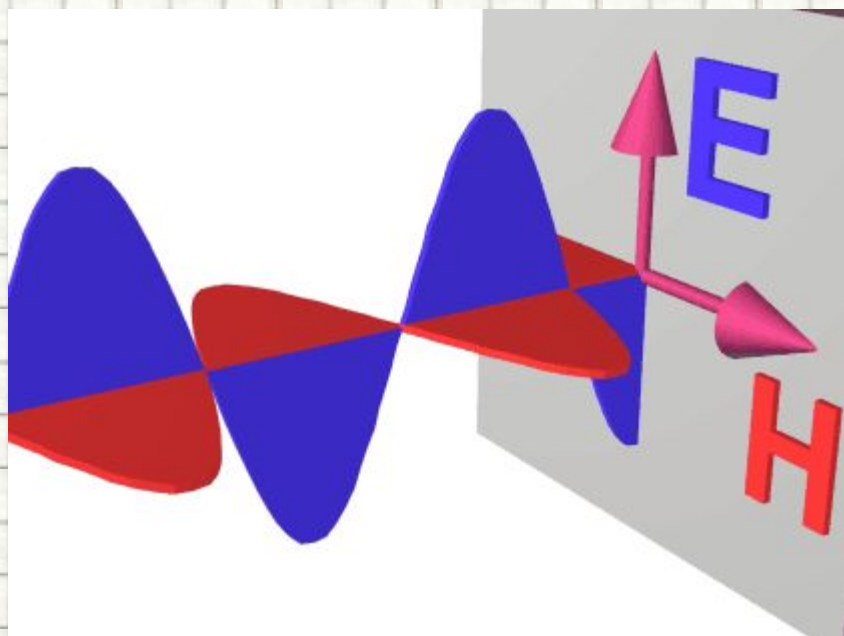


ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Подготовка к ГИА



Учитель: Попова И.А.

МБНОУ гимназия № 1

г. Белово

Белово 2013

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

- Здесь должен быть видеофрагмент
- «Получение переменного индукционного
тока»

- Скачайте фильм по адресу:

<http://school-collection.edu.ru/catalog/res/d67bc6fb-694a-4f85-95ba-e572ae399a54/view/>

и вставьте его на этот слайд. При вставке установите **«при показе слайдов
воспроизводить автоматически»**, на вкладке «Параметры» поставьте галочку в поле
«Во весь экран»

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**

$$\bullet \nu = 50 \text{ Гц}$$

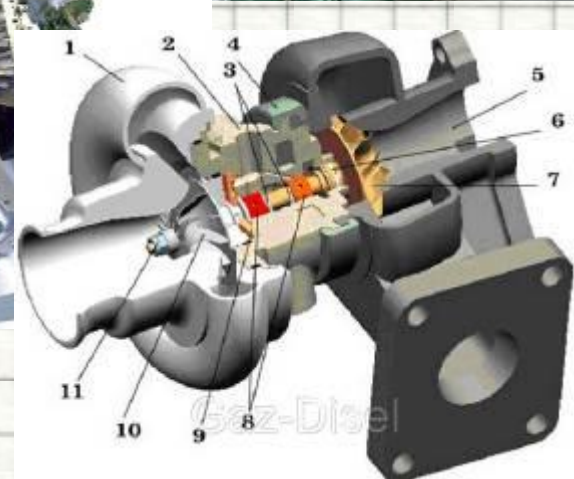


Генератор переменного тока

- **Здесь должен быть видеофрагмент**
 - **«Генератор переменного тока»**
- **Скачайте фильм по адресу:**
- <http://school-collection.edu.ru/catalog/res/4170927d-c63b-4b0f-9142-66cbb89fea84/view/>
 - и вставьте его на этот слайд. При вставке установите **«при показе слайдов воспроизводить автоматически»**, на вкладке «Параметры» поставьте галочку в поле **«Во весь экран»**

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

- Здесь должен быть видеофрагмент
 - «Трансформатор»

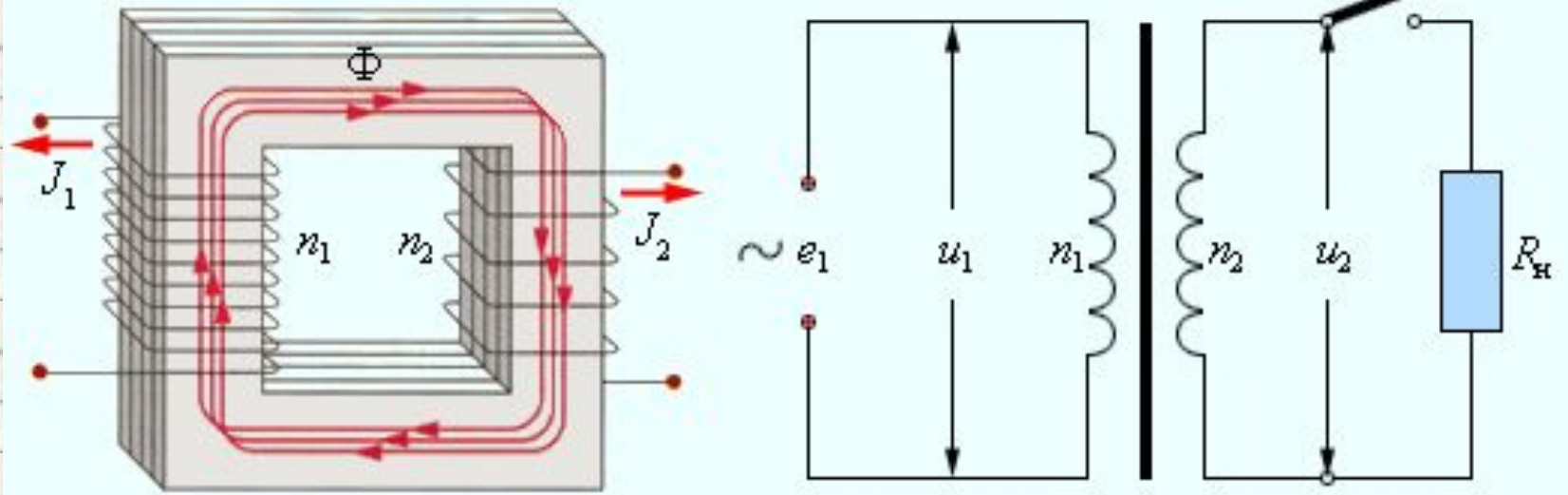
- Скачайте фильм по адресу:

•

<http://school-collection.edu.ru/catalog/res/c75a8eb5-ab51-4da7-b8f1-ea20eb69d6af/view/>

- и вставьте его на этот слайд. При вставке установите **«при показе слайдов воспроизводить автоматически»**, на вкладке «Параметры» поставьте галочку в поле **«Во весь экран»**

Трансформатор



- Для амплитудных значений напряжений на обмотках можно записать:

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

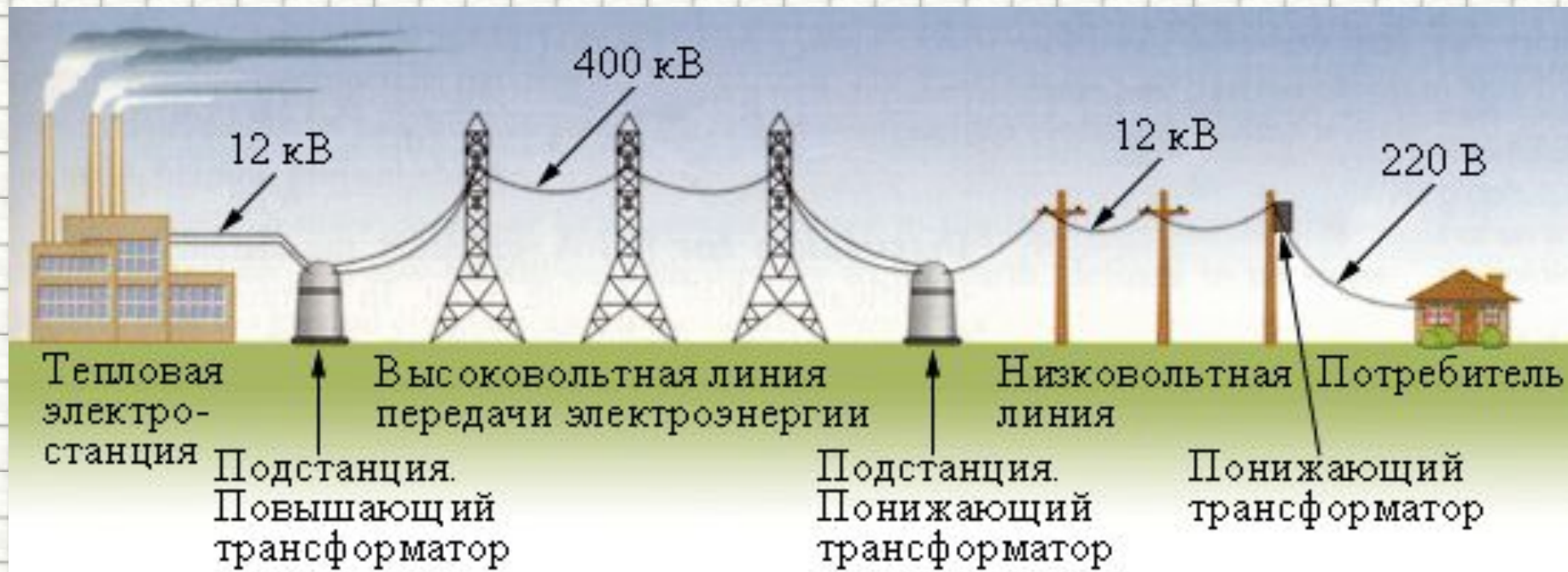
- Коэффициент $K = n_2 / n_1$ есть **коэффициент трансформации**.
- При $K > 1$ трансформатор называется **повышающим**,
- при $K < 1$ — **понижающим**.

Принцип действия трансформатора

- Здесь должен быть видеофрагмент
- «Принцип действия трансформатора»
- Скачайте фильм по адресу:
- <http://school-collection.edu.ru/catalog/res/0ecdeeb7-391a-48af-a7aa-008952b50853/view/>
- и вставьте его на этот слайд. При вставке установите **«при показе слайдов воспроизводить автоматически»**, на вкладке «Параметры» поставьте галочку в поле **«Во весь экран»**

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

- Здесь должен быть видеофрагмент
- «Передача электрической энергии на расстояние»
- Скачайте фильм по адресу:
- <https://sites.google.com/site/gymnaziya1belovo/peredat-ha-elektro.wmv?attredirects=0&d=1>
- и вставьте его на этот слайд. При вставке установите **«при показе слайдов воспроизводить автоматически»**, на вкладке «Параметры» поставьте галочку в поле **«Во весь экран»**

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.



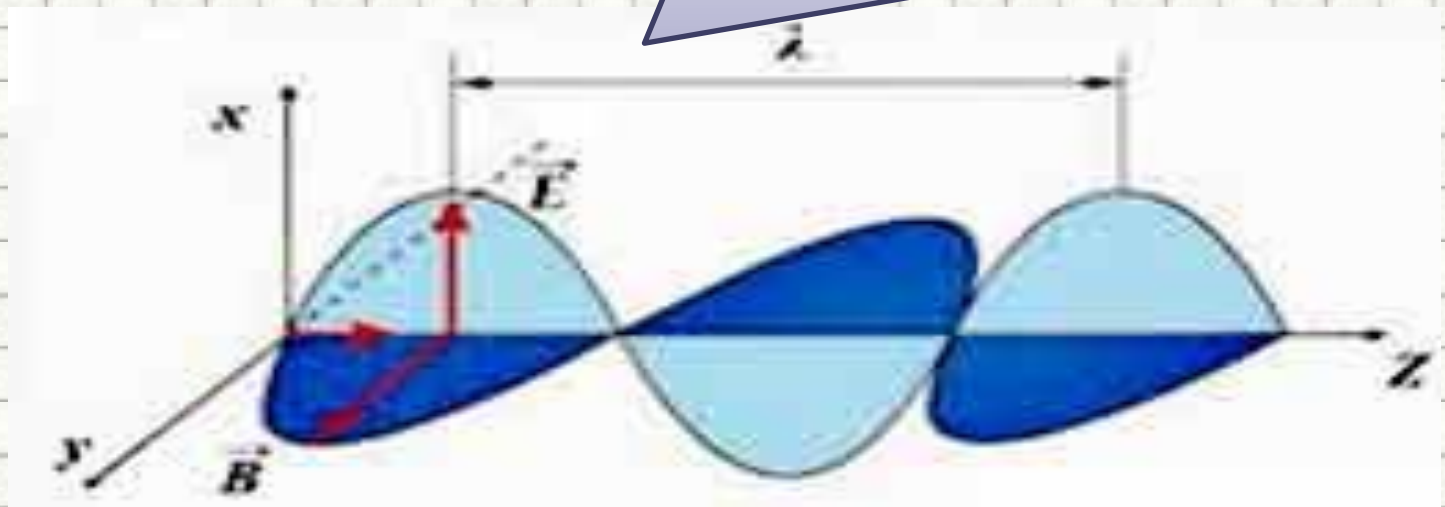
**Джеймс Клерк
Максвелл**
(**13 июня 1831**,
Эдинбург, Шотландия —
5 ноября 1879,
Кембридж, Англия) —
британский
физик, математик
и механик.

Электромагнитное поле

- **Колебания электрических зарядов**

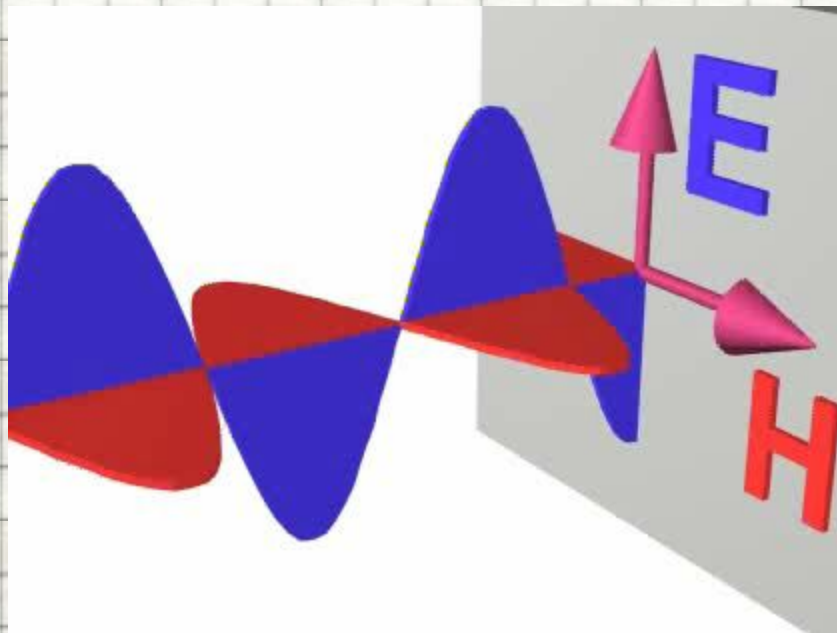
- сопровождаются электромагнитным

- 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

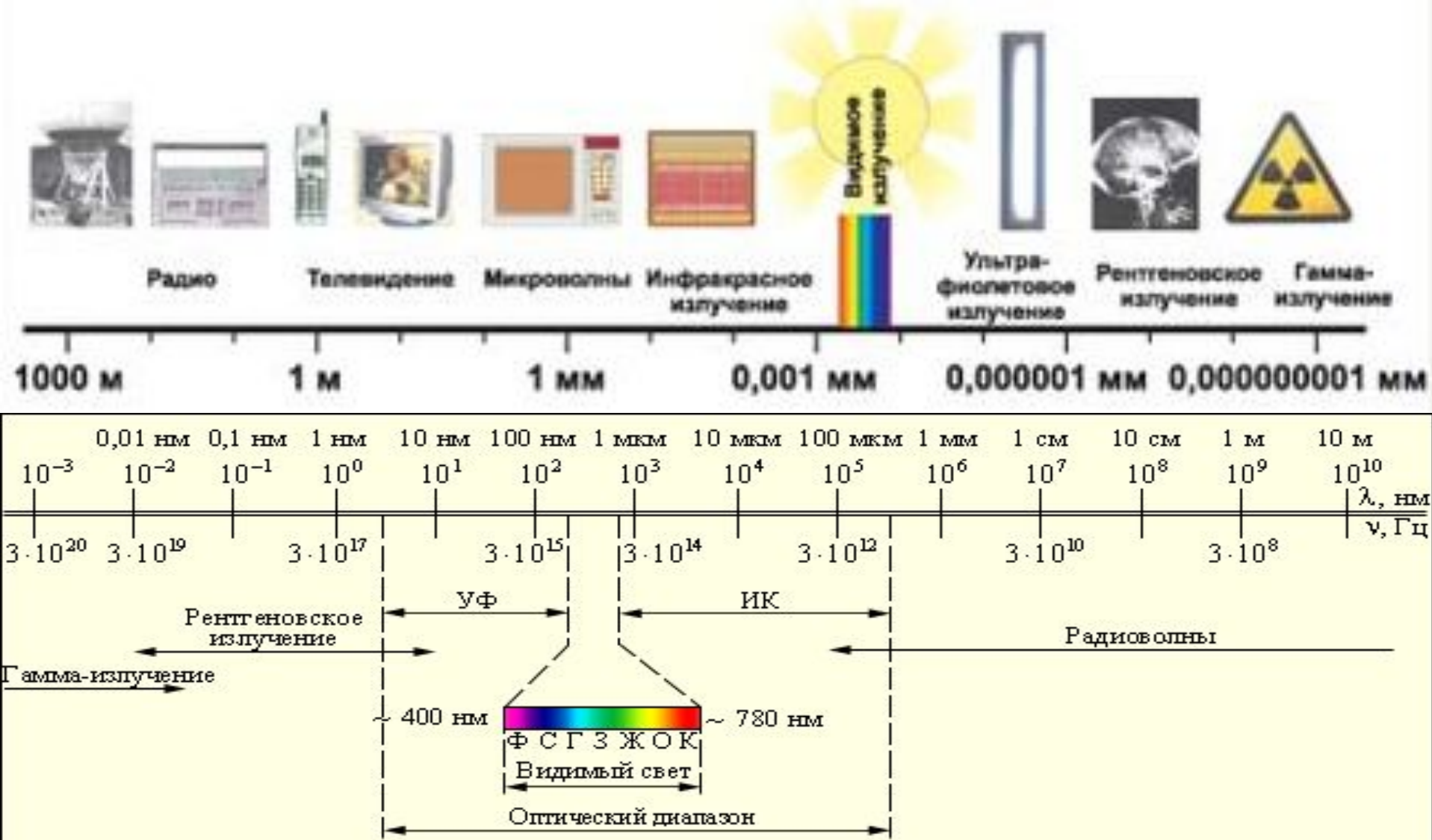
- **Скорость** распространения электромагнитных волн в вакууме c (скорость света) – это мировая константа:

- $c = 2,9979 \cdot 10^8 \text{ м/с}.$

- **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 получают с помощью колебательных контуров и макроскопических вибраторов.

Свойства:

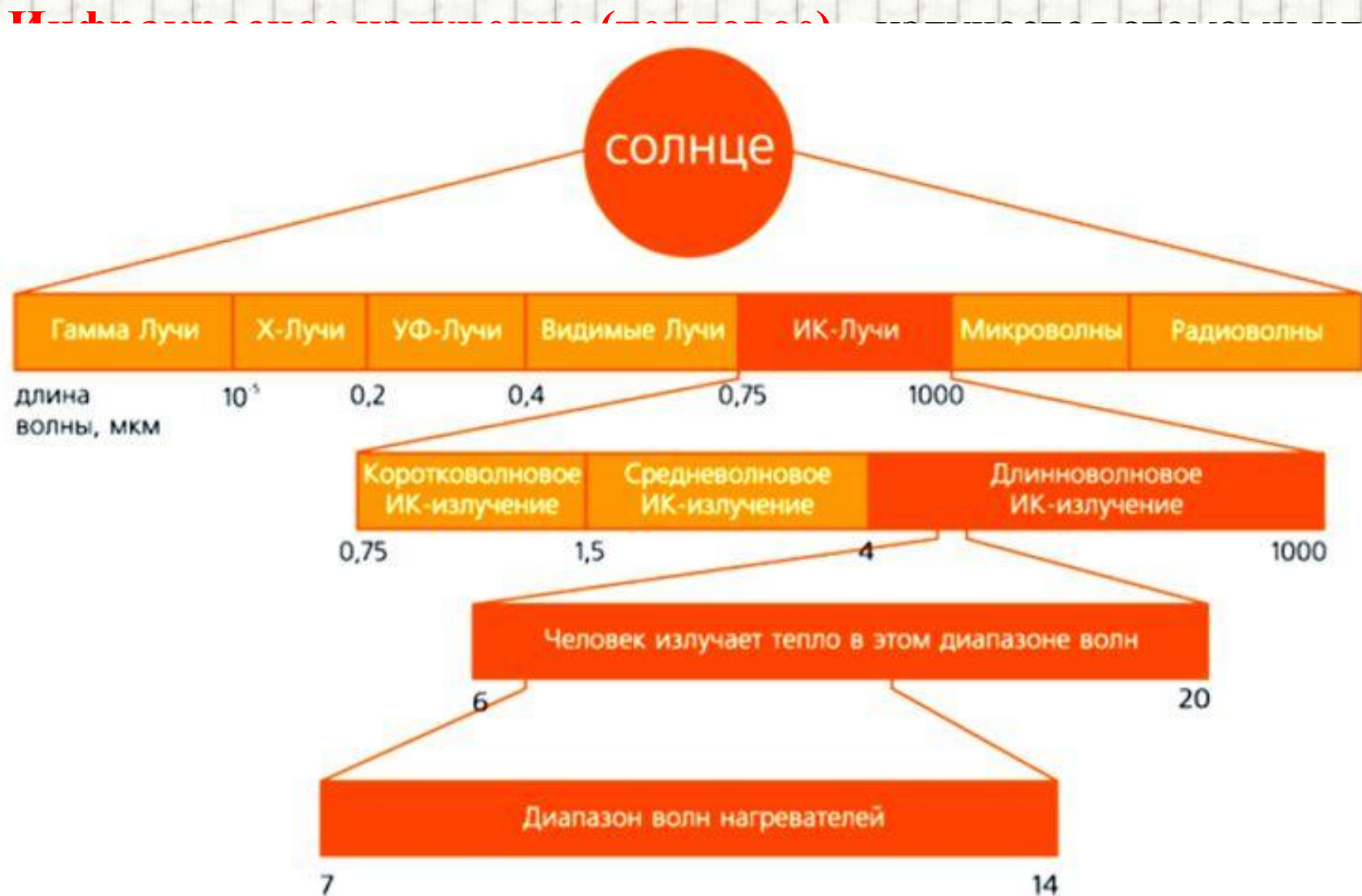
радиоволны различных частот и с различными длинами волн по-разному поглощаются и отражаются средами.

проявляют свойства дифракции и интерференции.

Применение: радиосвязь, телевидение, радиолокация.



Влияние электромагнитных излучений на живые организмы

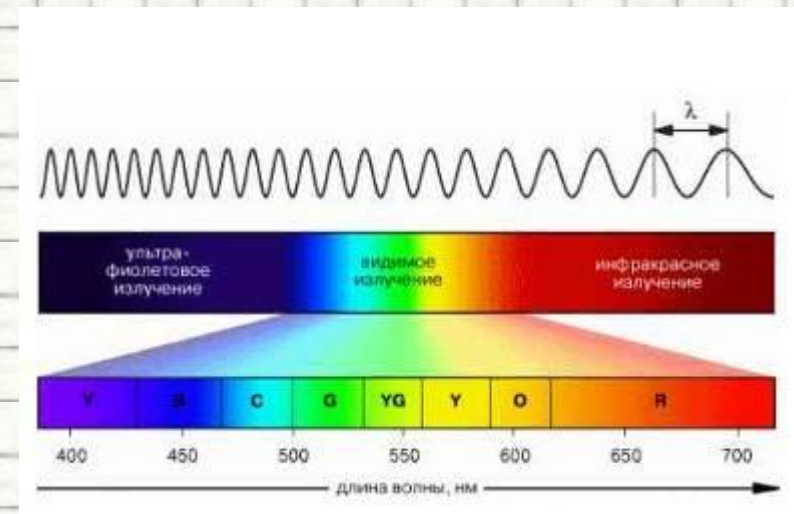


Видимое излучение

Часть электромагнитного излучения, воспринимаемая глазом.

Свойства:

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



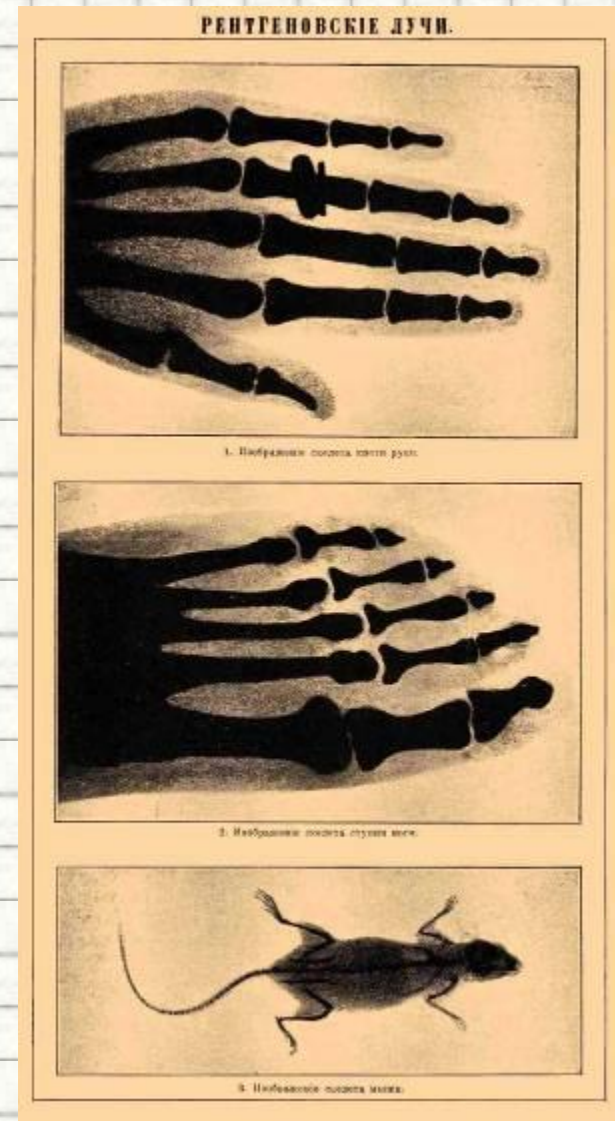
Ультрафиолетовое излучение

- **Источники:** Солнце, лампы.
- Излучение имеет длину волны от 10 до 400 нм.
- а также может быть ионизирующим.
- **Свойства:**
- Высокая энергия.
- невидимый для человеческого глаза.
- большая проникающая способность.
- убивает бактерии и вирусы.
- в небольших дозах полезен для здоровья человека.
- но в больших дозах вреден.
- изменяет свойства некоторых веществ.
- 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.



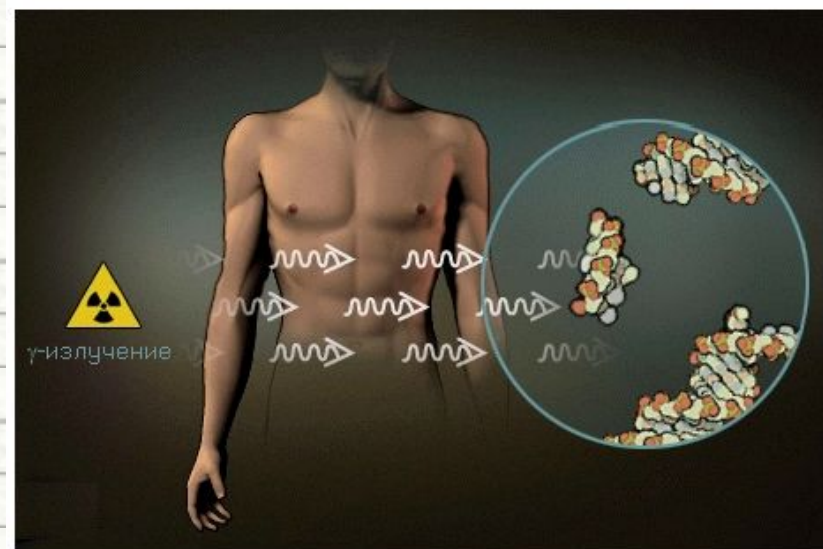
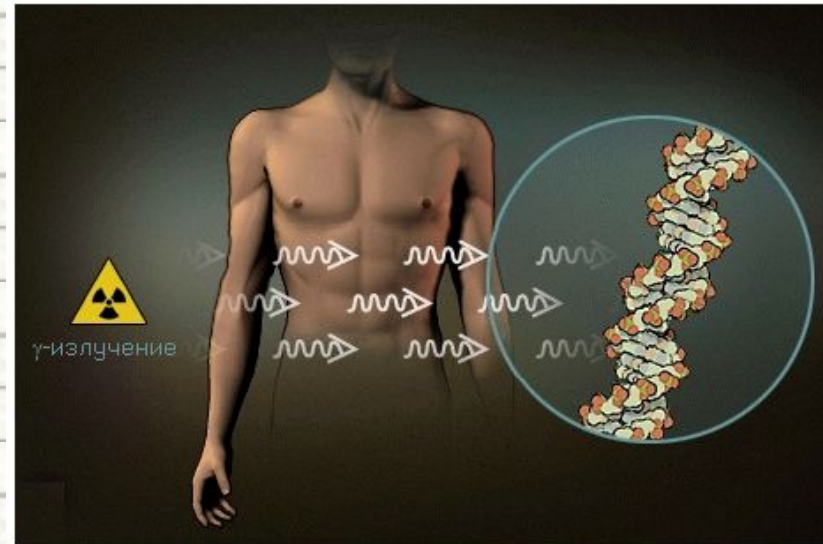
Источники: атомное ядро
(ядерные реакции).

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**.

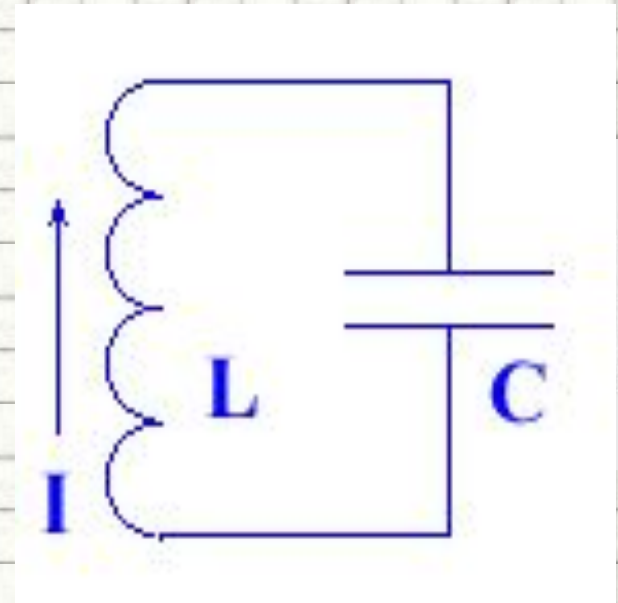


Ёмкость в цепи переменного и постоянного тока

- **Здесь должен быть видеофрагмент**
- **«Ёмкость в цепи переменного и постоянного тока»**
- **Скачайте фильм по адресу:**
- <http://narod.ru/disk/start/07.dl11se-narod.yandex.ru/3841480001/hc839a1565f13203808aaf655f3865795/%D0%81%D0%BC%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D0%B2%20%D1%86%D0%B5%D0%BF%D0%B8%20%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%B8%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%B0.avi>
- и вставьте его на этот слайд. При вставке установите **«при показе слайдов воспроизводить автоматически»**, на вкладке «Параметры» поставьте галочку в поле **«Во весь экран»**

Колебательный контур

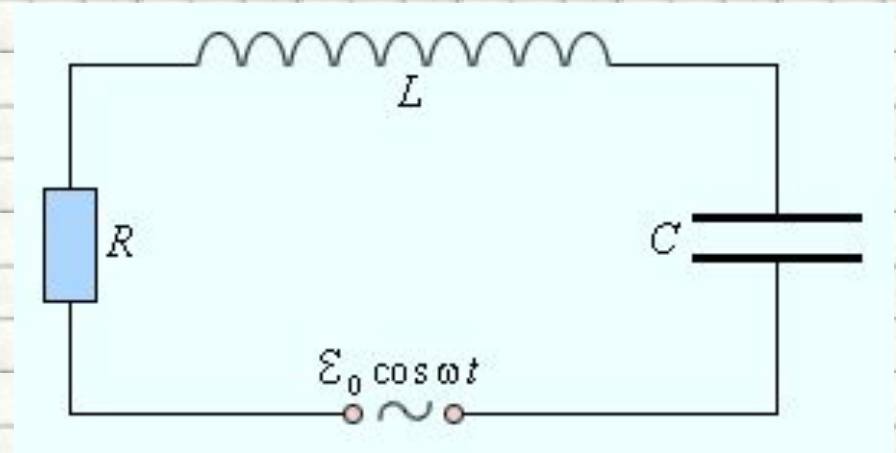
- **КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР**, замкнутая электрическая цепь, состоящая из **конденсатора емкостью C** и **катушки с индуктивностью L** , в которой могут возбуждаться **собственные колебания** с частотой, обусловленные перекачкой энергии из электрического поля конденсатора в магнитное поле катушки и обратно.



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

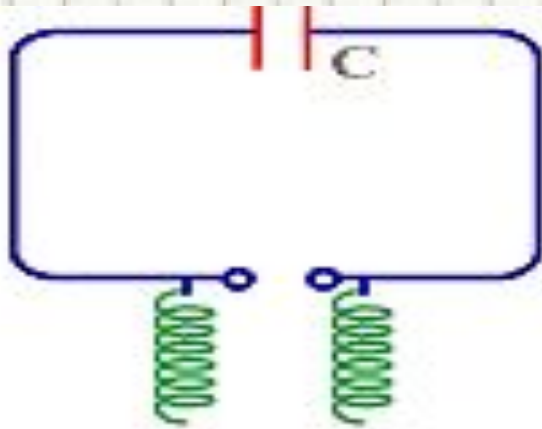
$$e(t) = \varepsilon_0 \cos \omega t$$

Получение электромагнитных колебаний

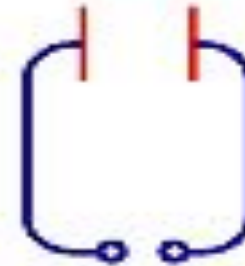
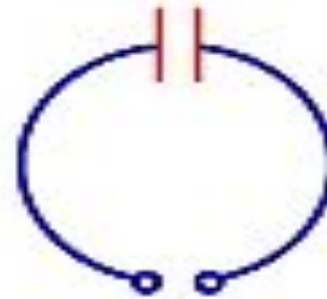
- Электромагнитные колебания **ускоренно движутся** в пространстве
- Простейшей формой электромагнитных колебаний являются колебания с размерами **электродинамическими** называют **дипольными**
- В современной радиотехнике используют **антенны** различают **возбуждают** и **приемные**
- В радиотехнике используют **длины волн**



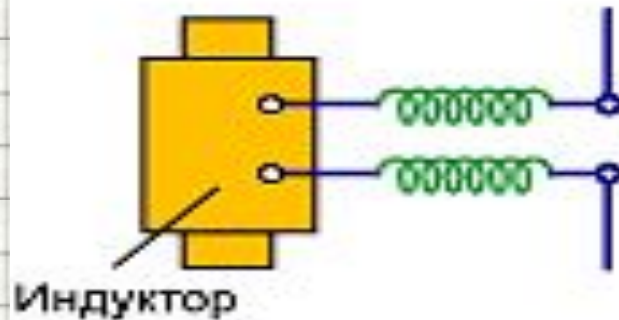
Вибратор Герца



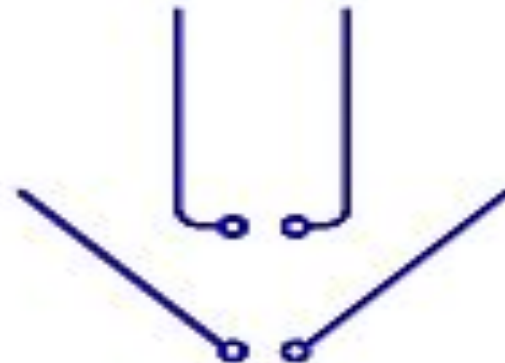
Колебательный контур с
искровым промежутком
(индуктивность распределенная,
т.е. соединительные провода)



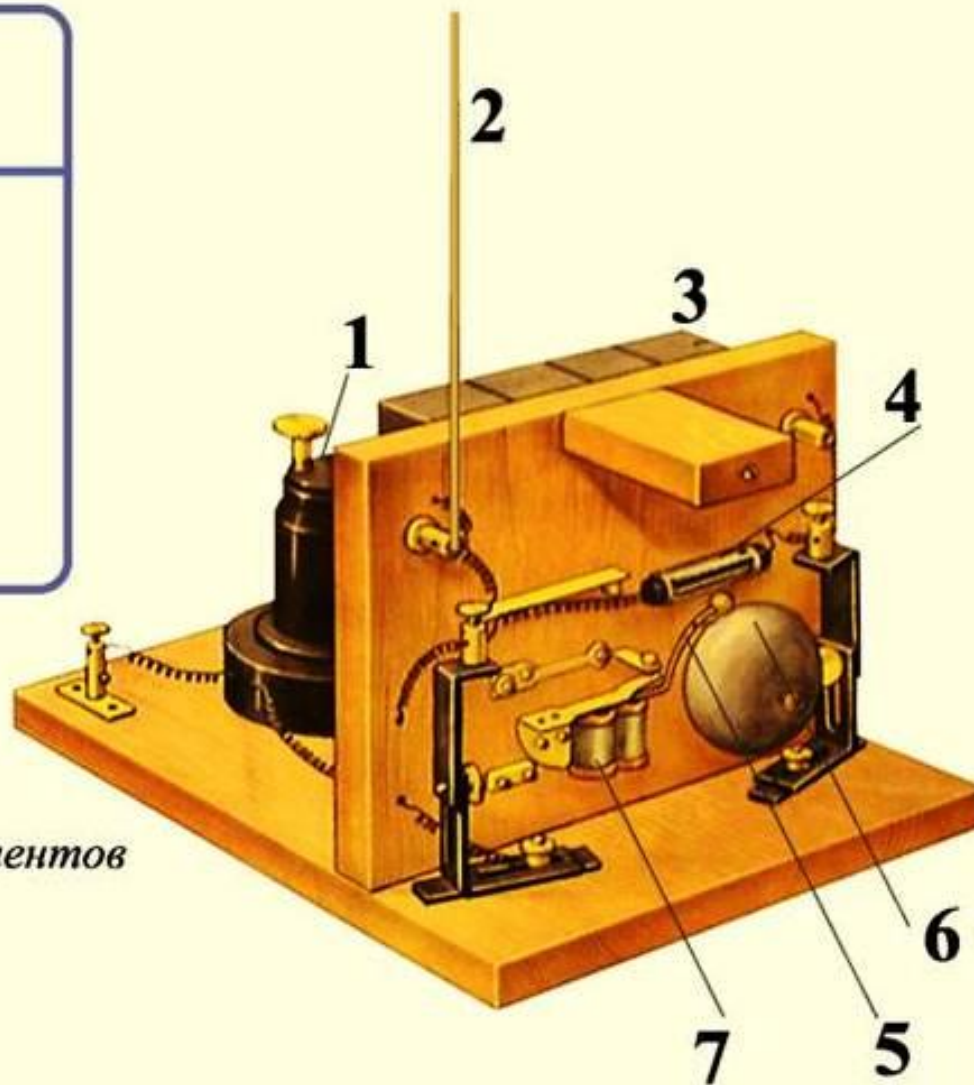
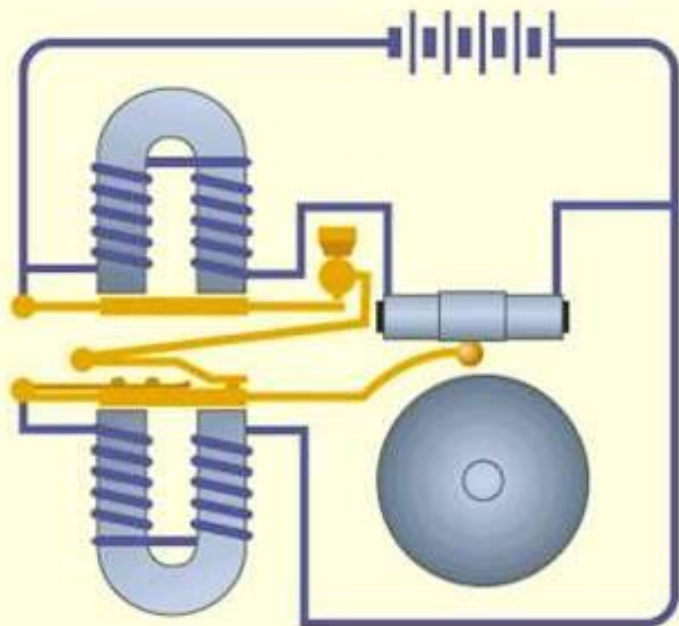
Рабочая схема
вибратора Герца



Переход от замкнутого
контура к электрическому диполю



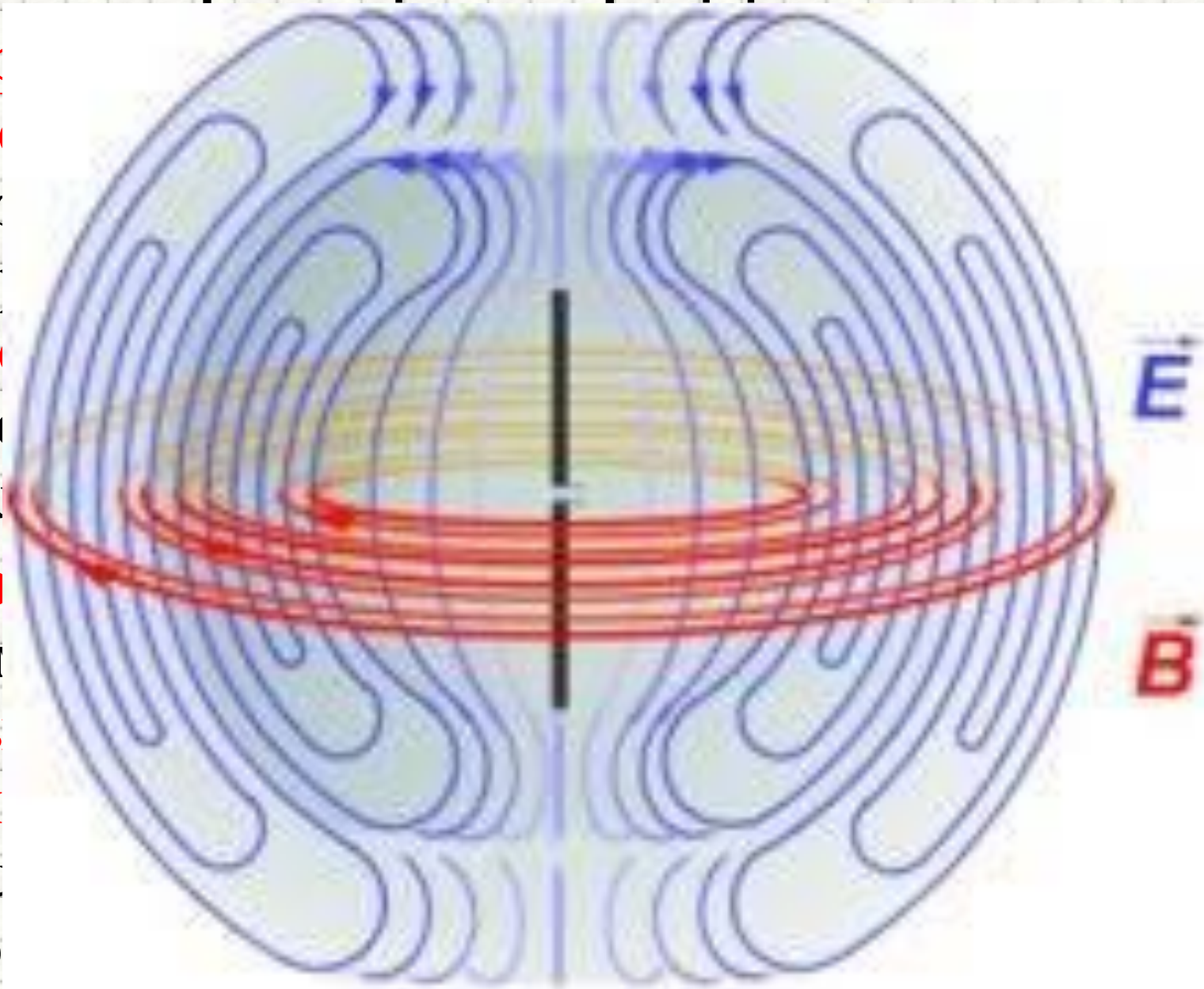
Принцип радиосвязи



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



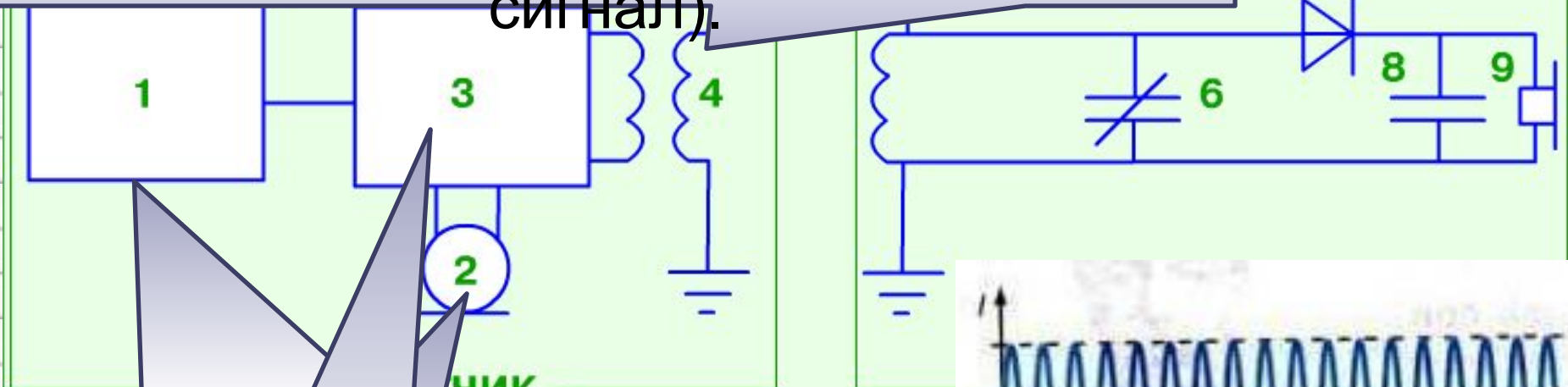
то

т в
еся

оит в
ния

для

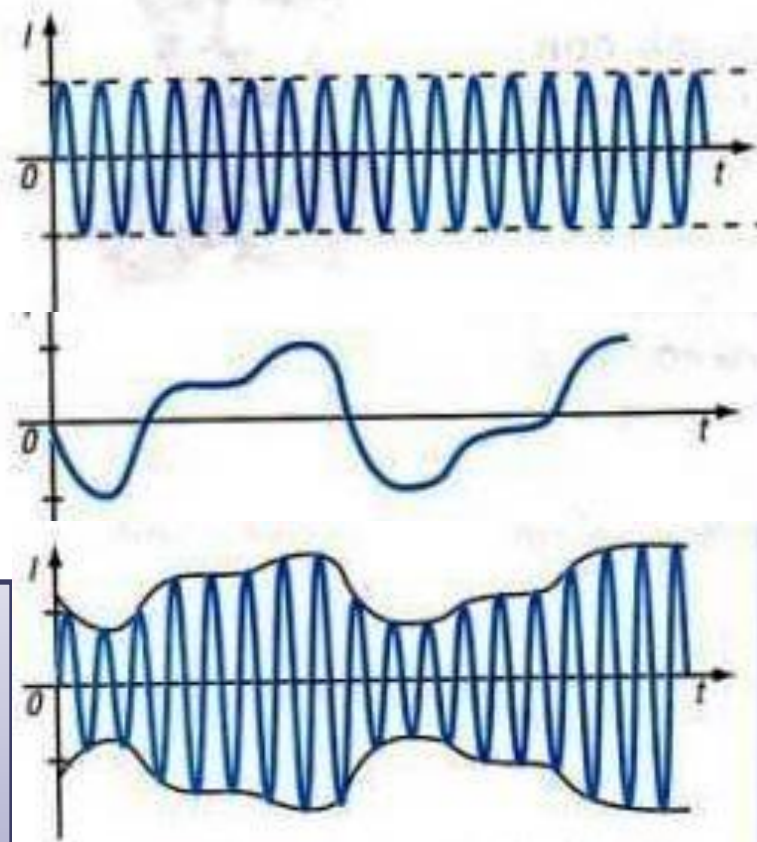
4 — передающая антенна, излучает
электромагнитную волну,
(модулированный высокочастотный
сигнал).



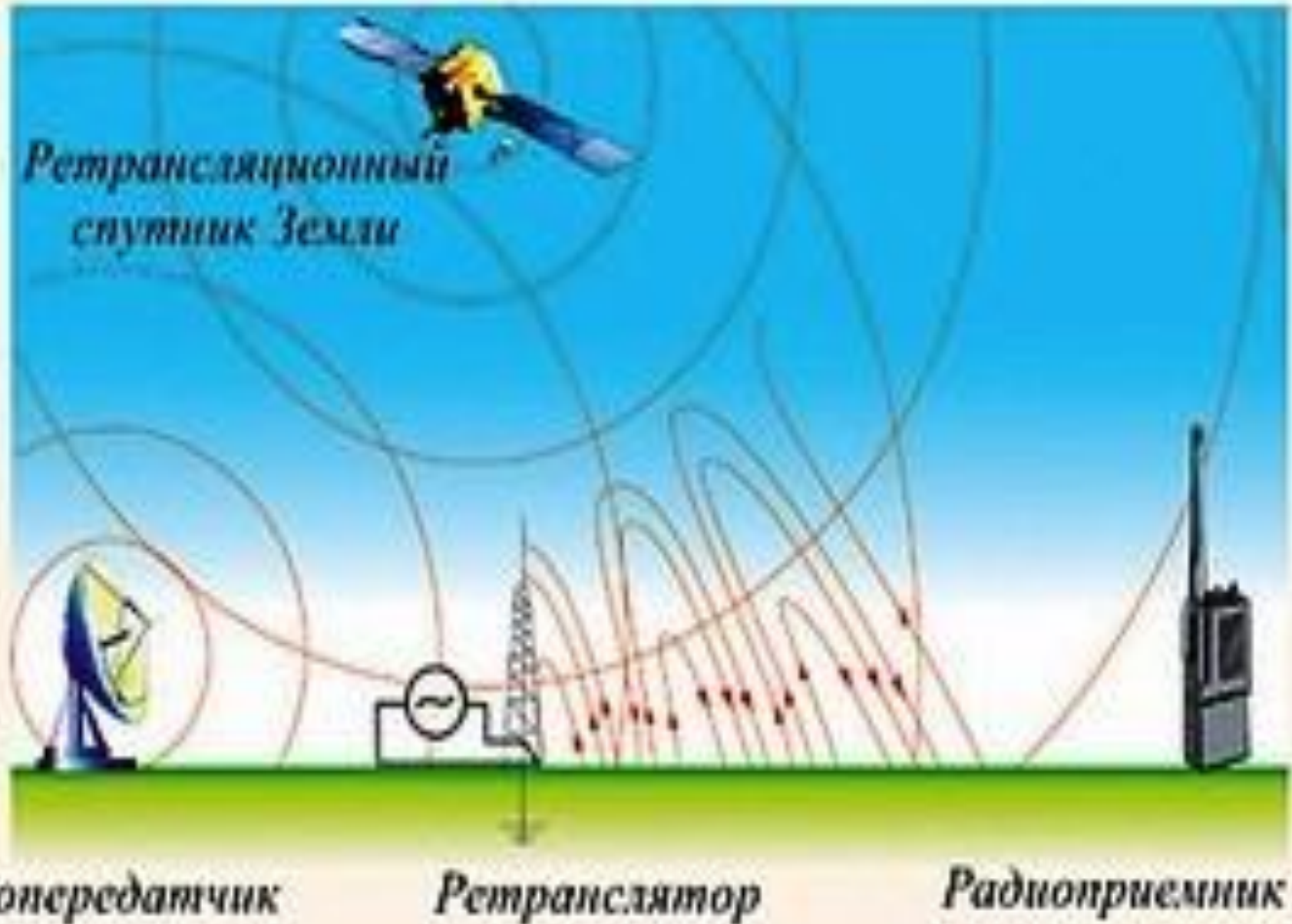
1 — генератор высокой частоты, вырабатывает
электромагнитные колебания
высокой частоты

2 — преобразователь, преобразует
низкочастотные колебания в
высокочастотные

3 — модулятор, накладывает
«низкочастотные»
электромагнитные колебания на
«высокочастотный»



ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РАДИОСВЯЗИ



колебания

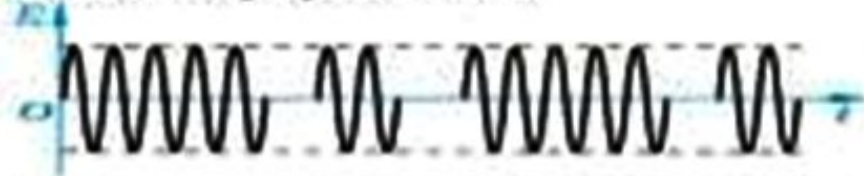
Классификация видов радиоволн

№ 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	Децимиллиметровые	0,1-1 мм	300-3000 ГГц

Виды радиосвязи

Кодирование сигнала

Радиотелеграфная связь



Радиотелеграфная связь, радиовещание



Телевидение

а) видеосигнал



б) звуковой сигнал



Радиолокация



$\lambda, \text{ м}$

10^4

10^3

10^2

10

1

10^{-1}

10^{-2}

10^{-3}

$\nu, \text{ Гц}$

10^5

10^6

10^7

10^8

10^9

10^{10}

10^{11}

Длинные волны

$\lambda = 10^3 - 10^4 \text{ м}$

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

РАДИОДИАПАЗОН

СВЧ-ДИАПАЗОН

Рассмотрим задачи:

Подборка заданий по кинематике
(из заданий ГИА 2008-2010 гг.)

ГИА-2010-12. 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

ГИА-2010-12. Какое из перечисленных ниже свойств света подтверждает его волновые свойства?

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

ГИА-2010-12. Какое электромагнитное излучение из перечисленных ниже видов имеет наибольшую длину волны?

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



ГИА-2010-12. Какой из перечисленных ниже видов электромагнитных излучений имеет наименьшую длину волны?

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



(ГИА 2009 г.) **12.** 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

(ГИА 2010 г.) 13. 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

ГИА-2010-12. На какой частоте работает радиостанция, передавая программу на волне 250 м?

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

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

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

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

ГИА-2010-12. На какой частоте суда передают сигнал бедствия (SOS), если по международному соглашению длина радиоволны этого сигнала должна быть равной 600 м?

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

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

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

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

ГИА-2010-12. Чему равна длина волн, посылаемых радиостанцией, работающей на частоте 1400 кГц?

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

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

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

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

ГИА-2010-12. 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

$$\lambda = c \cdot T$$

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

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

ГИА-2010-12. 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

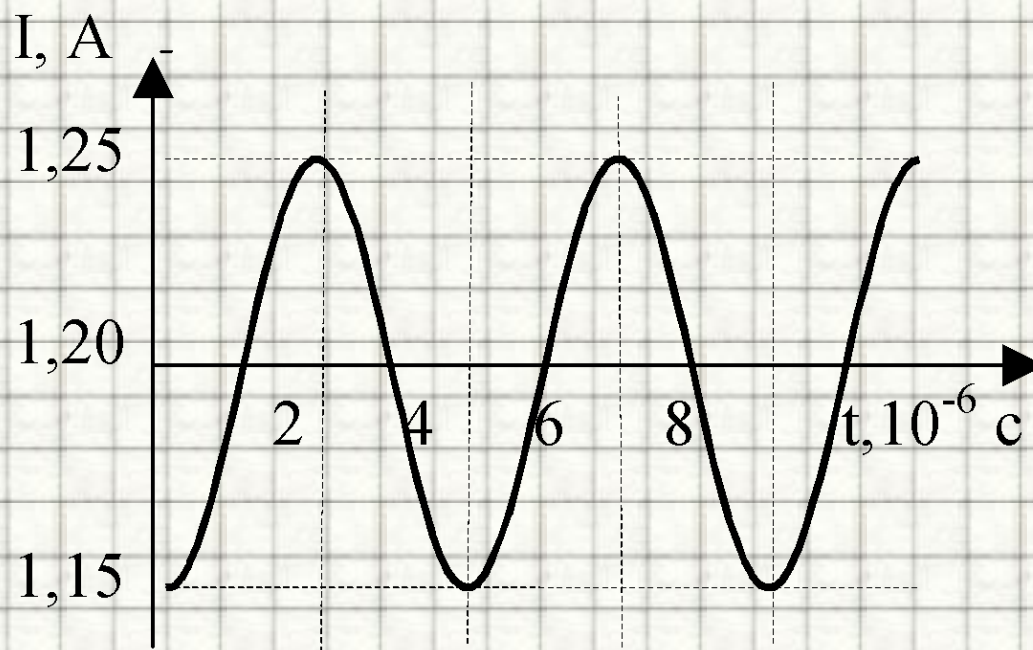
$$T = \frac{\lambda}{c}$$

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

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

(ЕГЭ 2001 г.) A15. На рисунке показан график колебаний силы тока в колебательном контуре с антенной. Определите длину электромагнитной волны, излучаемой антенной.

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

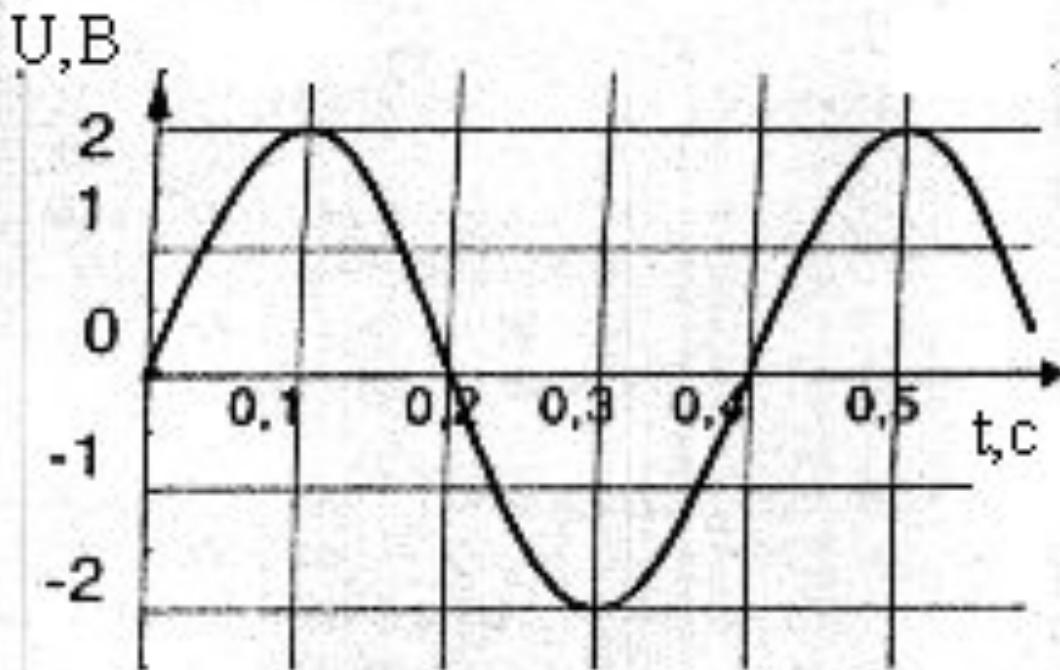


(ЕГЭ 2001 г.) А21. Колебания электрического поля в электромагнитной волне описывается уравнением $E = 10 \cos(10^{-12}t + \pi/2)$. Определите циклическую частоту ω колебаний.

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

(ЕГЭ 2001 г., Демо) А18. 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.



(ЕГЭ 2002 г., Демо) А20. Радиостанция работает на частоте $0,75 \cdot 10^8$ Гц. Какова длина волны, излучаемой антенной радиостанции? (Скорость распространения электромагнитных волн $300\,000$ км/с.)

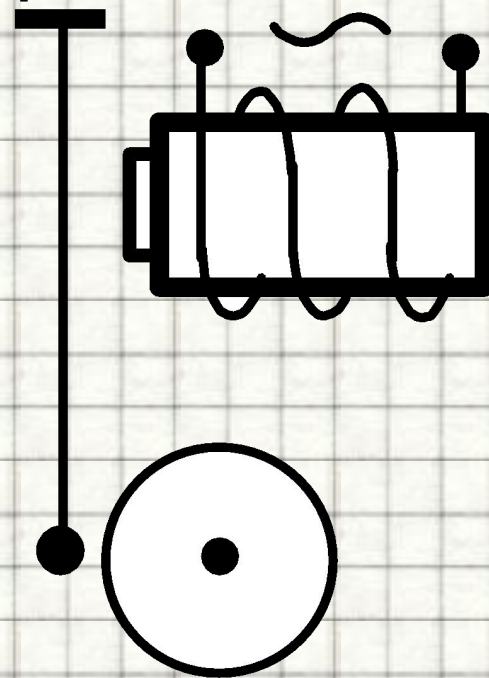
1. $2,25$ м
2. 4 м
3. $2,25 \cdot 10^{-3}$ м
4. $4 \cdot 10^{-3}$ м

(ЕГЭ 2002 г., КИМ) А32. 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

(ЕГЭ 2004 г., демо) А16. 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



(ЕГЭ 2004 г., демо) А17. 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

(ЕГЭ 2008 г., ДЕМО) A21. 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

Литература

1. Вибратор Герца [рисунок] // <http://900igr.net/datai/fizika/Printsip-radiosvjazi/0002-001-Dlja-poluchenija-elektromagnitnykh-voln-Genrikh-Gerts-ispolzova.png>;
2. Вибратор Герца [рисунок] // http://dic.academic.ru/pictures/wiki/files/70/Felder_um_Dipol.jpg;
3. Вибратор Герца [рисунок] // <http://tehnno-science.ru/wp-content/uploads/2012/02/vibrator-gerca.jpg>;
4. Вибратор Герца [рисунок] // http://www.en.edu.ru/shared/files/old/4147_p0189.gif;
5. Видеоролик "Генератор переменного тока"//[Электронный ресурс]// <http://school-collection.edu.ru/catalog/res/4170927d-c63b-4b0f-9142-66cbb89fea84/view/>
6. Видеоролик "Ёмкость в цепи переменного и постоянного тока"//[Электронный ресурс]//
http://narod.ru/disk/start/07_d111se-narod.yandex.ru/3841480001/hc839a1565f13203808aaf655f3865795/%D0%81%D0%BC%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D0%B2%20%D1%86%D0%B5%D0%BF%D0%B8%20%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%B8%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%8F%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D1%82%D0%BE%D0%BA%D0%B0.avi
7. Видеоролик "Получение переменного индукционного тока"//[Электронный ресурс]//
<http://school-collection.edu.ru/catalog/res/d67bc6fb-694a-4f85-95ba-e572ae399a54/view/>
8. Видеоролик "Передача электрической энергии на расстояние"//[Электронный ресурс]//
<https://sites.google.com/site/gymnaziya1belovo/peredatba-elektro.wmv?attredirects=0&d=1>
9. Видеоролик "Передача электрической энергии на расстояние"//[Электронный ресурс]//
<https://sites.google.com/site/gymnaziya1belovo/peredatba-elektro.wmv?attredirects=0&d=1>
10. Видеоролик "Принцип действия трансформатора"//[Электронный ресурс]//
<http://school-collection.edu.ru/catalog/res/0ecdeeb7-391a-48af-a7aa-008952b50853/view/>
11. Видеоролик "Трансформатор"//[Электронный ресурс]// <http://school-collection.edu.ru/catalog/res/c75a8eb5-ab51-4da7-b8f1-ea20eb69d6af/view/>
12. Виды радиоволн // [Электронный ресурс]//
http://eom.pp.ua/books/КопьютерыИсети/hack/Рус/Безопасность%20и%20защита/sredstva/392886_9BE62_lekcii_sredstva_i_sistemy_tehnicheskogo_obespecheniya_obrabo/ССТООХПИ%20учебник/курс%20лекций/lec_21.htm;
13. Виды радиосвязи [рисунок] // http://www.uchkom43.ru/components/com_virtuemart/shop_image/product/4d8b37a3a6935.jpg;
14. Зорин, Н.И. ГИА 2010. Физика. Тренировочные задания: 9 класс / Н.И. Зорин. – М.: Эксмо, 2010. – 112 с. – (Государственная (итоговая) аттестация (в новой форме)).
15. Излучающая антенна [рисунок] // <http://metalera.ru/i/p/1333727482.jpg>;
16. Кабардин, О.Ф. Физика. 9 кл.: сборник тестовых заданий для подготовки к итоговой аттестации за курс основной школы / О.Ф. Кабардин. – М.: Дрофа, 2008. – 219 с;
17. Максвелл, Джеймс Клерк. Википедия // [Электронный ресурс]//
<http://ru.wikipedia.org/wiki/%CC%E0%EA%F1%E2%E5%EB%EB.%C4%E6%E5%E9%EC%F1.%CA%EB%E5%F0%EA>;
18. Перышкин, А. В., Физика. 9 класс. Учебник для общеобразовательных школ / А. В. Перышкин. - М.: Дрофа, 2009. – 198 с.
19. Приемный резонатор [рисунок] // <http://900igr.net/datai/fizika/Printsip-radiosvjazi/0003-002-Elektromagnitnye-volny-registrirovalis-s-pomoschju-priemnogo.png>;
20. Стилизованная звуковая волна [рисунок] // <http://priv2.lori-images.net/stilizovannaya-zvukovaya-volna-0002666218-preview.jpg>;
21. Схема приемника А.С. Попова [рисунок] // http://hevsocium.ru/uploads/posts/2012-05/1336468646_popov1.jpg;
22. Схема радиосвязи [рисунок] // http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/c1fa4768-67a3-4fd2-89b6-591e626d8754/9_72c.swf;
23. Трансформаторы. Передача электрической энергии. Открытая физика // [Электронный ресурс]// <http://www.physics.ru/courses/op25part2/design/index.htm>;
24. Федеральный институт педагогических измерений. Контрольные измерительные материалы (КИМ) Физика ГИА-9 2010 г. // [Электронный ресурс]//
<http://fipi.ru/view/sections/214/docs/>
25. Федеральный институт педагогических измерений. Контрольные измерительные материалы (КИМ) Физика ЕГЭ 2001-2010// [Электронный ресурс]//
<http://fipi.ru/view/sections/92/docs/>
26. Электромагнитные волны. . Открытая физика // [Электронный ресурс]// <http://www.physics.ru/courses/op25part2/design/index.htm>;