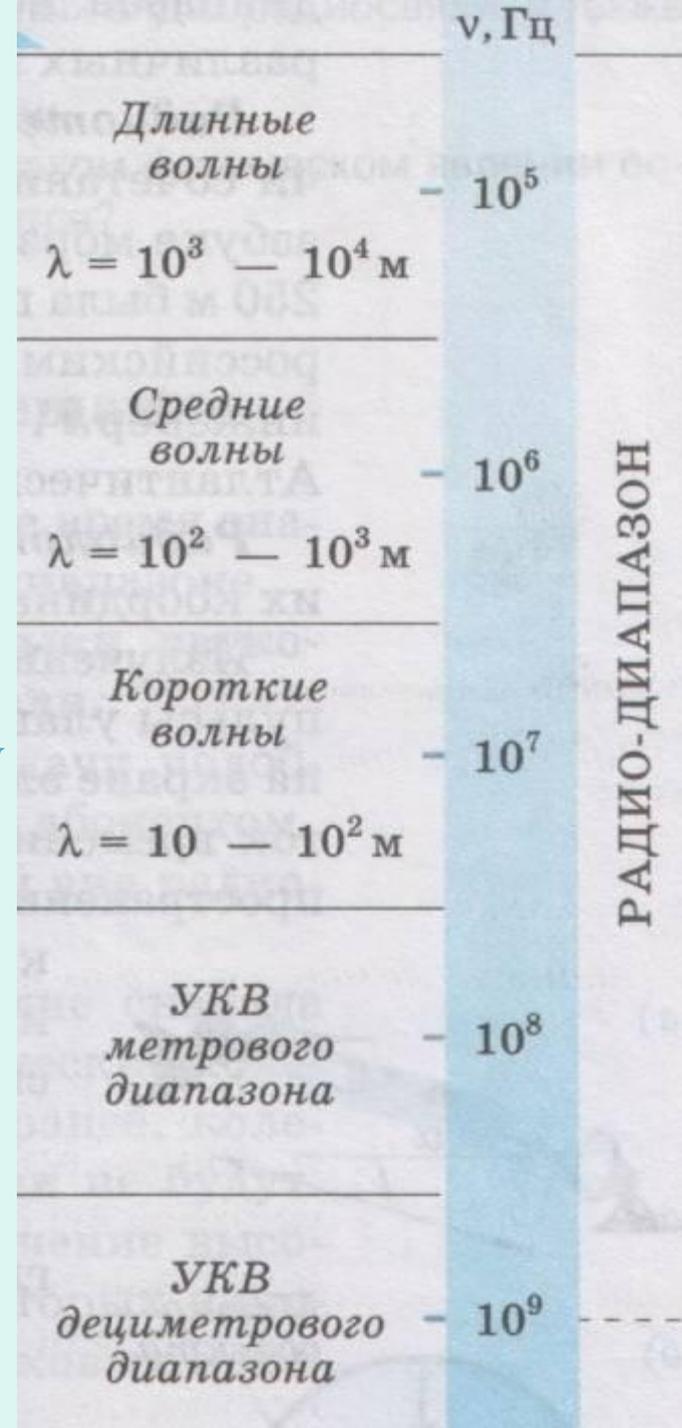
# Радиоволны

$$\nu = 2 \cdot 10^4 - 10^9 \text{ Гц.}$$

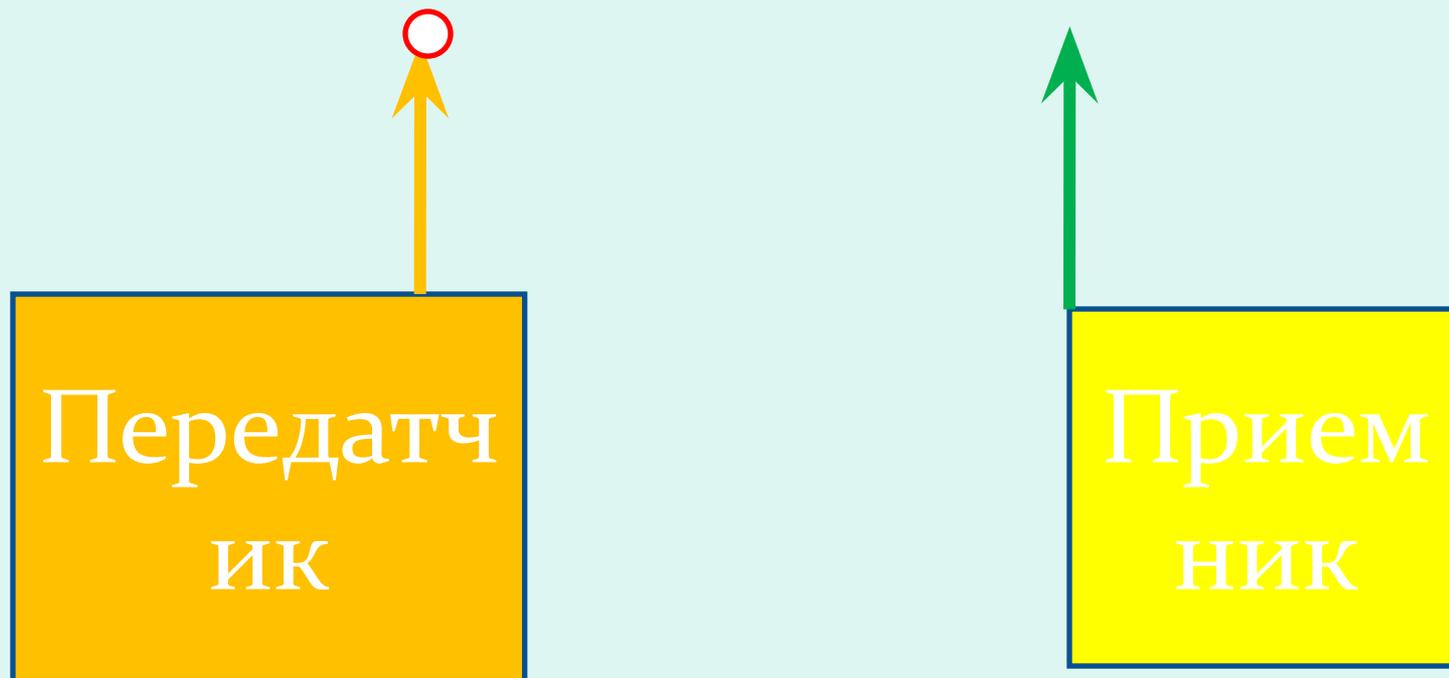
$$\lambda = 0,3 - 1,5 \cdot 10^4 \text{ м.}$$

Радиоволны **открыты** в 1886 году  
**Г. Герцем.**

**Источник** – переменный ток.



# Принципы радиосвязи

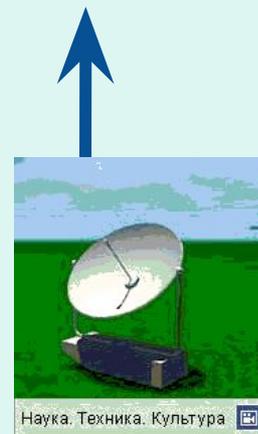


# Радиосвязь

Радио  
переда  
тчик



Прием  
ник

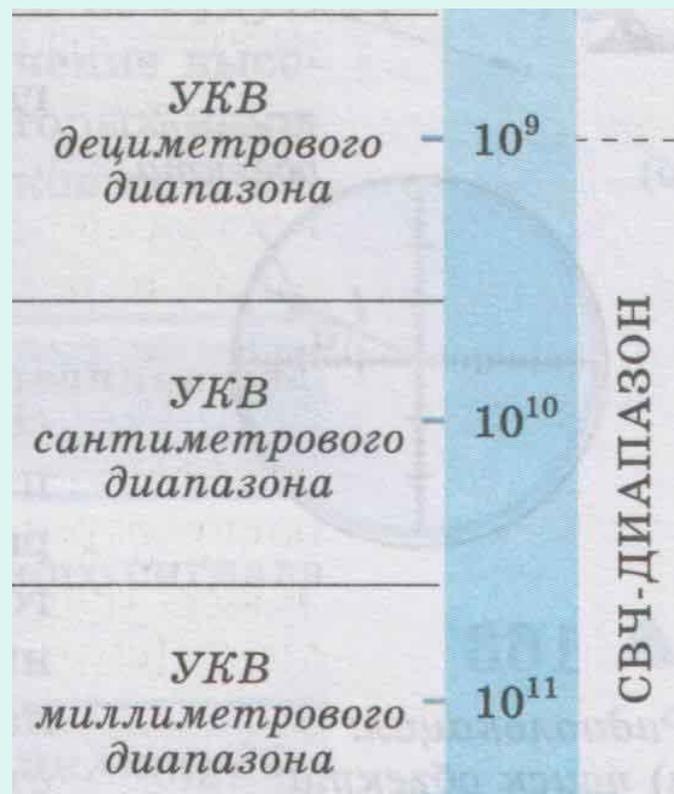


# Сверхвысокочастотное (СВЧ) излучение (микроволновое излучение)

$$\nu = 2 \cdot 10^9 - 3 \cdot 10^{11} \text{ Гц.}$$

$$\lambda = 1 \text{ мм} - 0,3 \text{ м.}$$

**Источник** – изменение  
направления спина  
валентного электрона  
атома или скорости  
вращения молекул  
вещества.





Дело было в США в далеком 1945 году. Инженер компании Raytheon, специализировавшейся на производстве военной техники, Перси Спенсер (Percy Lebaron Spencer, 1894–1970) испытывал сконструированный им излучатель сверхвысокочастотных волн, предназначенный для радара ПВО. Опустив руку в карман, он с изумлением обнаружил вместо шоколадного батончика некую пастообразную массу. Вышло, что волны разогрели батончик. Кукурузные зерна, расположенные исследователем перед излучающей антенной, мгновенно превратились в попкорн. А яйцо, подвергнутое облучению мощностью 10 кВт, так и вовсе взорвалось. Правда, его содержимое не забрызгало Спенсера, поскольку он ловко спрятался за спины коллег, которых он пригласил на демонстрацию чудесных свойств микроволн. Меняющееся электромагнитное поле индуцирует внутри готовящейся еды вихревые токи, их называют ещё токами Фуко. А поскольку пища по большей части хотя и проводит ток, но обладает большим электрическим сопротивлением, то и токи Фуко внутри нее быстро превращаются в тепло.

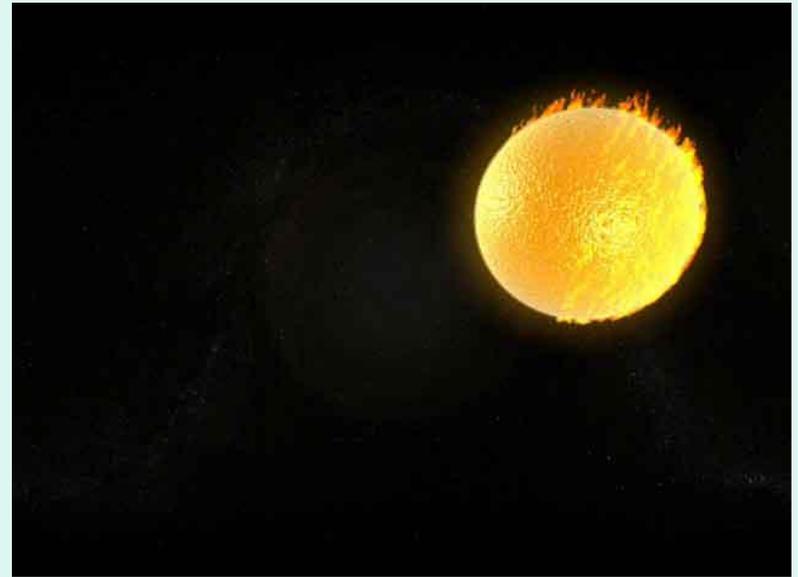
# Микроволновая печь



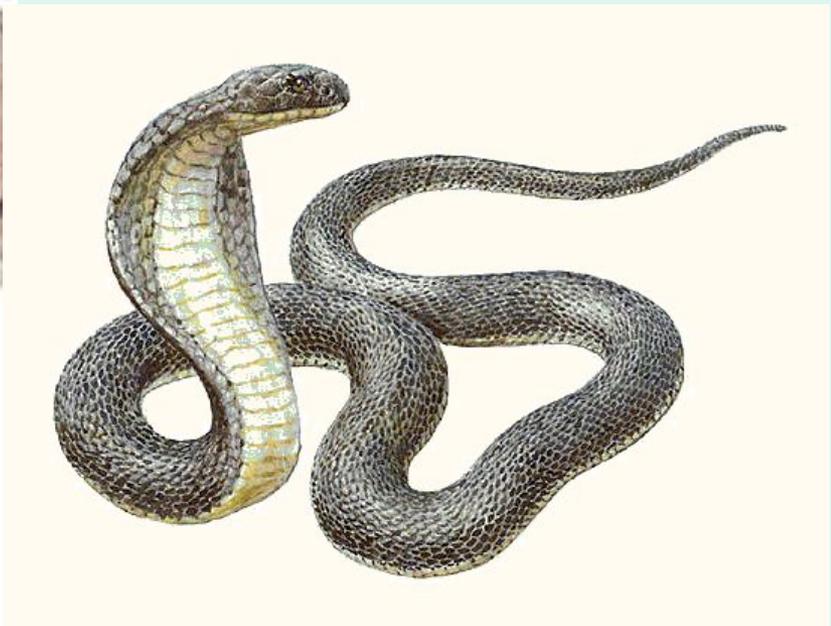
# Инфракрасное излучение

$$\nu = 3 \cdot 10^{11} \text{ Гц} - 3,85 \cdot 10^{14} \text{ Гц.}$$
$$\lambda_{\text{ИМ}} 780 \text{ мкм} - 1 \text{ мм.}$$

Инфракрасное излучение было открыто в 1800 г. английским астрономом Уильямом Гершелем. Источник – колебание и вращение молекул вещества.



*Солнце*

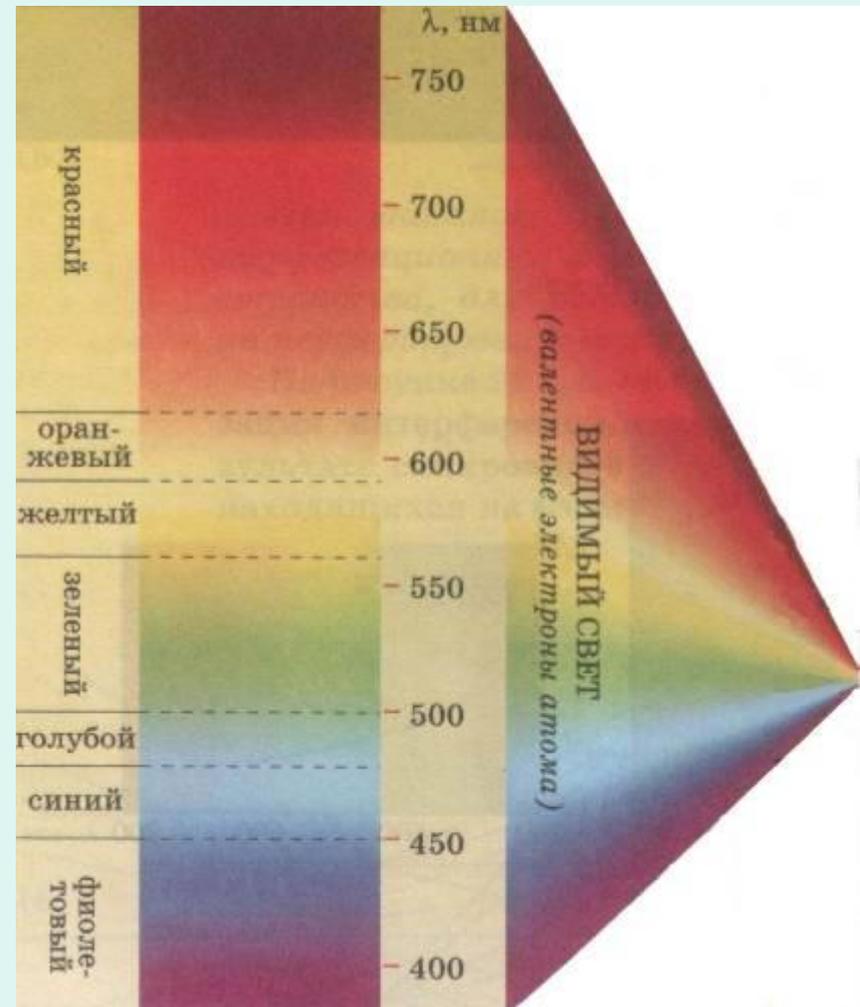


# Видимый свет

$$\nu = 3,85 \cdot 10^{14} \text{ Гц.}$$

$$\lambda = 380 - 780 \text{ нм.}$$

Источник оптического излучения (видимого света) являются валентные электроны, изменяющие свое положение в пространстве, также движущиеся с ускорением свободные электроны.



# *Ультрафиолетовое излучение*

$$\nu = 8 \cdot 10^{14} - 3 \cdot 10^{16} \text{ Гц.}$$

$$\lambda = 10 - 380 \text{ нм.}$$

**Открыто** в 1801 году **Иоганном Риттером**.

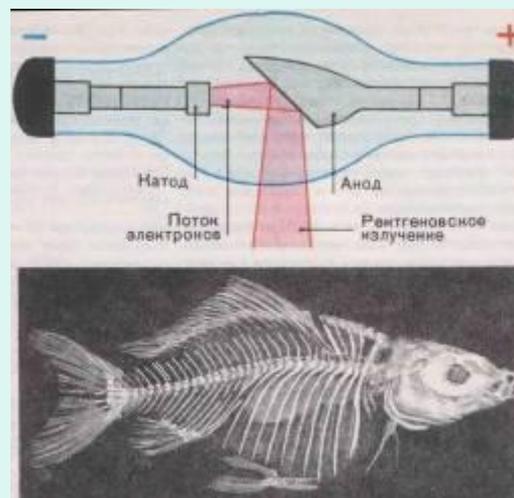
**Источник** – валентные электроны атомов и молекул, а также ускоренно движущиеся свободные заряды.

# Рентгеновское излучение

$$\nu = 3 \cdot 10^{16} - 3 \cdot 10^{20} \text{ Гц.}$$
$$\lambda = 10^{-12} - 10^{-8} \text{ м.}$$

Открыто в 1895 году  
В. Рентгеном.

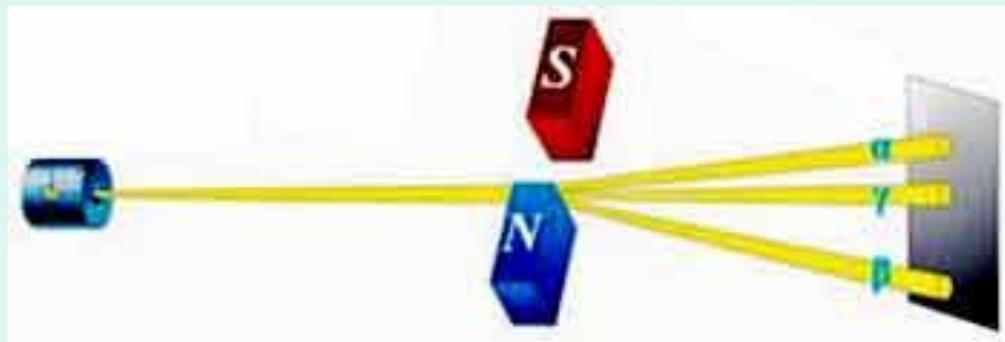
**Источник** - изменение  
состояния электронов  
внутренних оболочек  
атомов или молекул, а  
также ускоренно  
движущиеся свободные  
электроны.



*Гамма-излучением* называют электромагнитное излучение, испускаемое возбужденными ядрами и возникающее при взаимодействии элементарных частиц.

$$\nu > 8 \cdot 10^{20} \text{ Гц.}$$

$$\lambda < 10^{-12} \text{ м.}$$



**Открыто в 1903 году Полем Вилларом.**  
**Источник** – изменение энергетического состояния атомного ядра, а также ускоренное движение свободных заряженных частиц.

- **Организм человека** также является **источником** электрических и магнитных полей. Каждому органу присущи свои электромагнитные поля. В течение жизни поле человека постоянно **меняется**. Наиболее совершенный прибор для определения электромагнитных полей человека – энцефалограф. Он позволяет точно измерить поле в разных точках вокруг головы и по этим данным восстановить распределение электрической активности в коре мозга.
- С помощью энцефалографа врачи диагностируют многие заболевания



# «От А.Попова до наших дней»

**7 мая 1895г.** на заседании Русского физико-химического общества в Петербурге А.С. Попов продемонстрировал действие прибора, явившегося, по сути дела, первым в мире радиоприемником.

**День 7 мая стал днем рождения радио.**

Ныне он ежегодно отмечается в нашей стране.



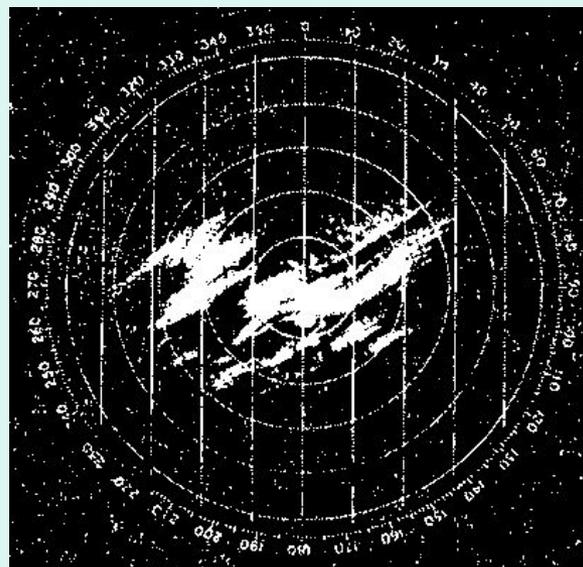
Александр Степанович выражал надежду, что «... прибор при дальнейшем усовершенствовании его (имелось в виду создание источника электрических колебаний достаточной энергии. может быть применен для передачи сигналов на расстояние».

**Очевидно, что здесь впервые говорится о создании первого технического средства для беспроводной связи.**



# «От А.Попова до наших дней»

Приёмник Попова не только оказался пригодным для радиосвязи, но и (с некоторыми дополнительными узлами) был впервые успешно применен им в том же 1895 для автоматической записи грозных разрядов, чем было положено начало радиометеорологии.



Очевидное огромное значение радиосвязи для военных флотов и для морского транспорта, а также гуманистическая роль радиосвязи (при спасании людей с кораблей, потерпевших крушение) стимулировали развитие её во всём мире.



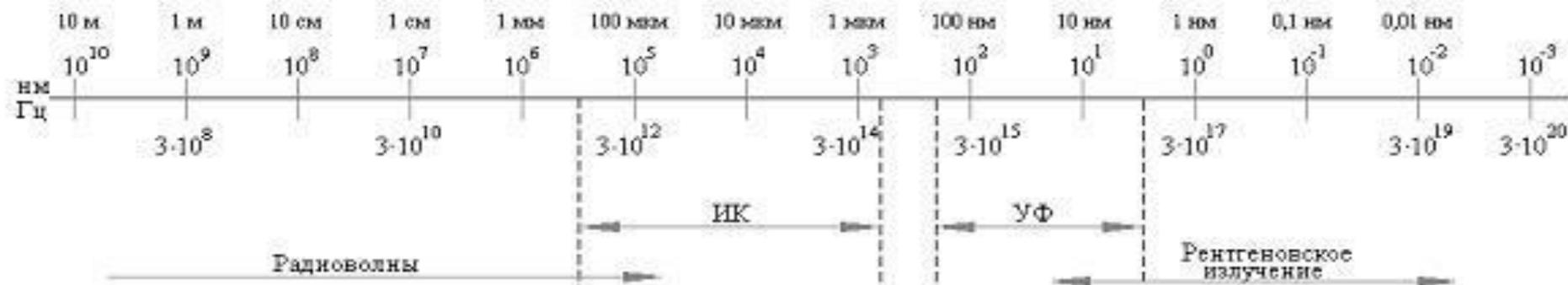
# «От А.Попова до наших дней»



Так, в 1899 году сотрудники А.С. Попова Петр Николаевич Рыбкин и Дмитрий Семенович Троицкий реализовали прием радиосигналов на головные телефоны, что фактически означало приход эры **беспроводного телеграфа.**



# «От А.Попова до наших дней»



До 1920 в радиосвязь применялись преимущественно волны длиной от сотен м до десятков км. В 1922 радиолюбителями было **открыто свойство декаметровых (коротких) волн** распространяться на любые расстояния благодаря преломлению в верхних слоях атмосферы и отражению от них. Вскоре такие волны стали основным средством осуществления дальней радиосвязи

В 30-е гг. **были освоены метровые**, а в 40-е - **дециметровые и сантиметровые волны**, распространяющиеся в основном прямолинейно, не огибая земной поверхности (т. е. в пределах прямой видимости), что ограничивает прямую связь на этих волнах расстоянием в 40-50 км. Поскольку ширина диапазонов частот, соответствующих этим длинам волн, - от 30 МГц до 30 ГГц - в 1000 раз превышает ширину всех диапазонов частот ниже 30 МГц (волны длиннее 10 м), то они позволяют передавать огромные потоки информации, осуществляя многоканальную связь.



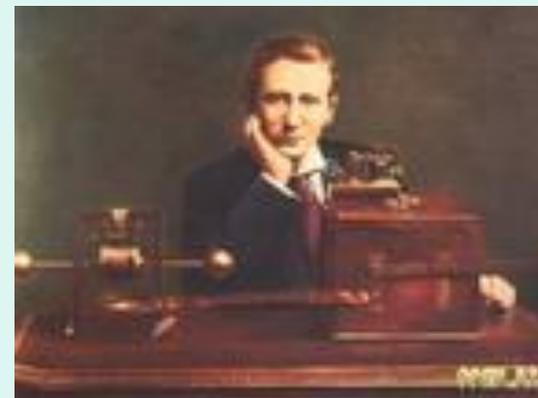
# «От А.Попова до наших дней»



В 1900 году американец канадского происхождения Реджинальд Обри Фессенден (Reginald Aubrey Fessenden) проводит первый эксперимент по радиосвязи телефоном (*14 февраля 1876 г. Александр Грэхем Белл (1847-1922), профессор физиологии органов речи Бостонского университета, запатентовал в США свое изобретение - телефон.*)

В 1906 году Фессенден впервые успешно передает радиовещательную программу в эфир: музыку и рекламные объявления.

Тем временем в декабре 1901 года Гульельмо Маркони проводит первый эксперимент по передаче радиосигнала через Атлантический океан, при этом покрывается расстояние в 3360 км. Это было настоящей революцией, которую приветствовала пресса и экспериментаторы. После этого началось широкое внедрение радиосвязи для военных и коммерческих целей.





# «От А.Попова до наших дней»

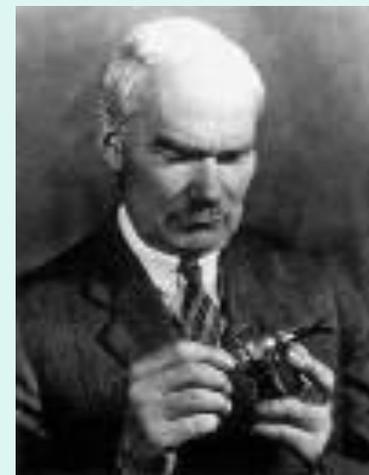
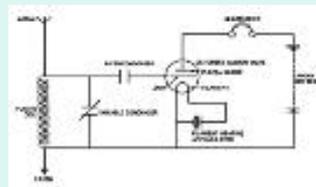


В том же 1902 году американский изобретатель Горас Мартин (Horace Martin) изобрел полуавтоматический **телеграфный ключ – прообраз будущих электронных телеграфных ключей**, которые широко применяли и продолжают применять вместо простого механического телеграфного ключа многие радиолюбители и профессиональные радиооператоры.



# «От А.Попова до наших дней»

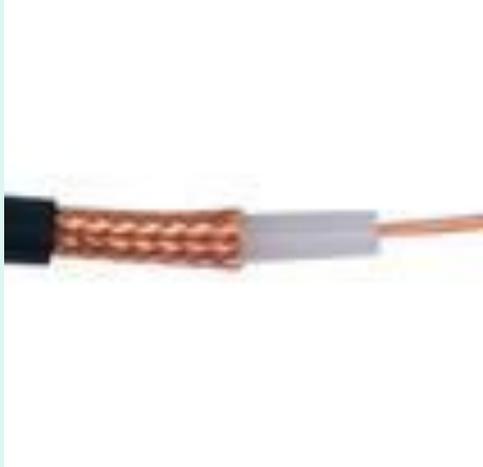
В 1904 году англичанин Джон Амброс Флеминг (John Ambrose Fleming) разработал первый **вакуумный диод** (лампа Флеминга) и применил его в качестве детектора в радиоприемниках.



В 1906 году американец Ли де Форест (Lee de Forest) ввел в лампу Флеминга третий элемент (сетку) и тем самым изобрел первый **вакуумный триод** (аудион Фореста)



# «От А.Попова до наших дней»



В 1931 году **изобретается коаксиальный кабель**. Он был разработан для зарождающегося в то время телевидения, но вскоре стал активно применяться и в других отраслях связи.



В 1932 году французский радиолюбитель Марсель Уоллас (Marcel Wallace), F3NM, изобрел **панорамный индикатор – Панадаптор**. Это первый анализатор спектра, изображающий визуально сигналы в выбранной части радиоспектра, делающий радиочастотные сигналы видимыми и способными идентифицироваться.



# «От А.Попова до наших дней»

В 1937 году американский радиоловитель Гроут Ребер (Grote Reber), W9GFZ, увлекшись радиоастрономией, построил 10-метровую параболическую зеркальную антенну, настроенную на частоту 160 МГц, для прослушивания излучения небесных тел. Ребер обнаружил радиоизлучения Солнца, штормы на Юпитере, излучение Млечного Пути и несколько сильных небесных радиоисточников, среди них созвездий Лебедь-А и Кассиопея-А.

В этом же 1947 году американские физики Уильям Шокли (William Shockley), Джон Бардин (John Bardeen) и Уолтер Брайттен (Walter Brattain) изобретают транзистор, который вскоре вытеснит многие электровакуумные приборы в радиотехнических и электронных изделиях,

Начиная с 1950 года изобретенный недавно точечный транзистор начинает использоваться в промышленной аппаратуре, а в 1951 году изобретается плоскостной транзистор.



# «От А.Попова до наших дней»



В 1957 году американским радиолобителем Копторном Макдональдом (Cophorn Macdonald), WA2BCW, была определена концепция телевидения с медленной разверткой (Slow-Scan Television, SSTV).

В 1958 году Макдональд разработал также первую видеокамеру, видикон Westinghouse 7290.



# «От А.Попова до наших дней»

В 1958 году Джек Килби (Jack Kilby) из компании Texas Instruments создал первую **монолитную интегральную микросхему**. Микросхемы в будущем найдут широкое применение, как в коммерческой, так и в радиоловительской аппаратуре



Начиная с 60-х годов, идет непрерывный процесс совершенствования конструкций и технологии производства радиоаппаратуры в направлении дальнейшей миниатюризации, характеризуемый в терминологии как микроэлектроника. В конечном счете, стало возможным разместить на кристалле с поверхностью в несколько квадратных миллиметров сотни и тысячи микроскопических транзисторов со всеми необходимыми соединениями между ними.



# «От А.Попова до наших дней»



В 60-е и последующие годы в комплексные релейные сети были  
введены радиолинии  
**спутниковой связи.**



# «От А.Попова до наших дней»

Итогом столетнего развития радиосвязи и характерным индикатором тенденций этой области на рубеже нового тысячелетия стали :

## сотовый радиотелефон

*Сам сотовый телефон назывался Дупа-Тас.*

*Это была трубка весом около 1,15 кг и размерами 22.5x12.5x3.75 см.*

*На передней панели было расположено 12 клавиш, из них 10 цифровых и две для отправки вызова и прекращения разговора.*

*"Между прочим если Вы не знали, самый первый сотовый телефон был изобретён и выпущен компанией Motorola, именно благодаря компании Motorola и её, в то время, инженеру Мартину Куперу*

*Пейджер (приемник персональной радиосвязи )*





# «От А.Попова до наших дней»

**Линии радиосвязи  
используются для передачи  
телефонных сообщений,  
телеграмм, потоков цифровой  
информации и факсимиле, а  
также и для передачи  
телевизионных программ.**

***И это ещё не предел!***



# «От А.Попова до наших дней»

- *Специалисты прогнозируют в ближайшем будущем еще более бурное развитие беспроводных сетей передачи данных (БСПД).*
- *В ближайшем будущем ООО "ВЗ "Электроприбор-1" завершает один из своих важнейших проектов – создание комплекса технических средств железнодорожной радиосвязи цифрового стандарта – стационарные, возимые и носимые цифровые радиостанции.*
- *В будущем ближняя радиосвязь полностью вытеснит все соединительные провода, оставив разве что сетевые кабели питания.*
- *Сегодня Bluetooth-устройства производятся многими компаниями, число которых растет с каждым днем. Кроме беспроводных гарнитур и мобильных телефонов, модулями Bluetooth оснащаются карманные компьютеры, USB-адаптеры, принтеры, компьютерные мыши, клавиатуры, джойстики, а также многочисленная периферия для мобильных телефонов: автомобильные системы связи, ручки для распознавания и записи рукописных символов, аксессуары, совмещающие в себе декоративные и мультимедийные функции.*



# «От А.Попова до наших дней»

•Сегодня наряду с привычной сотовой связью существуют так называемые системы профессиональной мобильной радиосвязи (ПМР) (*Professional Mobile Radio — PMR*), или транкинговой подвижной радиосвязи. Они занимают свой сектор рынка оборудования мобильной связи для корпоративных пользователей, различных ведомств и социальных служб, выполняя функции, необходимые именно этим пользователям.

•Транкинговая подвижная радиосвязь (от англ. *trunking* — предоставление свободных каналов, *trunk* — магистральная линия связи) — система двусторонней подвижной радиосвязи, которая использует диапазон ультракоротких волн. На практике система ПМР устроена аналогично сотовой: пользовательские терминалы и базовые станции (БС), оборудование для увеличения дальности связи — ретрансляторы и контроллер, который управляет работой станции, обрабатывает каналы ретрансляторов (коммутирует их) и обеспечивает выход на городскую телефонную сеть. Сети транкинга могут быть однозоновыми (содержать одну БС) или многозоновыми (несколько БС). Существуют аналоговые и цифровые системы транкинговой связи.

# Спектр электромагнитных волн

## Тест

**1. В каких случаях происходит излучение электромагнитных волн?**

- 1. Электрон движется равномерно и прямолинейно.**
- 2. Электрон движется равноускоренно и прямолинейно.**
- 3. Электрон движется равномерно по окружности.**

**Ответы:** А. только 1    Б. только 2    В. только 3  
          Г. 1, 2, 3        Д. 2 и 3

**2. Возникает ли электромагнитное излучение при торможении электронов?**

**Ответы:** А. нет            Б. да

**3. Какие из перечисленных ниже излучений обладают способностью к дифракции на краю препятствия?**

**Ответы:**

- |                                  |                                    |
|----------------------------------|------------------------------------|
| <b>А. Радиоволны</b>             | <b>Б. Видимое излучение</b>        |
| <b>В. Рентгеновское</b>          | <b>Г. Все кроме рентгеновского</b> |
| <b>Д. Все выше перечисленные</b> | <b>излучения</b>                   |

**4. Какие свойства будут обнаруживать электромагнитные волны следующих диапазонов, падая на тело человека?**

- 1. Радиоволны**
- 2. Рентгеновского диапазона**
- 3. Инфракрасного диапазона**
- 4. Ультрафиолетового диапазона.**

**Ответы: А. Вызывают покраснение кожи. Б. Нагревают ткани.  
В. Почти полностью отражаются Г. Проходят через мягкие ткани**

**5. Какой вид электромагнитных волн имеет наименьшую частоту?**

**Ответы: А. Рентгеновское Б. Ультрафиолетовое  
В. Видимый свет Г. Инфракрасные Д. Радиоволны**

# Формула скорости электромагнитной волны

$$c = \lambda \cdot \nu$$

$\lambda$  [м] — длина электромагнитной волны.

$\nu$  [Гц] — частота электромагнитной волны.

$c = 30 \cdot 10^8$  м/с — скорость электромагнитной волны в вакууме.

*Решите задачу  
на применение соотношения  
волнового движения*

- В 1897 г. русский физик П.Н. Лебедев получил электромагнитное излучение с длиной волны 6 мм. Вычислить частоту и период такой волны.