

# Электромагнитные волны

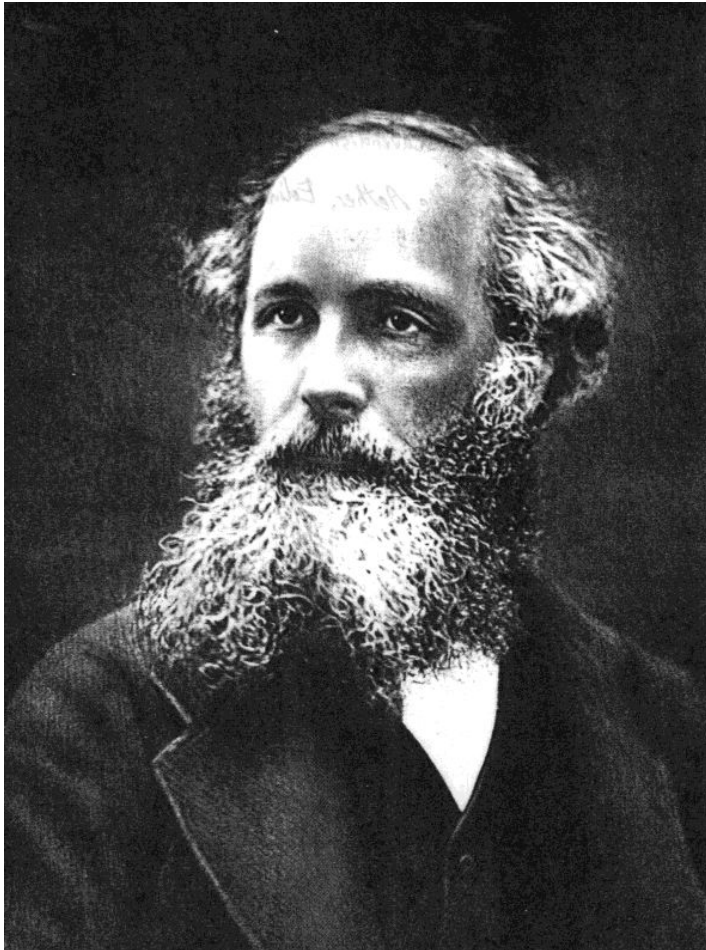
Презентацию создали

Шкурат Илья ,Алкиев Ружди,  
Федотовский Александр

Гр.С-2

2011 год

# Гипотеза Максвелла



- Джеймс Клерк Максвелл создал теорию электромагнитного поля в 1864 году.
- Опираясь на эту теорию он предсказал существование электромагнитных волн.
- Максвелл ввел в теорию ток смещения  $I \sim \Delta E / \Delta t$ .
- Под током смещения следует понимать изменяющееся электрическое поле.
- Переменное электрическое поле порождает магнитное поле, а переменное магнитное поле порождает электрическое поле. Эти поля образуют единое электромагнитное поле

# Открытие электромагнитных волн

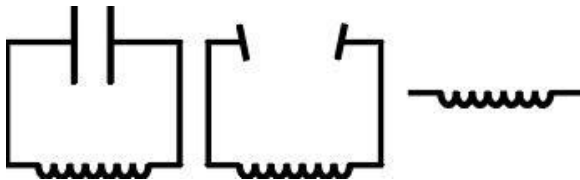


Генрих Герц

В 1879 году Генриху Герцу предложили решить задачу по **экспериментальному** обнаружению **токов смещения**. Сделав приблизительные расчеты, Герц понял, что в лаборатории нет оборудования для получения колебаний высокой частоты.

Свои опыты Герц начал **25 октября 1886 года**. Установка состояла из **вибратора Герца** (источника волн) и **резонатора Герца** (приемника волн). Наблюдая в темноте за резонатором, Герц обнаружил, что на **каждую искру вибратора резонатор откликается своей маленькой искоркой**.

Меняя расположение резонатора и вибратора, совершенствуя их конструкцию, применяя цинковые экраны в несколько квадратных метров и асфальтовую призму высотой 1,5 м к **1889 г** Герц сумел убедительно доказать существование электромагнитных волн и установить их основные свойства.



# Возникновение электромагнитной ВОЛНЫ

- Переменное магнитное поле порождает вихревое электрическое поле. Переменное электрическое поле порождает вихревое магнитное поле

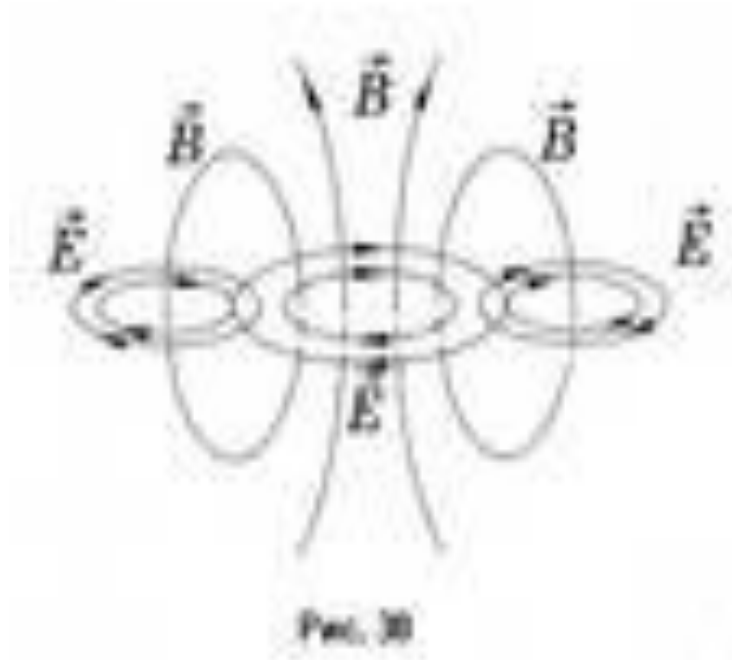
Возникает система взаимно перпендикулярных изменяющихся электрических и магнитных полей, захватывающих все большие и большие области пространства.

Электромагнитными волнами называют распространяющиеся в пространстве возмущения электромагнитного поля.

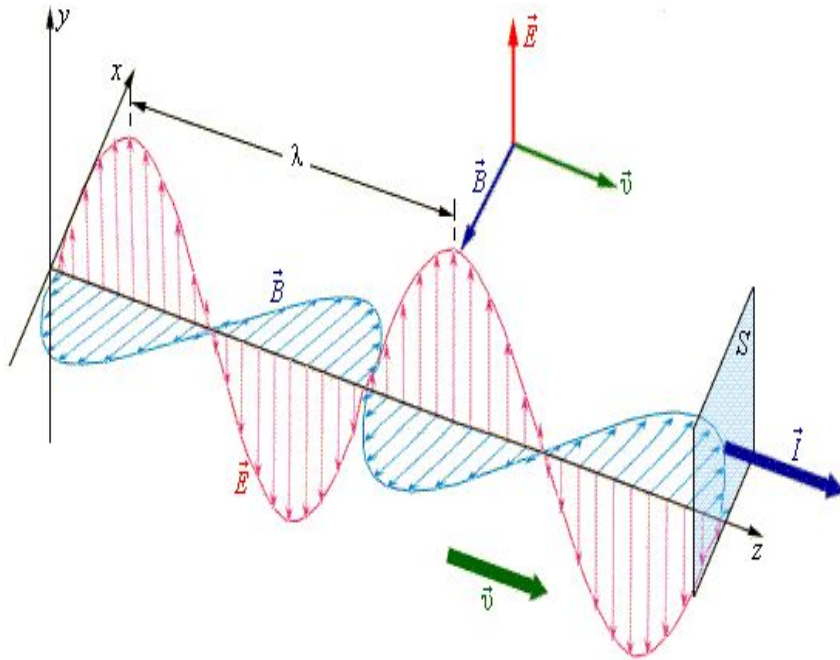
Уравнения электромагнитной волны:

$$\vec{E} = E_0 \vec{e}_y \cos(\omega t - kx), \quad \vec{B} = B_0 \vec{e}_z \cos(\omega t - kx).$$

$k^2 = \omega^2 \epsilon_0 \mu_0 \epsilon \mu$  и называется волновым числом,  $\omega$  — циклическая частота,  $\epsilon$  и  $\mu$  — диэлектрическая и магнитная проницаемость среды, в которой возникает электромагнитная волна.



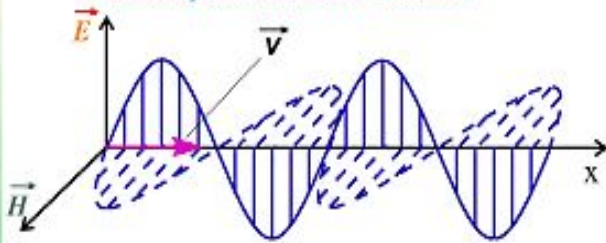
# Распространение электромагнитной волны



- $\vec{E} = \vec{E}_0 \text{Cos}(\omega t - k x), \vec{B} = \vec{B}_0 \text{Cos}(\omega t - k x)$ .
- Если  $(\omega t - k x) = \text{const}$ , то электромагнитное поле будет одинаковым для всех  $t$  и  $x$ , удовлетворяющих данному равенству.
- Для определенности  $(\omega t - k x) = 0$ ; Это означает, что значение электромагнитного поля  $(\vec{E}_0, \vec{B}_0)$ , которое было при  $t=0, x=0$ , через  $t>0$  окажется на расстоянии  $x = \omega t / k$  от начала координат.
- Эти волны называют гармоническими и плоскими.
- Скорость, с которой распространяется возмущение электромагнитного поля, называют **скоростью электромагнитной волны**.  $V = x/t = \omega/k; v = 1/\sqrt{\epsilon_0 \mu_0 \omega \mu}$
- Расстояние, на которое распространяется электромагнитная волна за время, равное периоду колебаний в ней, называют длиной волны.  $V = \lambda \cdot \nu$ .
- $\nu$ - частота волны;  $\lambda =$  длина волны.

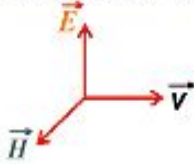
# Свойства электромагнитных волн

## Свойства электромагнитной волны



Электромагнитная волна

- $\vec{E} \perp \vec{H} \perp \vec{V}$
- $\vec{E}$ ,  $\vec{H}$  и  $\vec{V}$  - образуют правую тройку векторов



3.  $\epsilon\epsilon_0 E^2 = \mu\mu_0 H^2$ , откуда следует  $\omega_E = \omega_M$

4.  $\omega = \frac{\epsilon\epsilon_0 E^2}{2} + \frac{\mu\mu_0 H^2}{2}$

$\omega_E$ ,  $\omega_M$  и  $\omega$  - объемная плотность энергии электрического, магнитного и электромагнитного поля.

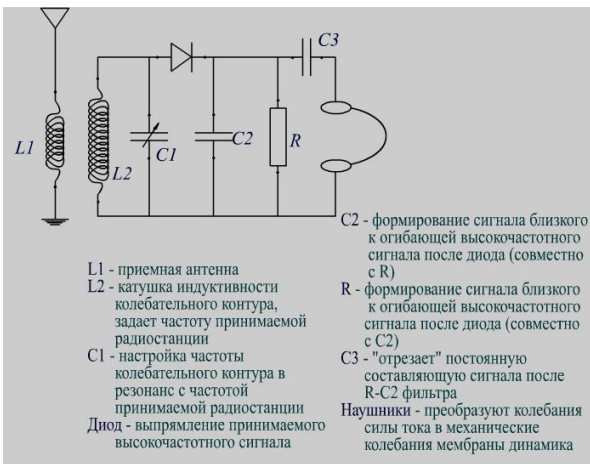
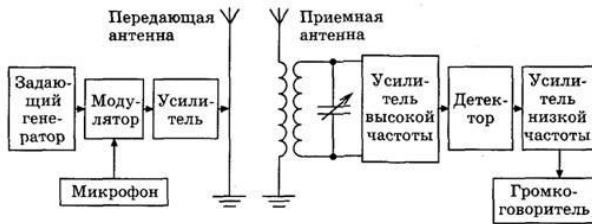
- Электромагнитные волны излучаются ускоренно движущимися зарядами.  $E \sim a$ .
- Электромагнитные волны распространяются во всех средах. В вакууме со скоростью  $v_{\text{вак}} = 1/\sqrt{\epsilon_0 \mu_0} = 3 \cdot 10^8$  м/с, где  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м;  $\epsilon_0 = 1/(4\pi k)$ , где  $k = 9 \cdot 10^9$  Н·м<sup>2</sup>/Кл<sup>2</sup>. Скорость распространения в диэлектрике  $v = v_{\text{вак}}/\sqrt{\epsilon\mu}$
- При переходе электромагнитной волны из одной среды в другую частота волны не изменяется.
- Электромагнитные волны могут поглощаться веществом.
- Попадая на границу раздела 2-х сред, часть электромагнитной волны отражается, а часть проходит во вторую среду, преломляясь. Если вторая среда металл, то большая часть энергии отражается в первую среду.



# Принцип радиосвязи

**Радиосвязью называют передачу и прием информации с помощью электромагнитных волн (радиоволн частотой от  $10^5$  Гц до  $10^9$  Гц)**

В пункте, из которого ведется передача сообщений, размещается радиопередатчик с передающей антенной, а в пункте, в котором ведется прием сообщений, - радиоприемник с приемной антенной.



Когда в передающей антенне создается переменный ток, он порождает в окружающем пространстве быстроменяющееся электромагнитное поле. Это поле, распространяясь в виде радиоволн, достигает приемной антенны и вызывает в ней вынужденные электрические колебания той же частоты, на которой работает передатчик.

# Амплитудная модуляция

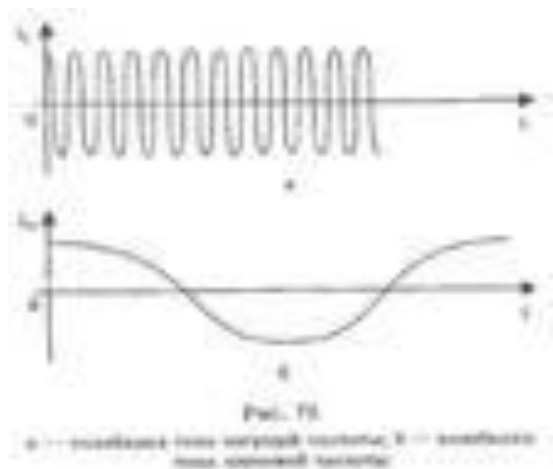
**Амплитудной модуляцией** называют изменение амплитуды высокочастотных колебаний с частотой, равной частоте звукового сигнала.

Излучаемые антенной передатчика амплитудно-модулированные волны переносят звуковую информацию к радиоприемнику.

$\Omega$  – низкочастотная составляющая сигнала;  $\omega$  – высокочастотная составляющая сигнала;

Амплитудно-модулированный сигнал можно рассматривать как сумму трех гармонических колебаний, происходящих с частотами  $(\omega - \Omega)$ ;  $\omega$ ;  $(\omega + \Omega)$ .

Для определения возможного числа независимо работающих передатчиков в диапазоне частот  $\Delta\omega$  можно применить следующее соотношение:  $N = \Delta\omega / (2\Omega)$ . Отсюда делаем вывод, что чем больше несущая частота  $\omega$ , тем большее число независимых и не мешающих друг другу радиостанций можно разместить в заданном диапазоне частот.





# Детектирование.

Детектирование (**демодуляция**) – процесс преобразования модулированных колебаний высокой частоты в низкочастотные колебания.

Радиоприемник достигают волны, приходящие от множества радиостанций. Чтобы выделить нужную частоту приемную антенну связывают с колебательным контуром, содержащим конденсатор переменной емкости.

Процесс демодуляции в приемнике осуществляется в два этапа: 1. сначала высокочастотные сигналы выпрямляются, превращаясь в пульсирующий ток; 2. затем эти пульсации сглаживаются. Мембрана телефона преобразует эти электрические колебания в слышимый звук.

В схему детекторного приемника не входит источник тока, так как этот приемник работает за счет энергии, переносимой электромагнитными волнами.



Рис. 19



Рис. 20

# Изобретатели радиоприемника



Первый радиоприемник («грозоотметчик»), реагирующий звонком на радиоволны, был продемонстрирован 7 мая 1895 г. русским ученым А.С. Поповым. В этом же году им был создан первый радиоприемник. 24 марта 1896 г. Попов продемонстрировал первую в мире радиопередачу и прием телеграфного текста.

Летом 1896 г. аналогичное устройство создал итальянец Маркони. На свое изобретение он получил английский патент. В 1901 г. Маркони осуществил радиосвязь через Атлантический океан.

За развитие радиотехники и распространение радио как средства связи Маркони был награжден Нобелевской премией.

