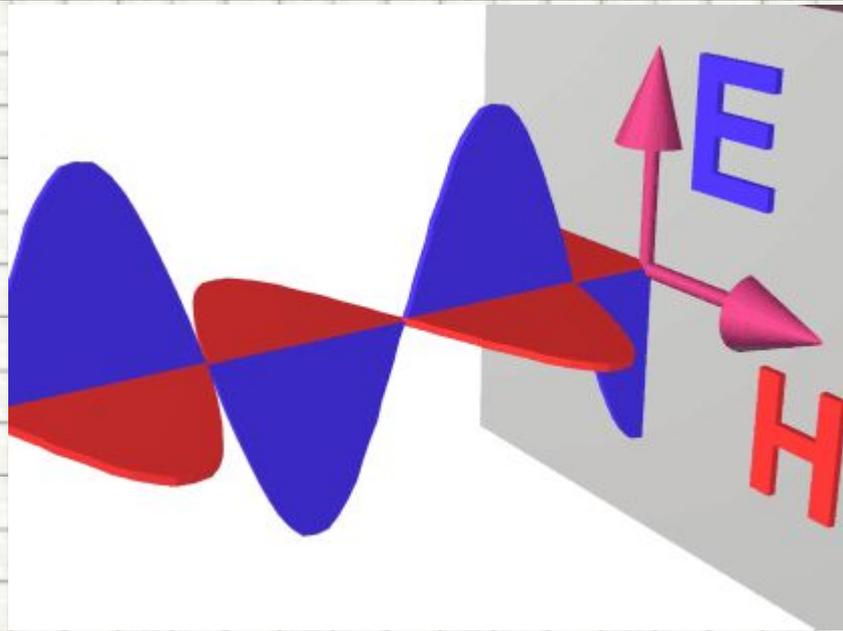


ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ



Цель:

- повторение основных понятий, графиков и формул, связанных с электромагнитными колебаниями и волнами в соответствии с кодификатором ГИА и планом демонстрационного варианта экзаменационной работы

Переменный ток

- Если плоская рамка площади S равномерно вращается с частотой f оборотов в секунду в однородном магнитном поле с индукцией B то магнитный поток Φ , пронизывающий рамку периодически изменяется во времени
 - $\Phi(t) = B \cdot S \cos(2\pi ft)$.
- В соответствии с законом электромагнитной индукции Фарадея на концах рамки появится переменное напряжение.

Получение переменного индукционного тока

- «Получение переменного индукционного
тока»

Переменный ток

- **Периодические** или почти периодические **изменения заряда, силы тока и напряжения** называются **электромагнитными колебаниями**.
 - Обычно эти колебания происходят с очень большой частотой, значительно превышающей частоту механических колебаний:
- Для их наблюдения и исследования самым подходящим прибором является **электронный осциллограф**

- $\nu = 50 \text{ Гц}$

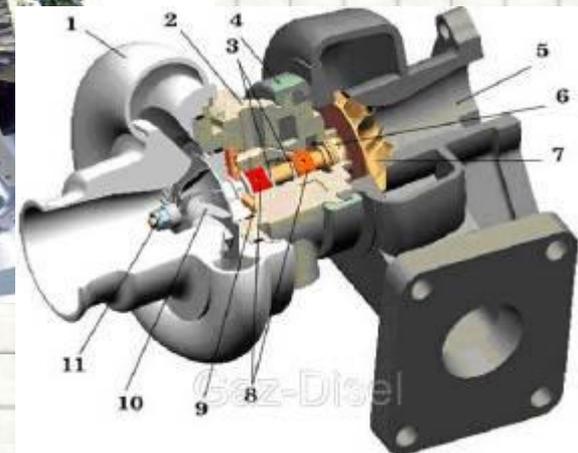
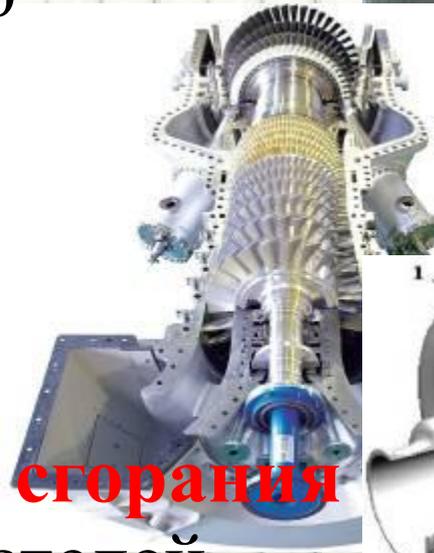


Генератор переменного тока

- **«Генератор переменного тока»**

Преобразования энергии в электрогенераторах

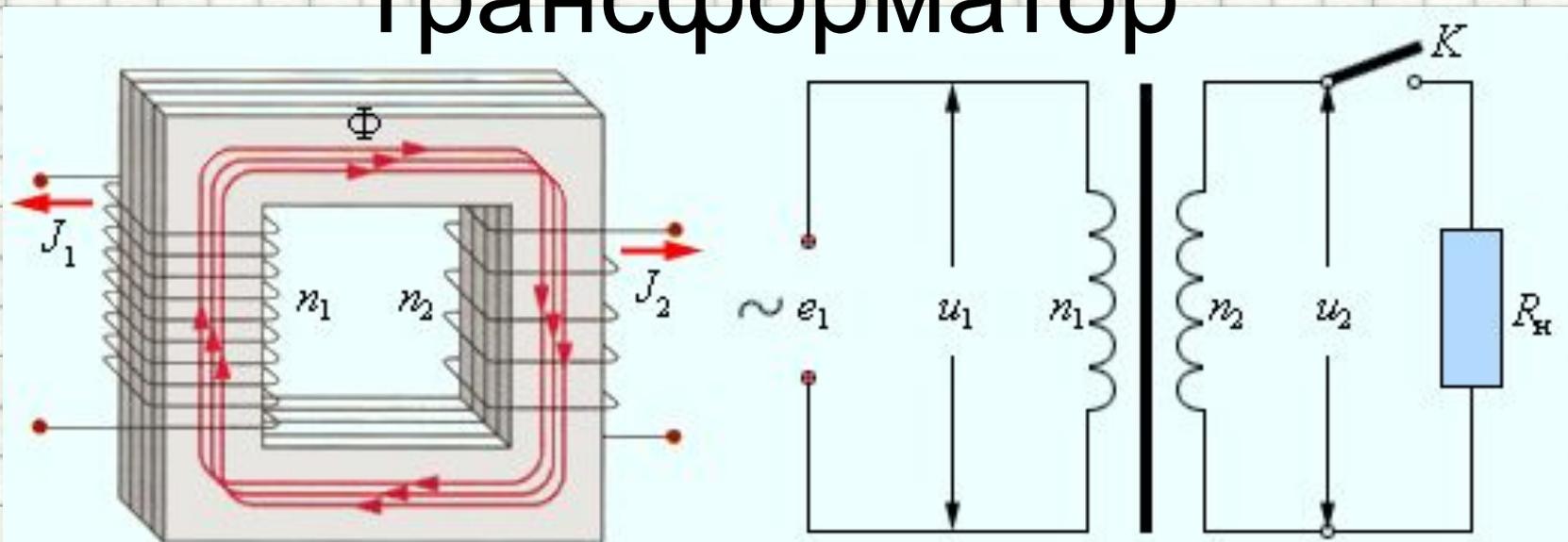
- В электрогенераторах осуществляется **преобразование механической энергии в электрическую.**
- Генераторы приводятся во вращение с помощью
 - **паровых,**
 - **гидравлических,**
 - **газовых турбин,**
 - **двигателей внутреннего сгорания** и других первичных двигателей.



Трансформатор

«Трансформатор»

Трансформатор



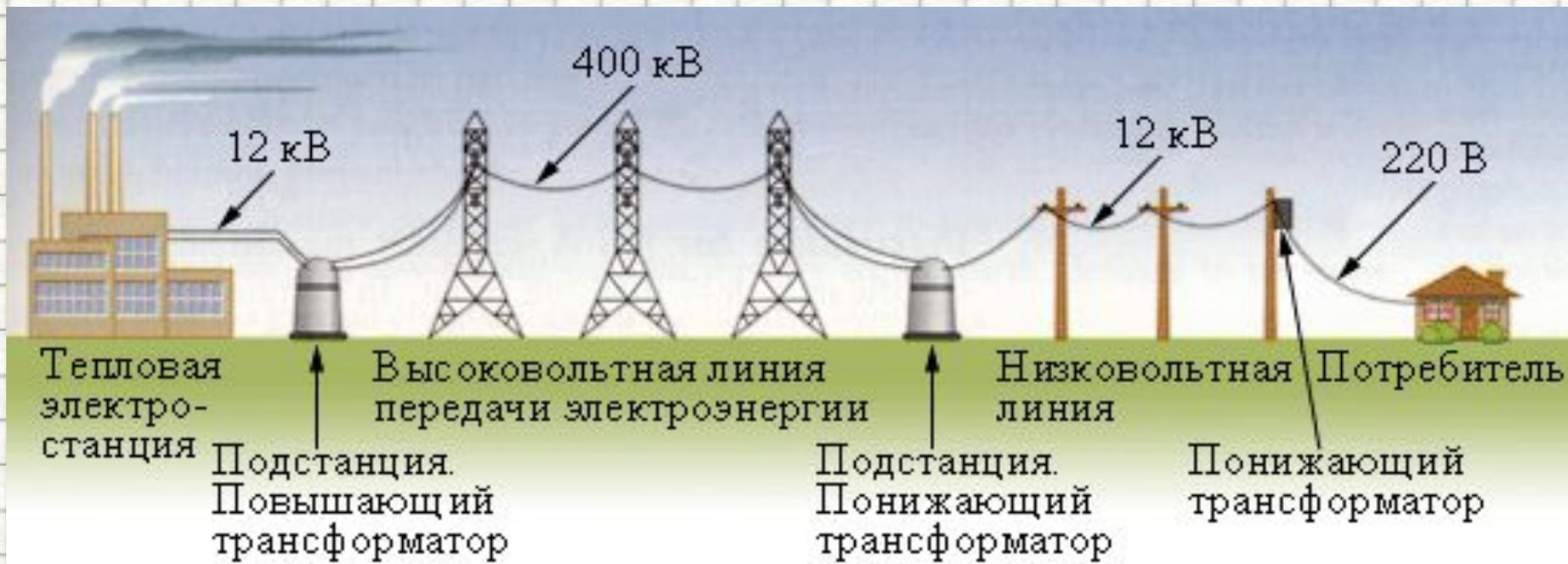
- Для амплитудных значений напряжений на обмотках можно записать:

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{n_2}{n_1} = K.$$

- Коэффициент $K = n_2 / n_1$ есть **коэффициент трансформации**.
- При $K > 1$ трансформатор называется **повышающим**,
- при $K < 1$ – **понижающим**.

Применение трансформаторов

- Мощные трехфазные трансформаторы используются в **линиях передач электроэнергии на большие расстояния.**
- Для уменьшения потерь на нагревание проводов **необходимо уменьшить силу тока** в линии передачи, и, следовательно, **увеличить напряжение.**
- Линии электропередачи строятся **в расчете на напряжение 400–500 кВ,**
- в линиях используется **трехфазный ток частотой 50 Гц.**



Передача электрической энергии на расстояние

- **«Передача электрической энергии на
расстояние»**

Электромагнитное поле

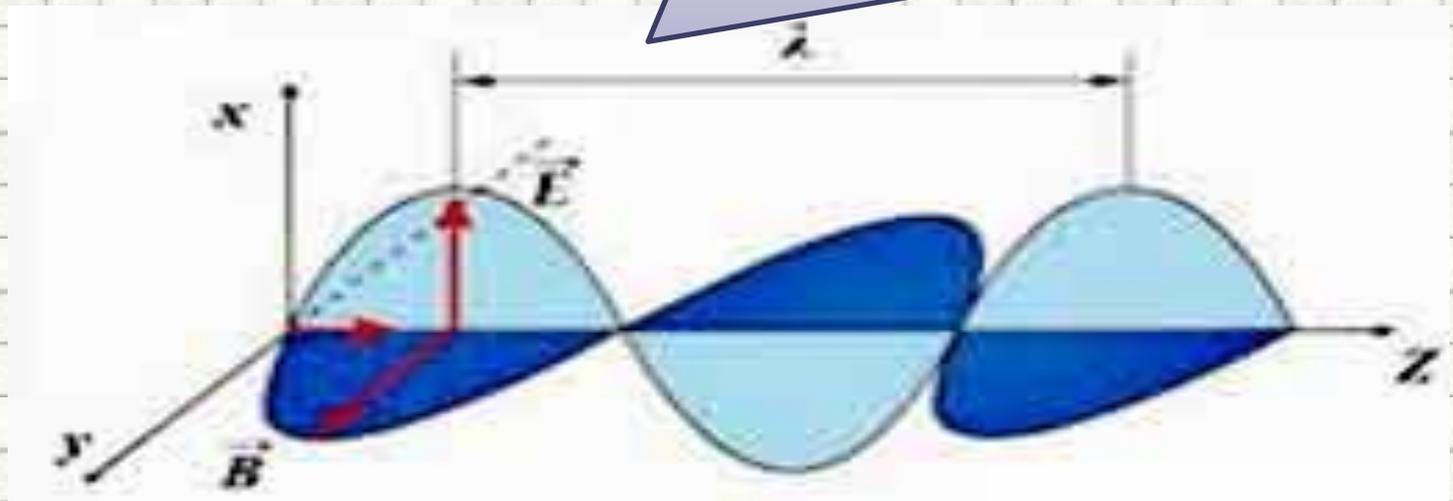
- **ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ** - это порождающие друг друга **переменные электрические и магнитные поля**.
- Теория электромагнитного поля создана **Джеймсом Максвеллом** в 1865 г.
- Если **электрические заряды движутся с ускорением**, то создаваемое ими **электрическое поле периодически меняется** и само **создает** в пространстве **переменное магнитное поле** и т.д.



**Джеймс Клерк
Максвелл**
(**13 июня 1831**,
Эдинбург, Шотландия —
5 ноября 1879,
Кембридж, Англия) —
британский
физик, математик
и механик.

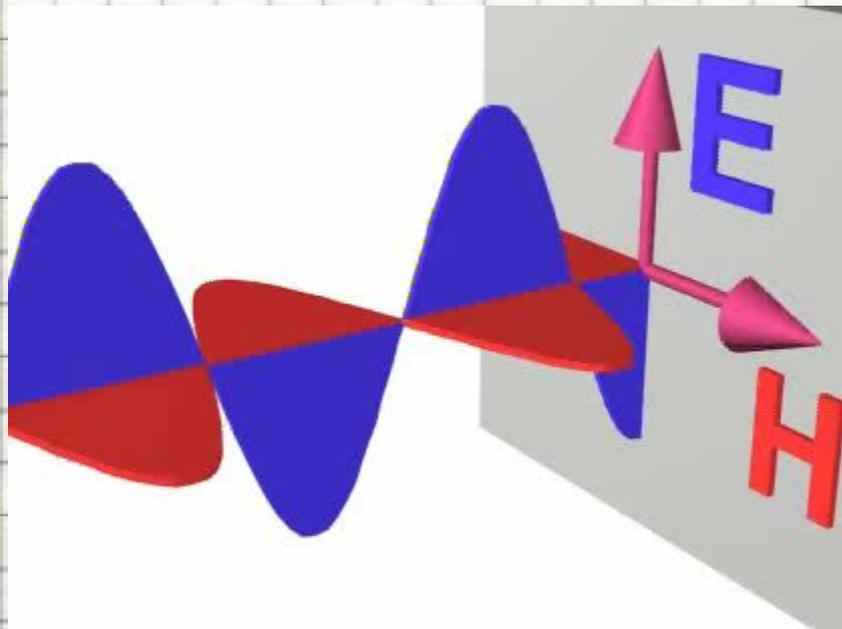
Электромагнитное поле

- **Колебания электрических зарядов**
- сопровождаются электромагнитным
- излучением, имеющим **частоту, равную частоте колебаний зарядов.**



Электромагнитные волны

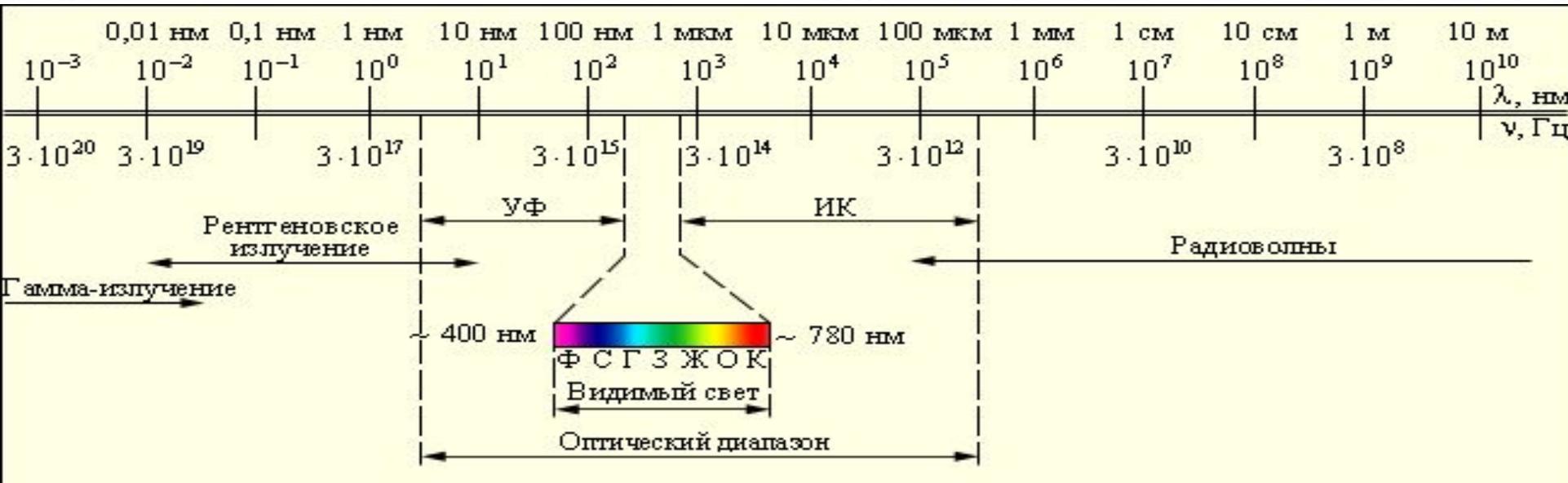
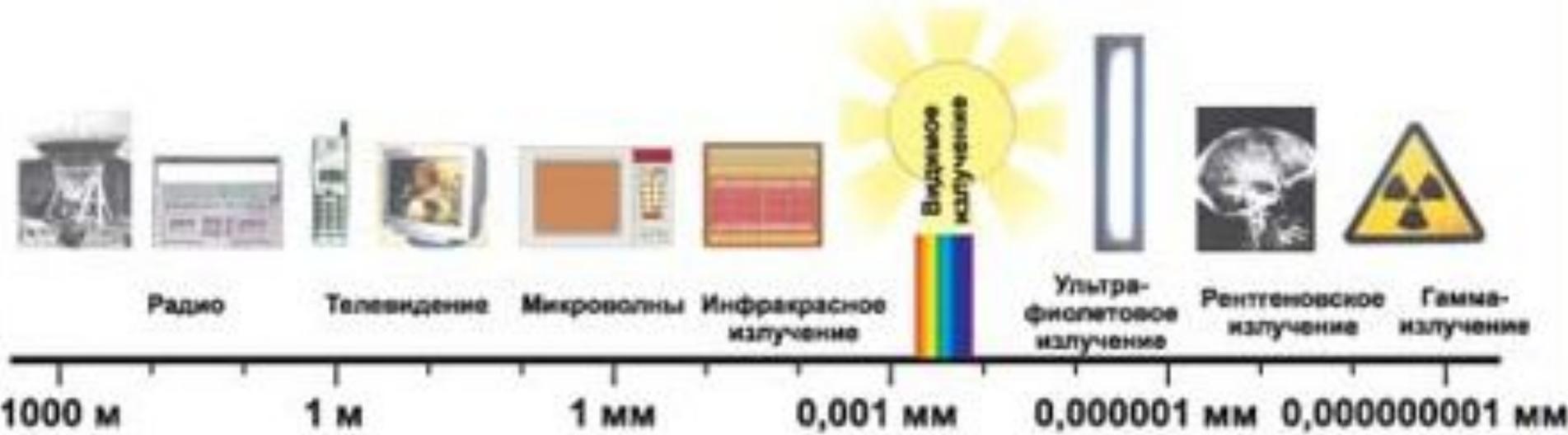
- **Электромагнитные волны** – это распространяющиеся в пространстве электромагнитные колебания.
- Они **поперечны**, то есть векторы и перпендикулярны и друг другу, и направлению распространения волны.



Скорость распространения электромагнитных волн

- **Скорость** распространения электромагнитных волн в вакууме c (скорость света) – это мировая константа:
 - $c = 2,9979 \cdot 10^8$ м/с.
- **Длина волны** в вакууме и ее частота связаны формулой:
 - $\lambda = c/\nu$

Различные виды электромагнитных излучений и их применение



Влияние электромагнитных излучений на живые организмы.

Радиоволны получаются с помощью колебательных контуров и макроскопических вибраторов.



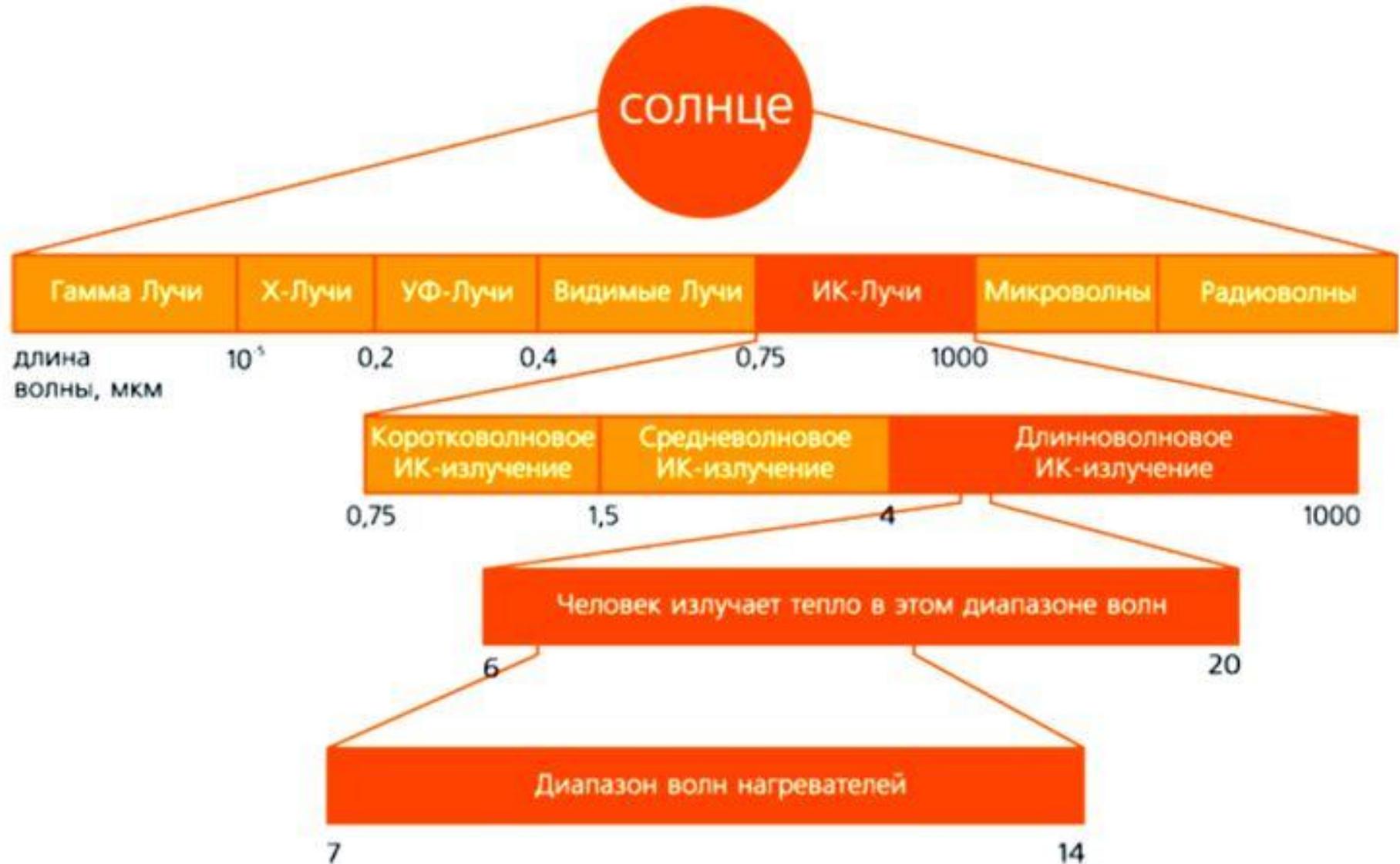
Свойства:

радиоволны различных частот и с различными длинами волн по-разному поглощаются и отражаются средами.

проявляют свойства дифракции и интерференции.

Применение: радиосвязь, телевидение, радиолокация.

Влияние электромагнитных излучений на живые организмы

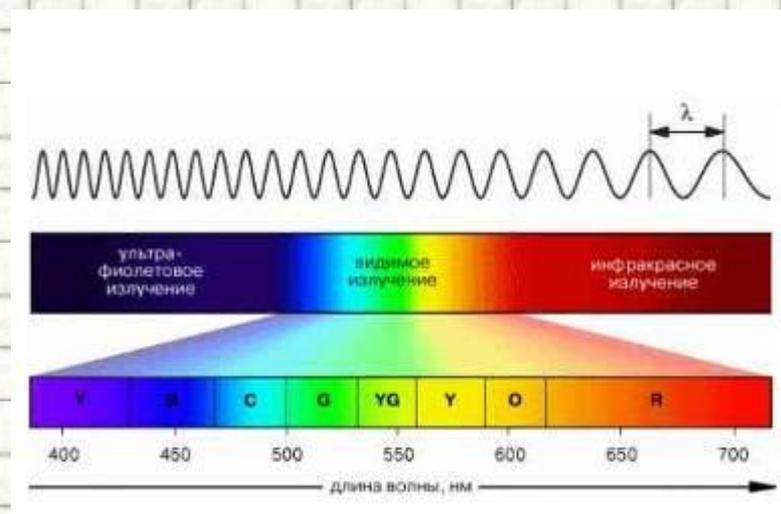


Видимое излучение

Часть электромагнитного излучения, воспринимаемая глазом.

Свойства:

- отражение,
- преломление,
- воздействует на глаз,
- способно к явлению дисперсии,
- интерференции,
- дифракции.



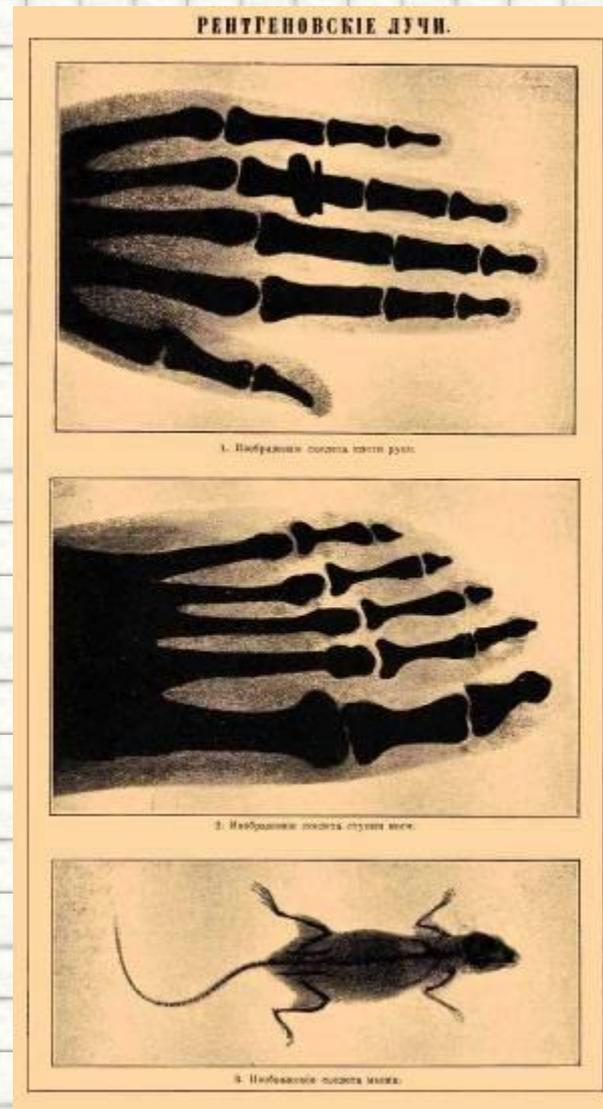
Ультрафиолетовое излучение

- **Источники:** газоразрядные лампы с кварцевыми трубками.
- Излучается всеми **твердыми** телами, у которых
 - $t_0 > 1000 \text{ }^\circ\text{C}$,
- а также **светящимися парами ртути.**
- **Свойства:**
 - Высокая химическая активность,
 - невидимо,
 - большая проникающая способность,
 - убивает микроорганизмы,
 - в небольших дозах благоприятно влияет на организм человека (загар),
 - но в больших дозах оказывает отрицательное воздействие,
 - изменяет развитие клеток,
 - обмен веществ.
- **Применение:** в медицине, в промышленности.



Рентгеновские лучи

- Излучаются при больших ускорениях электронов.
- Свойства: интерференция, дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решетке, большая проникающая способность. Облучение в больших дозах вызывает лучевую болезнь.
- Применение: в медицине с целью диагностики заболеваний внутренних органов; в промышленности для контроля внутренней структуры различных изделий.



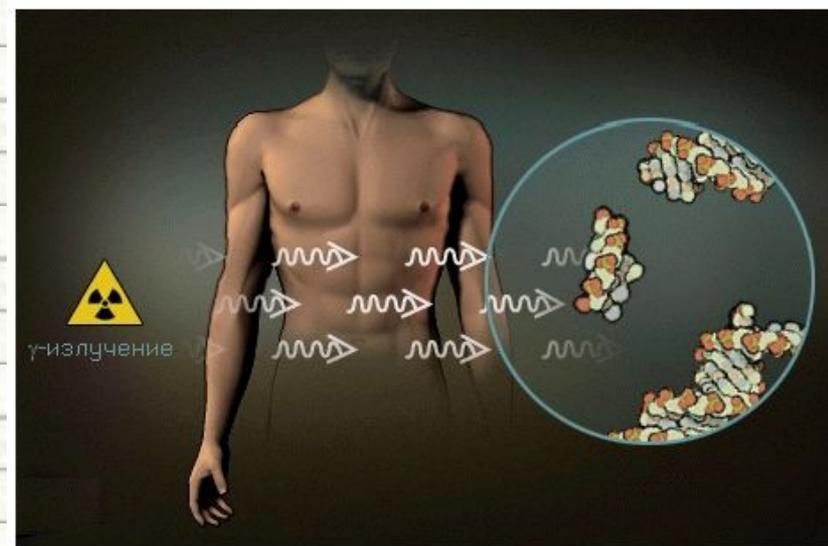
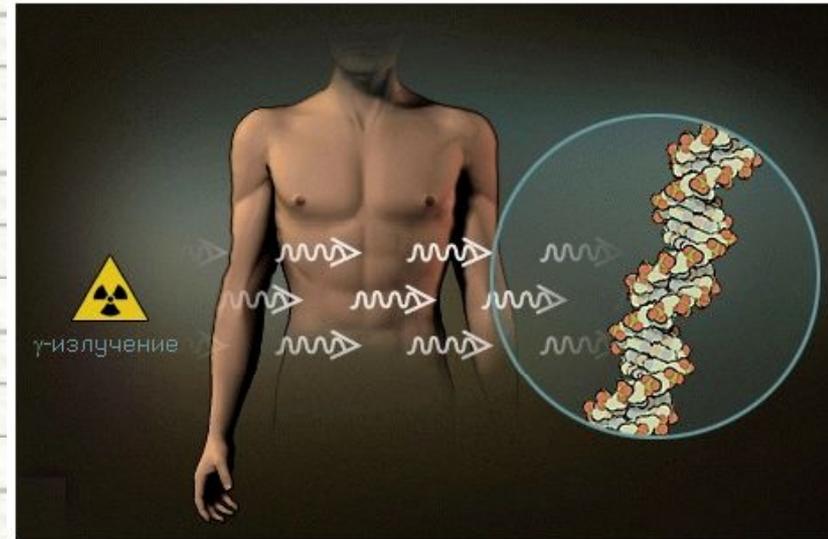
Источники: атомное ядро
(ядерные реакции).

Свойства:

- Имеет **огромную проникающую способность,**
- оказывает **сильное биологическое воздействие.**

Применение: в медицине,
производстве (γ -
дефектоскопия).

γ -излучение



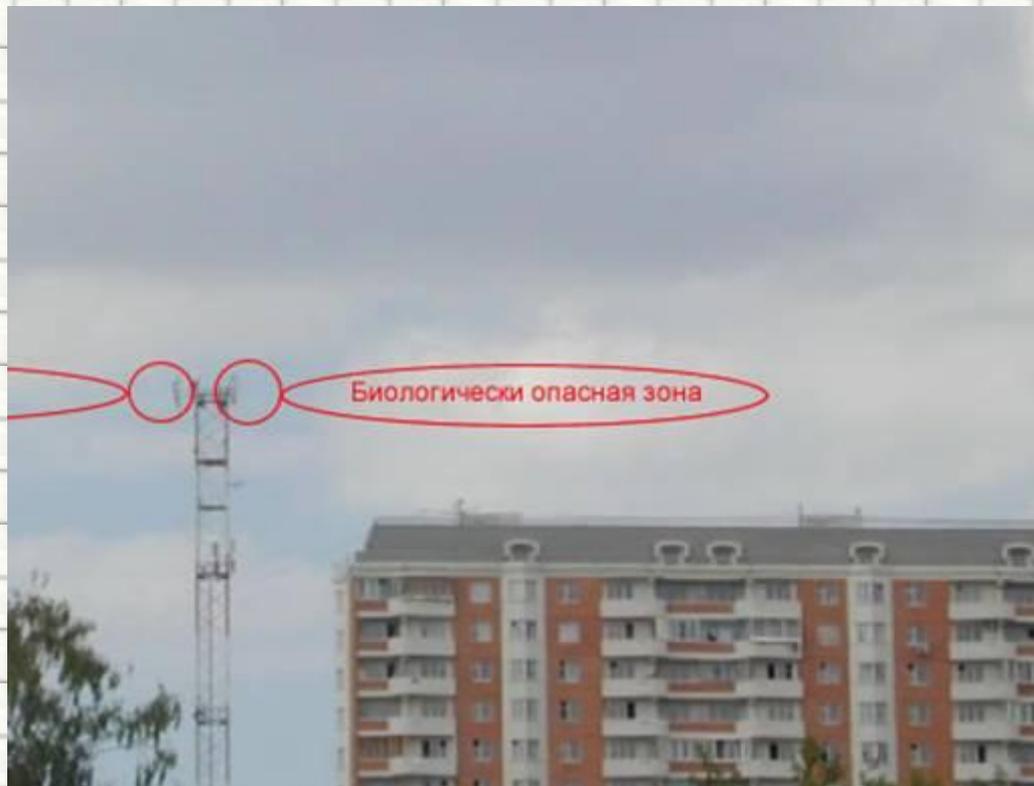
Влияние электромагнитных излучений на живые организмы.

- Электромагнитное излучение частотой **50 Гц**, которое создается проводами сети переменного тока, при длительном воздействии вызывает **сонливость, признаки усталости, головные боли.**
- **Чтобы не усиливать** действие бытовых электромагнитных излучений, специалисты рекомендуют **не располагать близко друг к другу работающие в наших квартирах электроприборы** — микроволновую печь, электроплиту, телевизор, стиральную машину, холодильник, утюг, электрический чайник.
- **Расстояние между ними** должно быть **не менее 1,5—2 м.**



Влияние электромагнитных излучений на живые организмы.

Антенны БС устанавливаются на высоте 15 - 100 метров от поверхности земли на уже существующих постройках или на специально сооруженных мачтах



Влияние электромагнитных излучений на живые организмы

Параметры ЭМП, влияющие на биосистемы

- **интенсивность (величина) излучения;**
- **частота излучения;**
- **продолжительность облучения;**
- **модуляция сигнала;**
- **сочетание частот;**
- **периодичность действия.**

ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА

ЧЕЛОВЕКА:

нервная;

иммунная;

эндокринная;

половая.

Конденсатор -

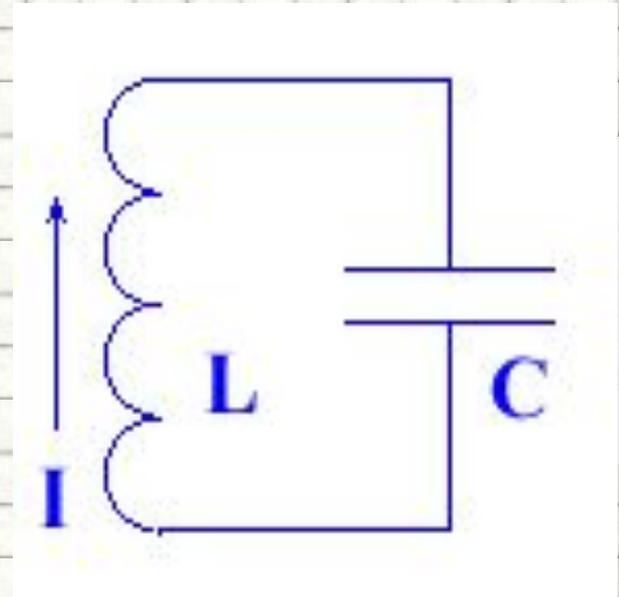
- - ЭТО **система из двух и более электродов** (обычно в форме пластин, называемых обкладками), **разделённых диэлектриком**, толщина которого мала по сравнению с размерами обкладок конденсатора.
- Такая система обладает **взаимной ёмкостью** и способна **сохранять электрический заряд**.



Ёмкость в цепи переменного и постоянного тока

Колебательный контур

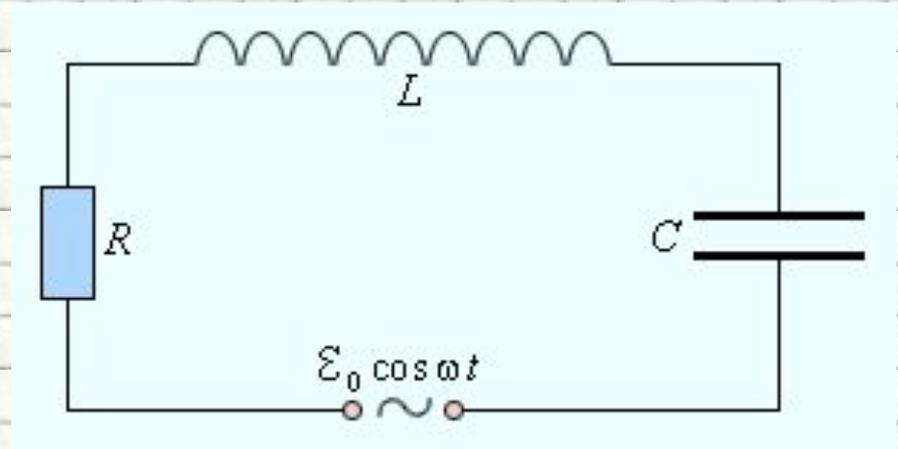
- **КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР**, замкнутая электрическая цепь, состоящая из **конденсатора емкостью C** и **катушки с индуктивностью L** , в которой могут возбуждаться **собственные колебания** с частотой, обусловленные перекачкой энергии из электрического поля конденсатора в магнитное поле катушки и обратно.



L – индуктивность катушки;
 C – емкость конденсатора

Вынужденные электромагнитные колебания

Процессы, возникающие в электрических цепях под действием внешнего периодического источника тока, называются **вынужденными колебаниями**.



- Вынужденные колебания являются **незатухающими**.
- Установившиеся вынужденные колебания всегда происходят **на частоте ω внешнего источника**.
- Электрические цепи, в которых происходят установившиеся вынужденные колебания под действием периодического источника тока, называются **цепями переменного тока**,
- напряжение которого изменяется по периодическому закону

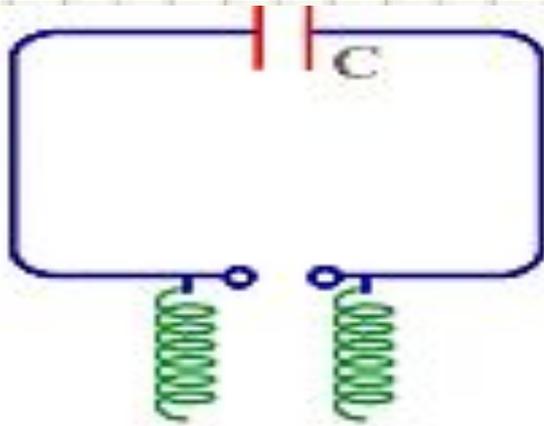
$$e(t) = \epsilon_0 \cos \omega t$$

Получение электромагнитных колебаний

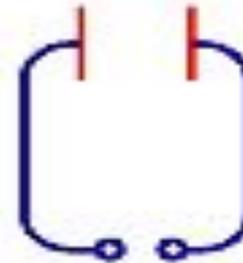
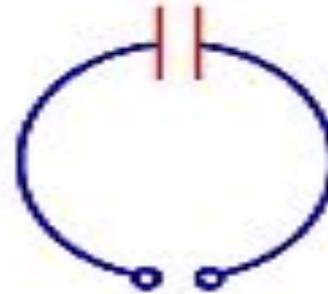
- Электромагнитные колебания **ускоренно движутся**
- Простейшей формой электромагнитных колебаний с размерами **электрического и магнитного векторов** называют **дипольными**
- В современной радиотехнике используют **различные типы антенн** для **возбуждения электромагнитных колебаний**
- В радиотехнике используют **антенны** для **передачи и приема электромагнитных колебаний** **длинны волн**



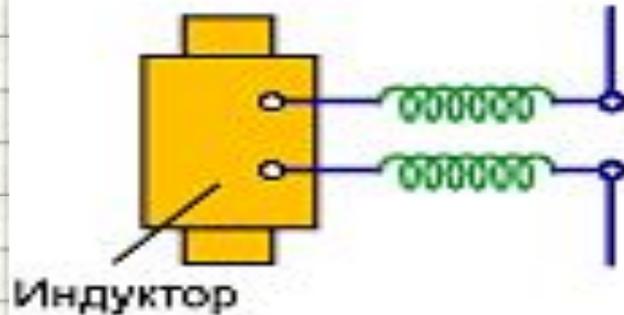
Вибратор Герца



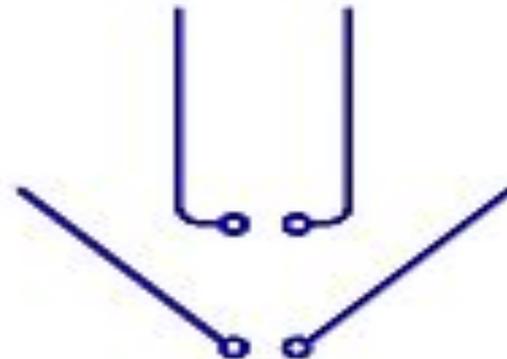
Колебательный контур с искровым промежутком (индуктивность распределенная, т.е. соединительные провода)



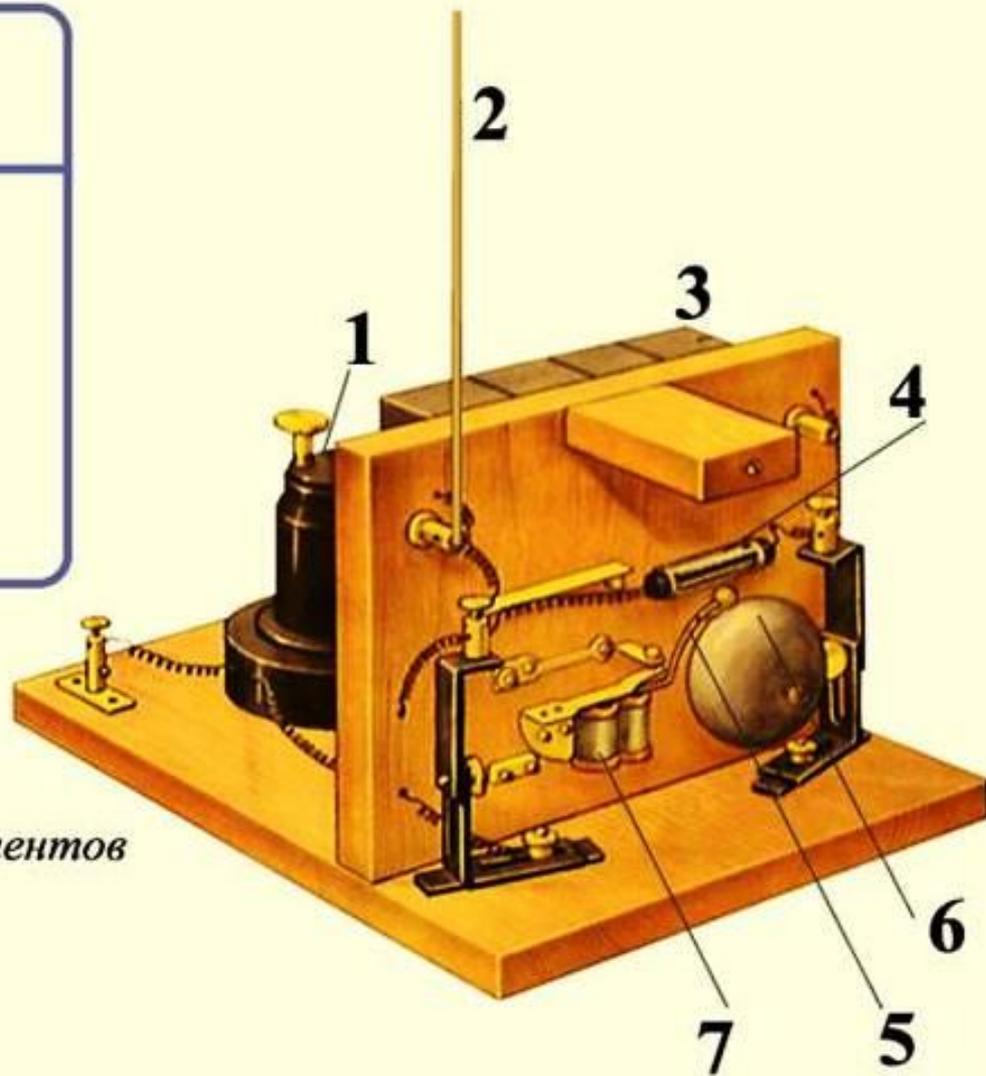
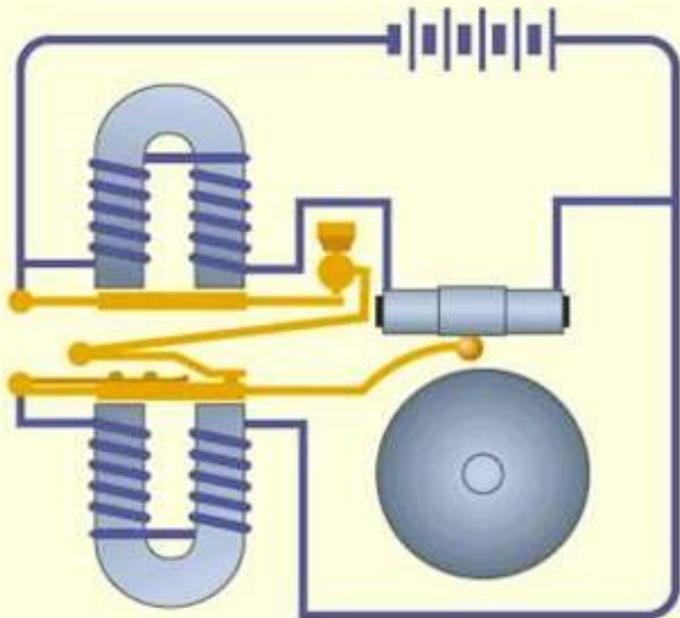
Рабочая схема вибратора Герца



Переход от замкнутого контура к электрическому диполю



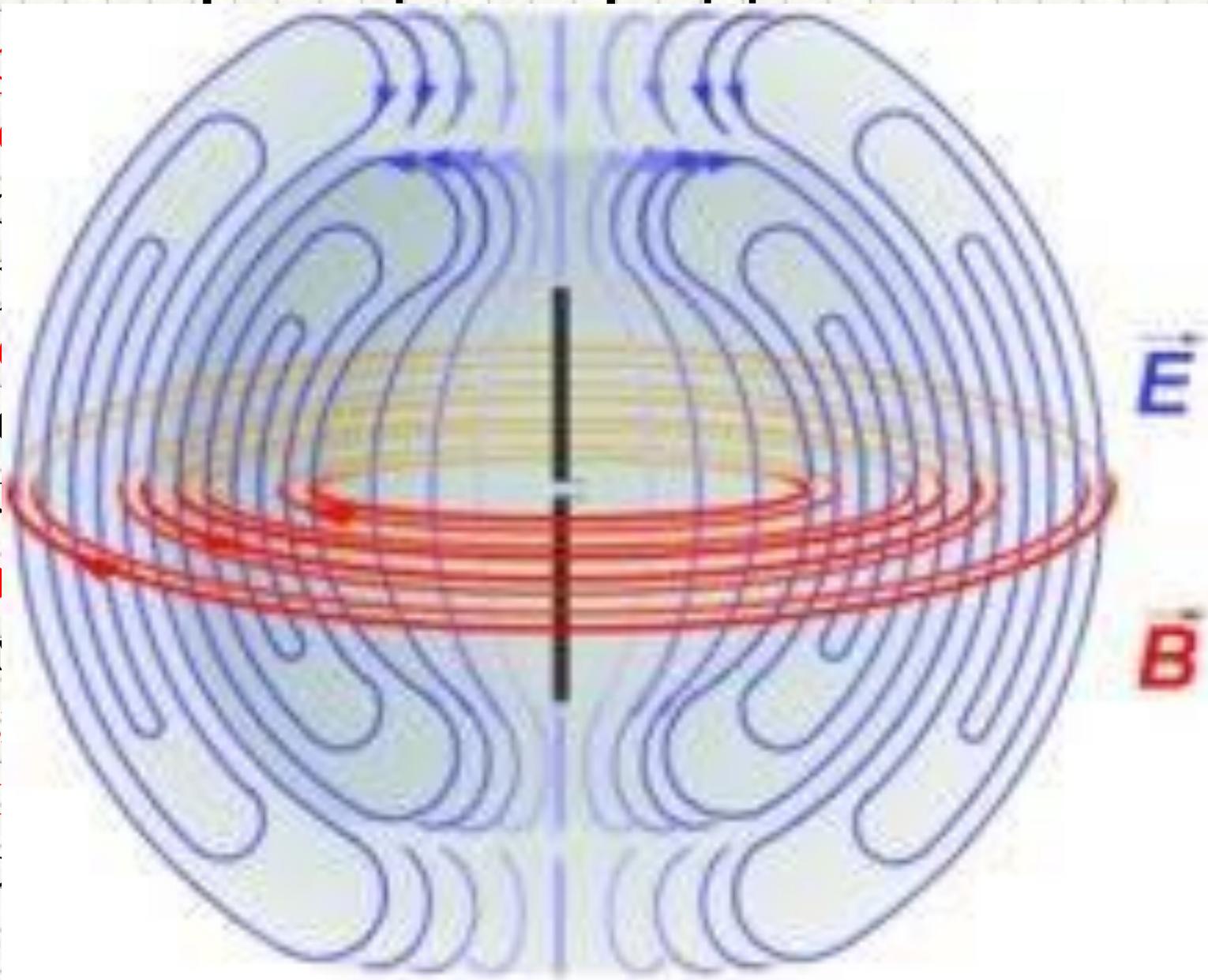
Принцип радиосвязи



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

Принципы радиосвязи

- Пр
эл
со
ок
эл
ра
во.
- Тр
то
вь
ди
из.
эф



о

Т В
еея

E

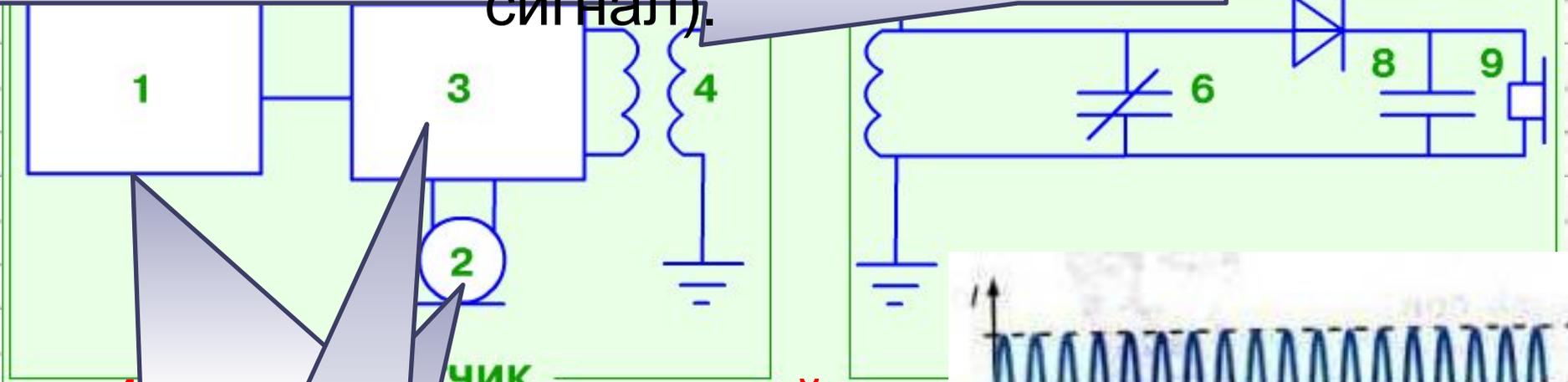
оит в

H

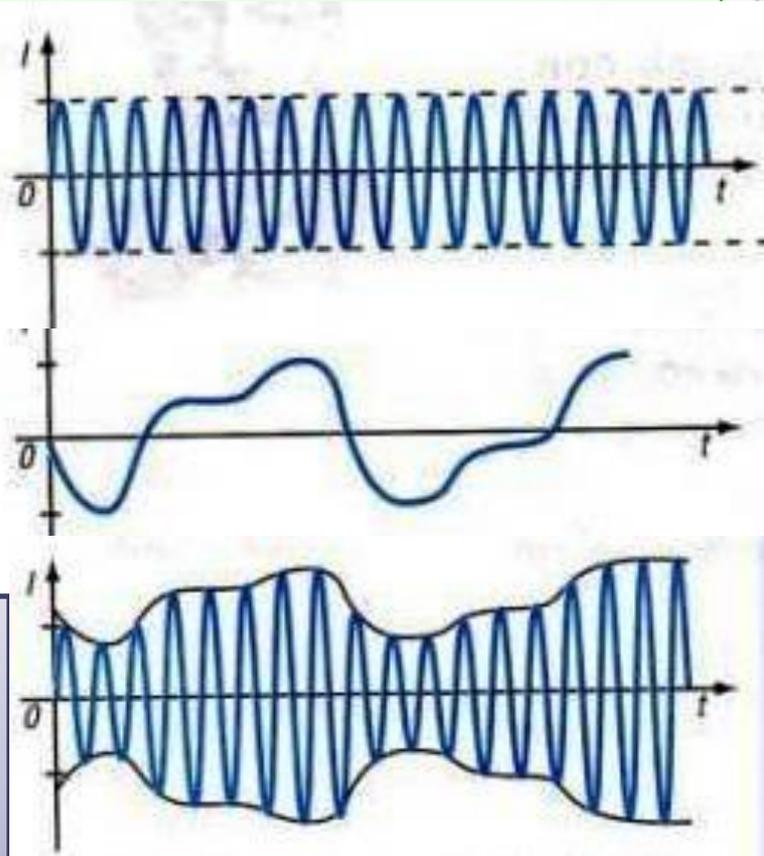
ния

для

4 — передающая антенна, излучает
 электромагнитную волну,
 (модулированный высокочастотный
 сигнал).



1 — генератор высокой частоты вырабатывает электрические колебания этой частоты
2 — источник энергии, преобразует электрические колебания в «низкочастотные» электрические колебания на «высокочастотном»



ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РАДИОСВЯЗИ



колебания

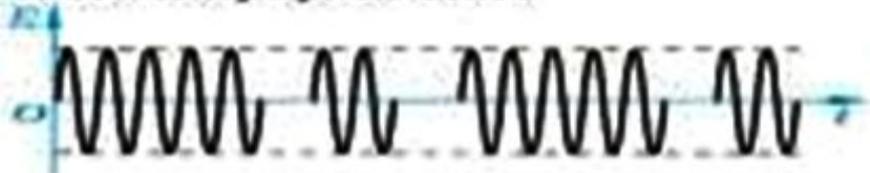
Классификация видов радиоволн

| № полосы частотного спектра | Метрическое наименование | Диапазон длин | Диапазон частот |
|------------------------------------|---------------------------------|----------------------|------------------------|
| 4 | Мириаметровые | 10-100 км | 3-30 кГц |
| 5 | Километровые | 1-10 км | 30-300 кГц |
| 6 | Гектометровые | 10-1000 м | 300-3000 кГц- |
| 7 | Декаметровые | 10-100 м | 3-30 МГц |
| 8 | Метровые | 1-10 м | 30-300 МГц |
| 9 | Дециметровые | 10-0,1 м | 300-3000 МГц |
| 10 | Сантиметровые | 1-10 см | 3-30 ГГц |
| 11 | Миллиметровые | 1-10 мм | 30-300 ГГц |
| 12 | Децимиллиметровы е | 0,1-1 мм | 300-3000 ГГц |

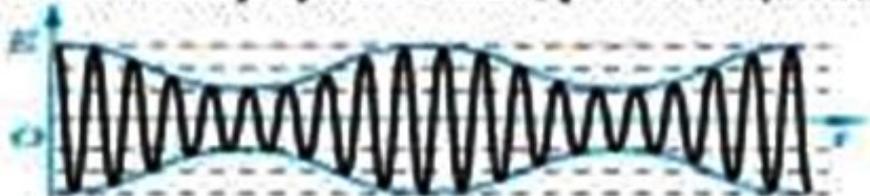
Виды радиосвязи

Кодирование сигнала

Радиотелеграфная связь



Радиотелеграфная связь, радиовещание



Телевидение

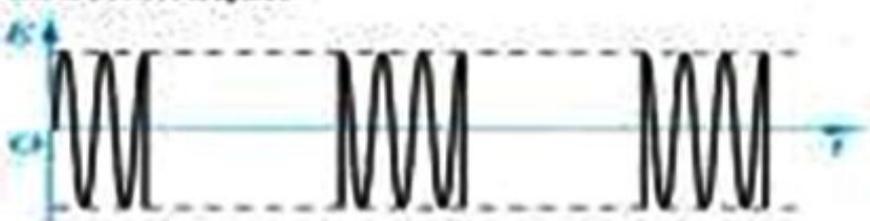
а) видеосигнал



б) звуковой сигнал



Радиолокация



$\lambda, \text{ м}$

$\nu, \text{ Гц}$



Длинные волны
 $\lambda = 10^2 - 10^4 \text{ м}$

Средние волны
 $\lambda = 10^2 - 10^3 \text{ м}$

Короткие волны
 $\lambda = 10 - 10^2 \text{ м}$

УКВ метрового диапазона

УКВ дециметрового диапазона

УКВ сантиметрового диапазона

УКВ миллиметрового диапазона

10^5

10^6

10^7

10^8

10^9

10^{10}

10^{11}

РАДИОДИАПАЗОН

СВЧ-ДИАПАЗОН

Рассмотрим задачи:

Заряженная частица излучает электромагнитные волны, если

- 1) движется равномерно и прямолинейно
- 2) находится в покое
- 3) движется с ускорением
- 4) среди ответов 1-3 нет правильного

Какое из перечисленных ниже свойств света подтверждает его волновые свойства?

- 1) способность отражаться
- 2) способность дифрагировать
- 3) способность преломляться
- 4) способность распространяться прямолинейно

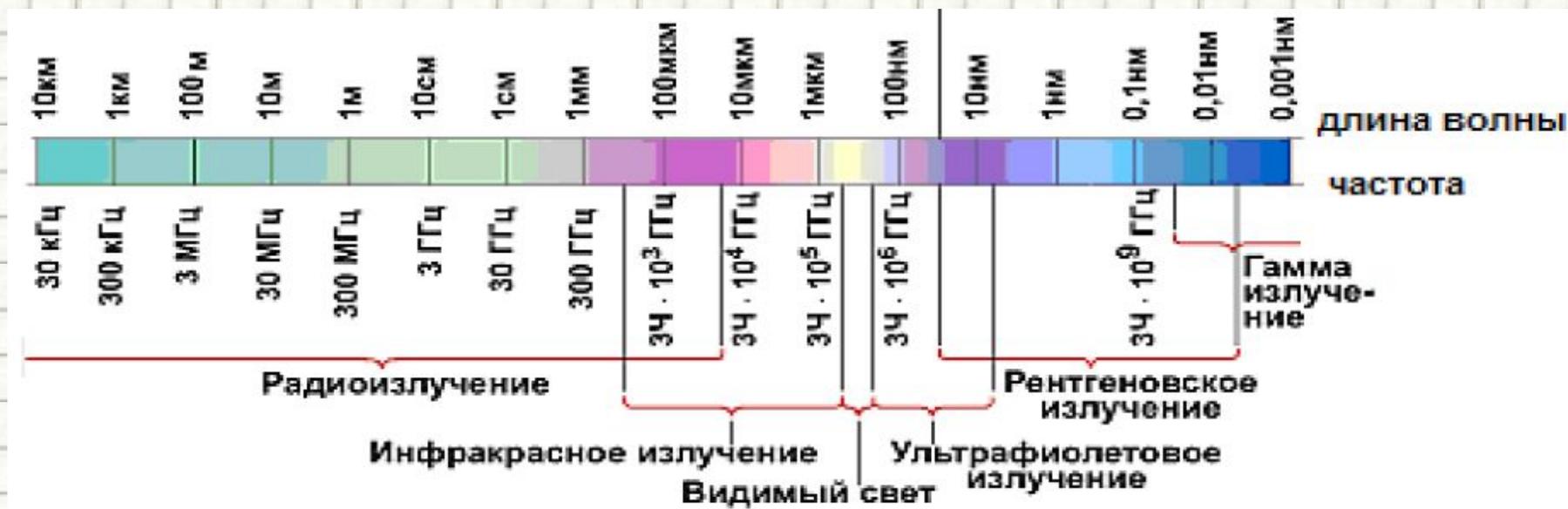
Какое электромагнитное излучение из перечисленных ниже видов имеет наибольшую длину волны?

- 1) радиоволны
- 2) свет
- 3) инфракрасное излучение
- 4) ультрафиолетовое излучение



Какой из перечисленных ниже видов электромагнитных излучений имеет наименьшую длину волны?

- 1) радиоволны
- 2) видимый свет
- 3) инфракрасное излучение
- 4) гамма-излучение

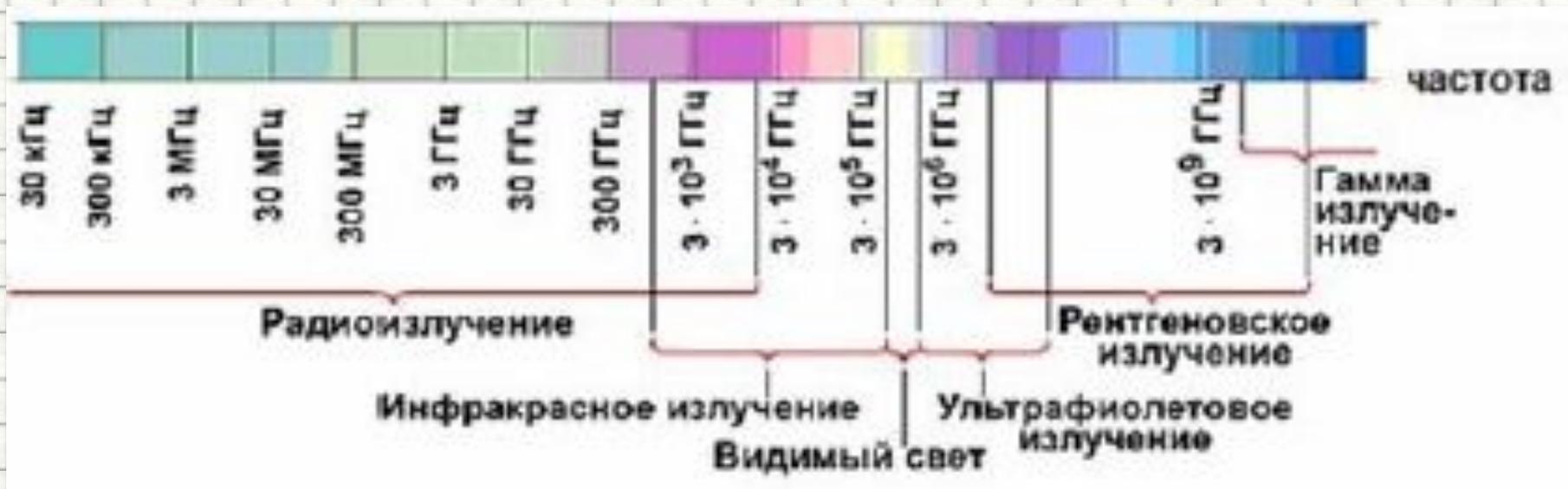


На рисунке приведена шкала электромагнитных волн. Определите, к какому виду излучения принадлежат электромагнитные волны с длиной волны 0,1 мм.



1. только радиоизлучению
2. только рентгеновскому излучению
3. ультрафиолетовому и рентгеновскому излучению
4. радиоизлучению и инфракрасному излучению

На рисунке приведена шкала электромагнитных волн. Определите, к какому виду излучения относятся электромагнитные волны с длиной волны 1 см.



1. только к радиоизлучению
2. только к рентгеновскому излучению
3. к радиоизлучению и инфракрасному излучению
4. к ультрафиолетовому и рентгеновскому излучению

На какой частоте работает радиостанция, передавая программу на волне 250 м?

- 1) $1,2 \cdot 10^{-6}$ Гц
- 2) $1,2 \cdot 10^6$ Гц
- 3) $0,83 \cdot 10^{-6}$ Гц
- 4) $0,83 \cdot 10^6$ Гц

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\nu = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{250 \text{ м}} = 1,2 \cdot 10^6 \text{ Гц}$$

На какой частоте суда передают сигнал бедствия (SOS), если по международному соглашению длина радиоволны этого сигнала должна быть равной 600 м?

1. $200 \cdot 10^{-8}$ Гц
2. $500 \cdot 10^{-6}$ Гц
3. $200 \cdot 10^6$ Гц
4. $500 \cdot 10^3$ Гц

$$v = \frac{c}{\lambda}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v = \frac{3 \cdot 10^8 \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}}{600 \cdot \text{м}} = 5 \times 10^5 \cdot \text{Гц}$$

Чему равна длина волн, посылаемых радиостанцией, работающей на частоте 1400 кГц?

1. $420 \cdot 10^{12}$ м
2. $214 \cdot 10^2$ м
3. $420 \cdot 10^{-12}$ м
4. 214 м

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{1.4 \cdot 10^6 \text{ Гц}} = 214 \text{ м}$$

Длина электромагнитной волны, распространяющейся в воздухе с периодом колебаний $T = 0,03$ мкс, равна

1. 100 м
2. 1 м
3. 3 м
4. 9 м

$$\lambda = c \cdot T$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\lambda = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,03 \cdot 10^{-6} \text{ с} = 9 \text{ м}$$

Период колебаний в электромагнитной волне, распространяющейся в воздухе с длиной волны 3 м равен

- 1) 0,03 мкс
- 2) 0,01 мкс
- 3) 0,09 мкс
- 4) 0,27 мкс

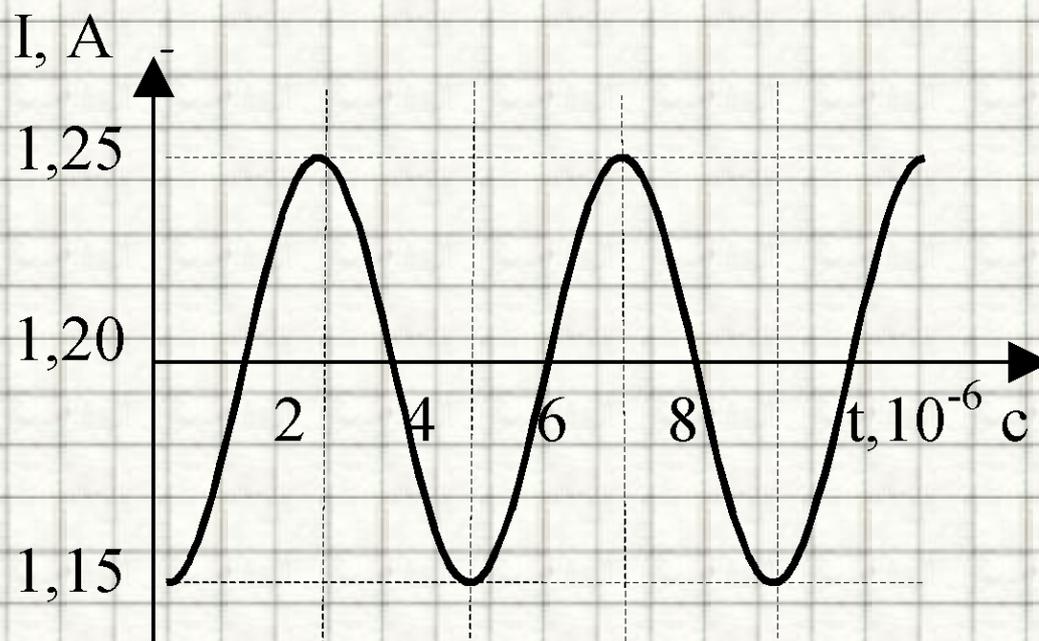
$$T = \frac{\lambda}{c}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$T = \frac{3\text{м}}{3 \cdot 10^8 \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 10^{-8} \text{с}$$

На рисунке показан график колебаний силы тока в колебательном контуре с антенной. Определите длину электромагнитной волны, излучаемой антенной.

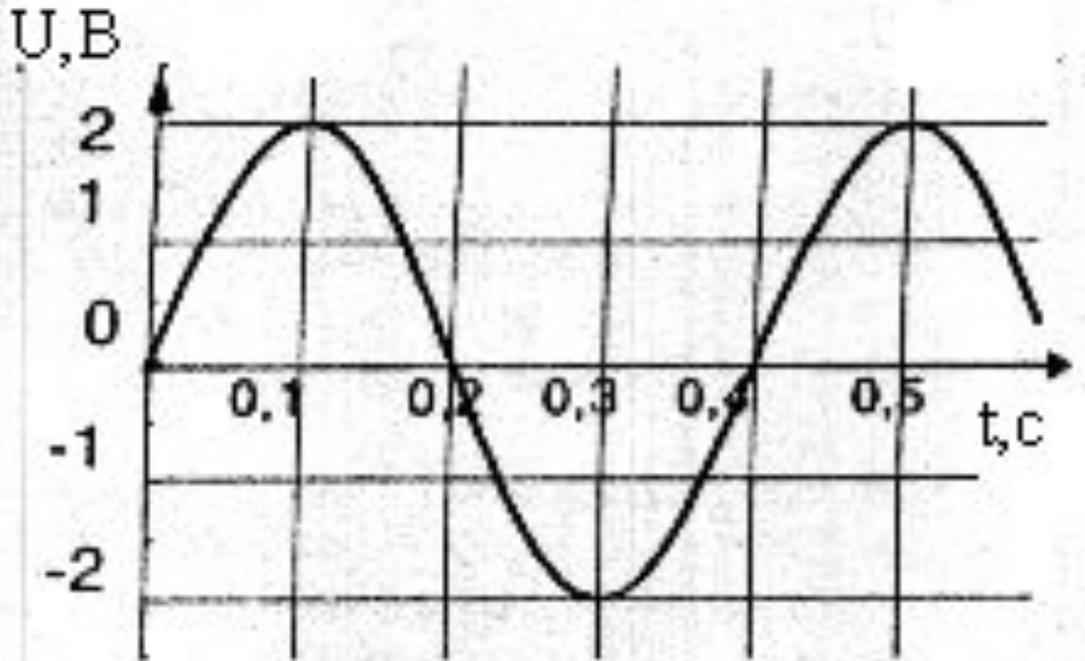
1. $1,2 \cdot 10^3$ м
2. $0,83 \cdot 10^{-3}$ м
3. $7,5 \cdot 10^2$ м
4. $6 \cdot 10^2$ м



Колебания электрического поля в электромагнитной волне описывается уравнением $E = 10 \cos(10^{-12}t + \pi/2)$. Определите циклическую частоту ω колебаний.

1. 10 с^{-1}
2. 10^{-12} с^{-1}
3. $\pi/2 \text{ с}^{-1}$
4. $3 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$

На рисунке приведен график изменения напряжения в электрической цепи с течением времени. Чему равен период колебаний напряжения?



1. 0,4 с
2. 2 В
3. 0,2 с
4. 4 В.

Радиостанция работает на частоте $0,75 \cdot 10^8$ Гц. Какова длина волны, излучаемой антенной радиостанции? (Скорость распространения электромагнитных волн $300\,000$ км/с.)

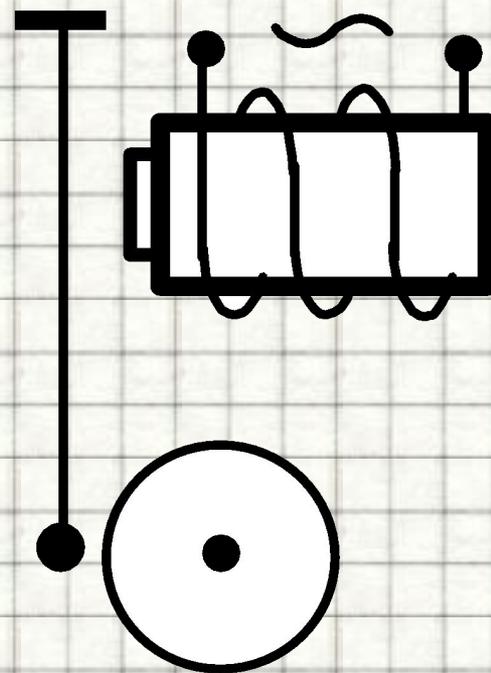
1. $2,25$ м
2. 4 м
3. $2,25 \cdot 10^{-3}$ м
4. $4 \cdot 10^{-3}$ м

Согласно теории Максвелла электромагнитные волны излучаются

- 1) при любом неравномерном движении заряда
- 2) только при гармонических колебаниях заряда
- 3) только при равномерном движении заряда по окружности
- 4) только при равномерном движении электронов по прямой

Катушка квартирного электрического звонка с железным сердечником подключена к переменному току бытовой электросети частотой 50 Гц (см. рисунок). Частота колебаний якоря

1. равна 25 Гц
2. равна 50 Гц
3. равна 100 Гц
4. зависит от конструкции якоря



Скорость распространения электромагнитных волн

1. имеет максимальное значение в вакууме
2. имеет максимальное значение в диэлектриках
3. имеет максимальное значение в металлах
4. одинакова в любых средах

Среди приведенных примеров
электромагнитных волн максимальной
длиной волны обладает

1. инфракрасное излучение Солнца
2. ультрафиолетовое излучение Солнца
3. излучение γ -радиоактивного препарата
4. излучение антенны радиопередатчика