

Электромагнитные волны

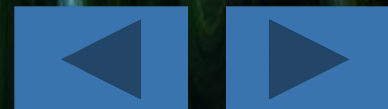


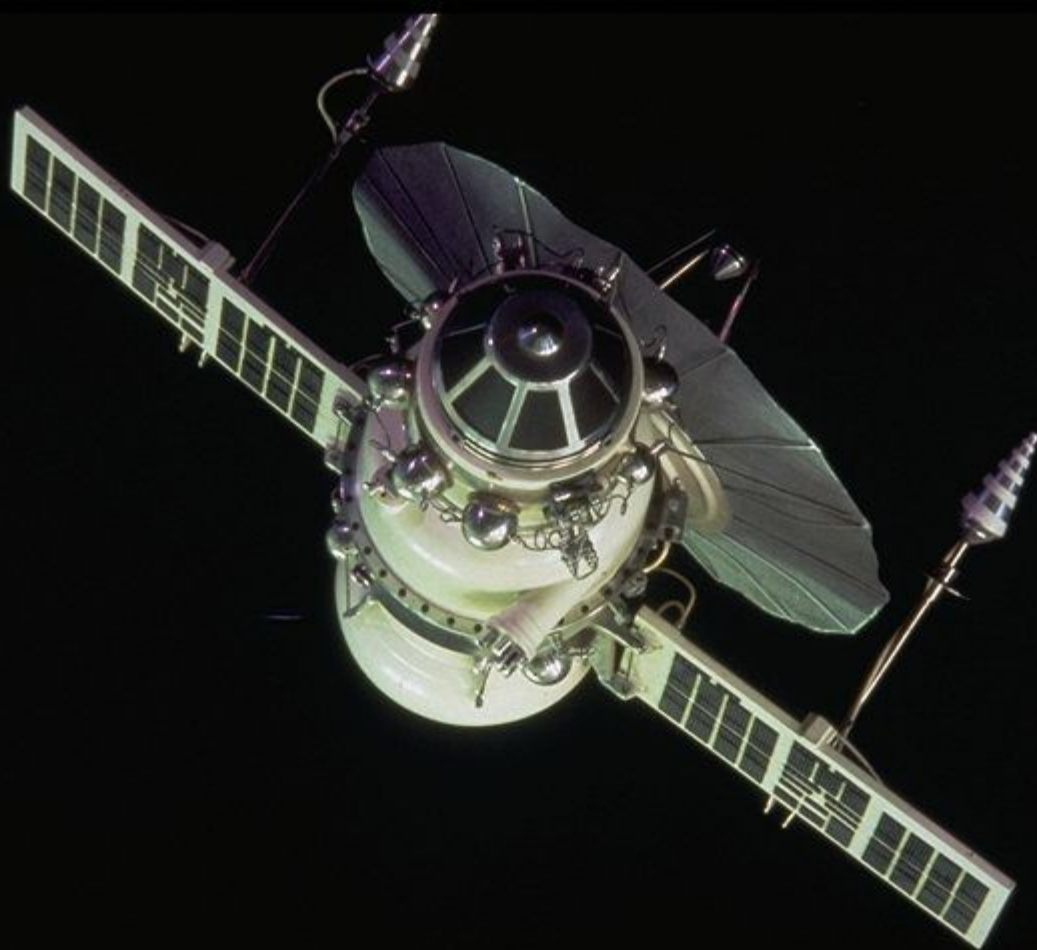
Наша жизнь
немыслима без
телевидения и
радиовещания.





Навигация в космосе.





Спутниковая связь.



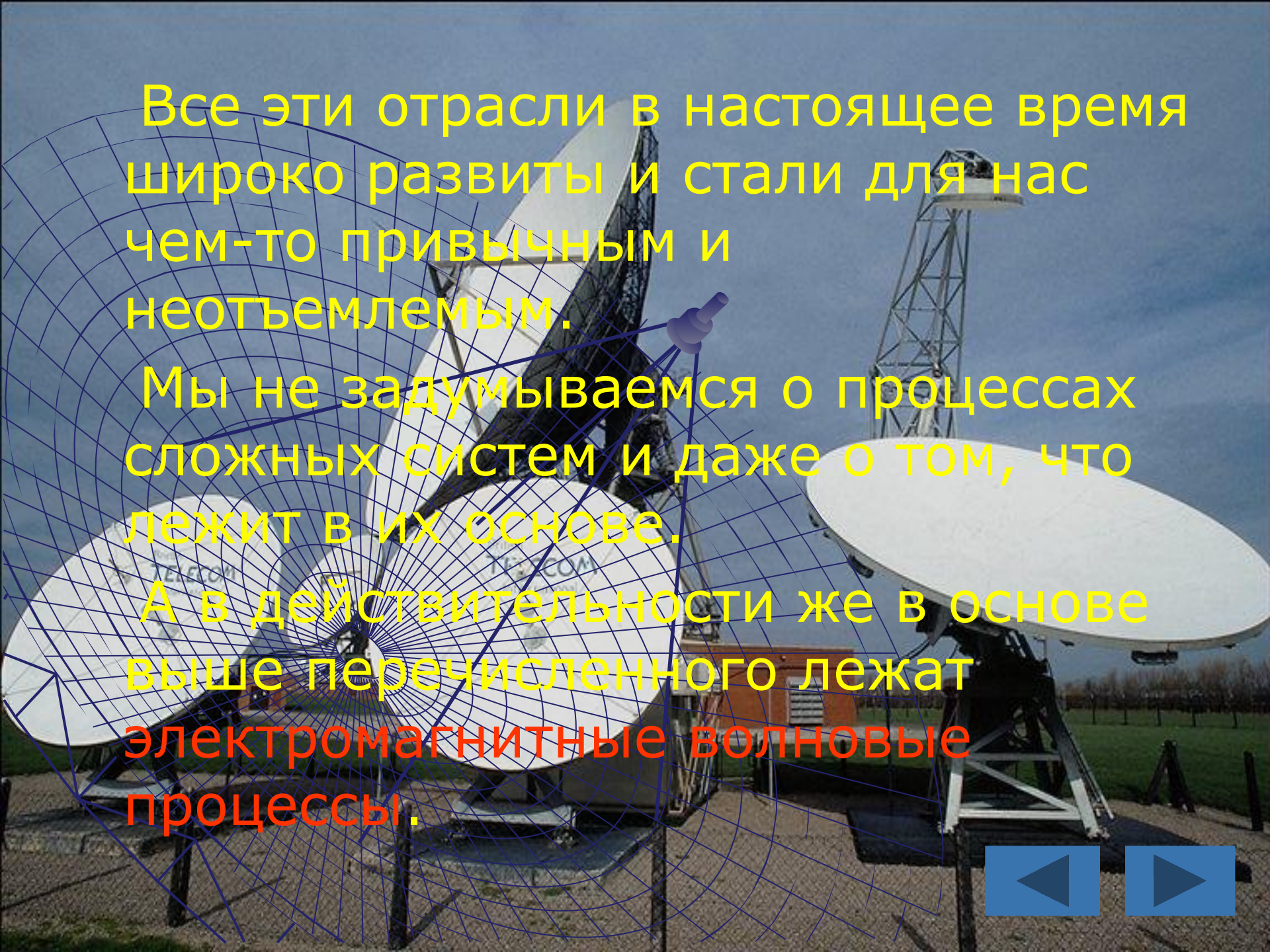


Авиарейсы.



Микротехнологии





Все эти отрасли в настоящее время широко развиты и стали для нас чем-то привычным и неотъемлемым.

Мы не задумываемся о процессах сложных систем и даже о том, что лежит в их основе.

А в действительности же в основе выше перечисленного лежат электромагнитные волновые процессы.



The background of the slide is a photograph of several large white satellite dish antennas mounted on metal structures in an open field. A blue grid pattern, consisting of concentric circles and radial lines, is overlaid on the left side of the image. The text is centered over the image.

Итак, с помощью данной
презентации попытаемся
разобраться что такое
электромагнитные волны.



A photograph of a satellite ground station with several large white parabolic dish antennas mounted on metal structures. A blue grid representing electromagnetic waves is overlaid on the image, emanating from the center of the dishes. The text is centered over the image.

Вы сейчас находитесь в
помещении, однако не смотря на
это, Вас окружают тысячи, а
возможно и больше,
электромагнитных волн.



Попробуем их почувствовать.

Обонянием



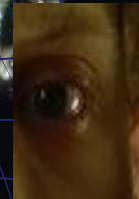
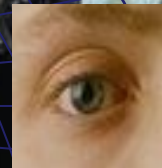
Потрогаем руками



Слухом

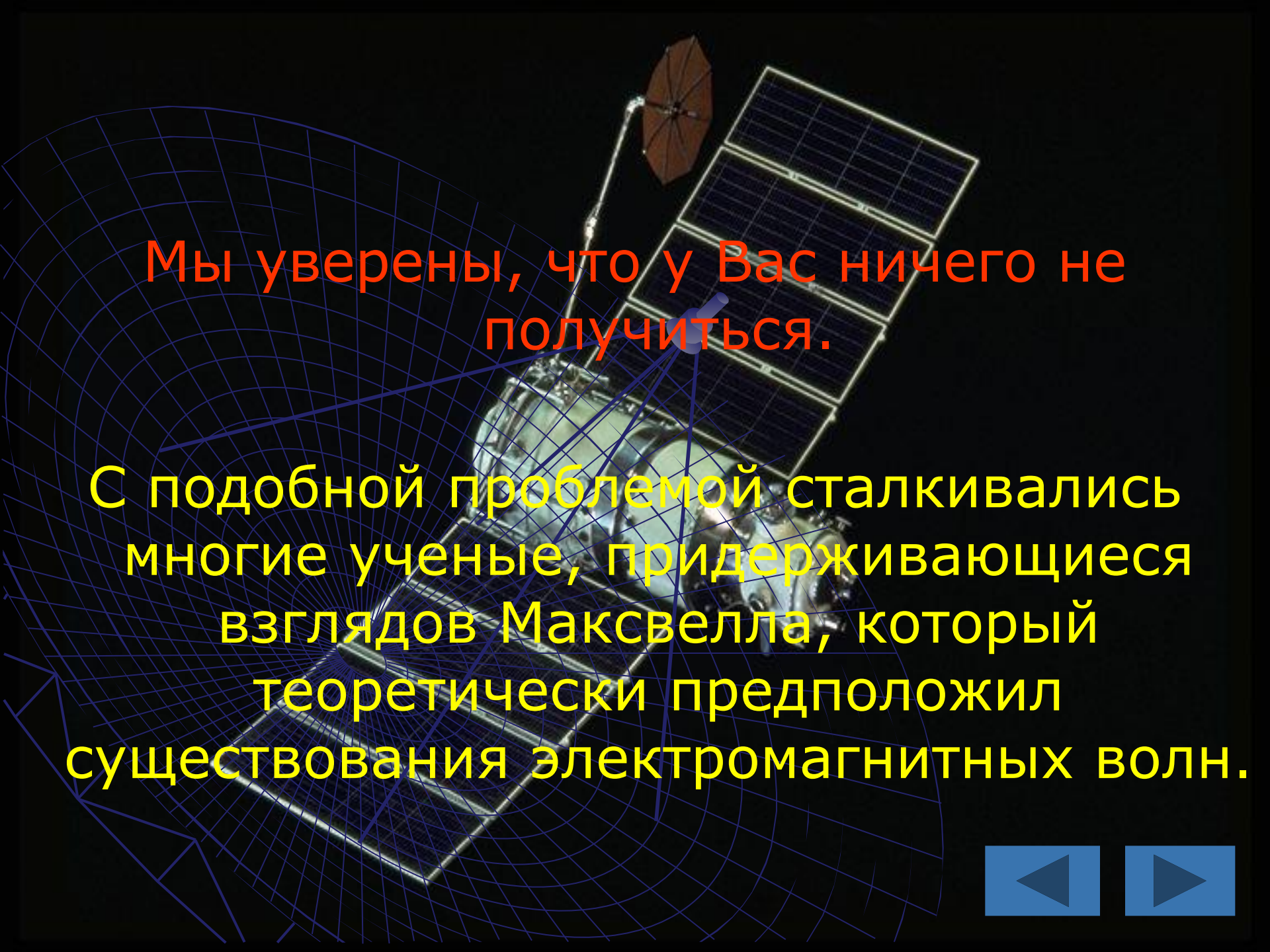


Попробуем их увидеть



Попробуем на язык





Мы уверены, что у Вас ничего не
получится.

С подобной проблемой сталкивались
многие ученые, придерживающиеся
взглядов Максвелла, который
теоретически предположил
существования электромагнитных волн.



Герцу впервые удалось доказать существование электромагнитных волн.

Герц Генрих (1857—1894) — немецкий физик, впервые экспериментально доказавший в 1886 г. существование электромагнитных волн. Исследуя электромагнитные волны, Герц установил тождественность основных свойств электромагнитных и световых волн. Работы Герца послужили экспериментальным доказательством справедливости теории электромагнитного поля и, в частности, электромагнитной теории света. Уравнения Максвелла в современной форме были записаны Герцем. В 1886 г. Герц впервые наблюдал фотоэффект.



Электромагнитные волны.



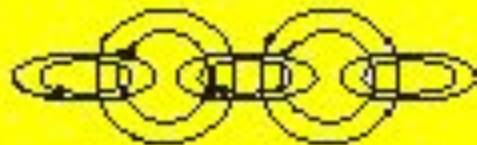
Перемещение заряда меняет **электрическое поле** вблизи него, переменное электрическое поле порождает переменное **магнитное поле**, которое порождает **переменное электрическое** и т. д.



Колебательный контур.

В колебательном контуре могут возникать свободные электромагнитные колебания.

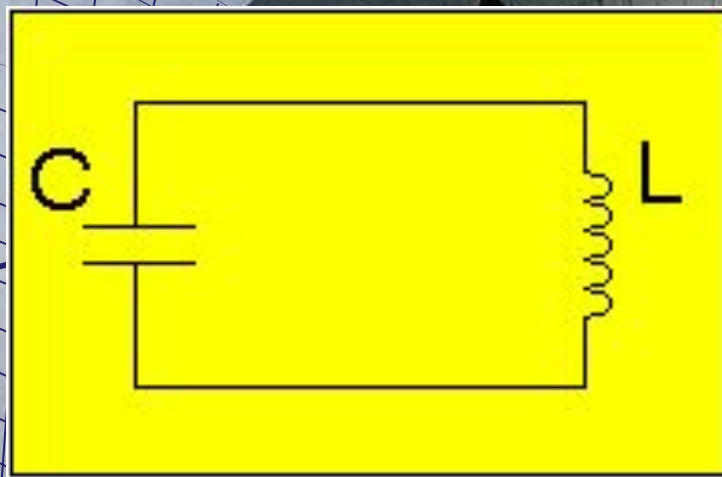
$$\vec{B} \sim \Rightarrow \vec{E} \sim \Rightarrow \vec{B} \sim \dots$$



Электромагнитные колебания заряда и силы тока в колебательном контуре сопровождаются взаимными превращениями электрического и магнитного полей.



Колебательный контур.



Колебательный контур (закрытый) — цепь, состоящая из последовательно включенных катушки индуктивностью L и конденсатора емкостью C .



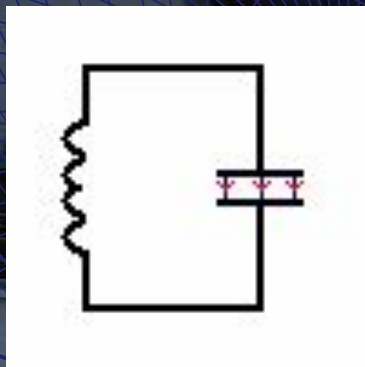
Опыты Герца

Для получения электромагнитных волн высокой интенсивности Герц использовал простое устройство — открытый колебательный контур «вibrator Герца»

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Перейдем от закрытого колебательного контура к открытому:

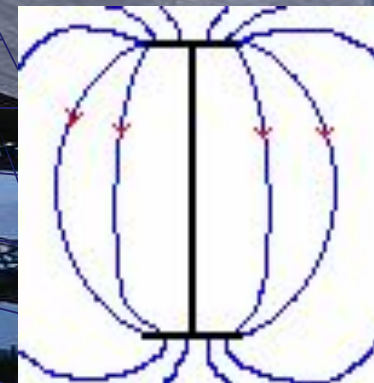
1



2



3



Опыты Герца

Примерно так выглядел вибратор Герца.

Когда разность потенциалов превышала некоторое предельное значение, проскакивала искра, цепь замыкалась и в контуре возникали электрические колебания.

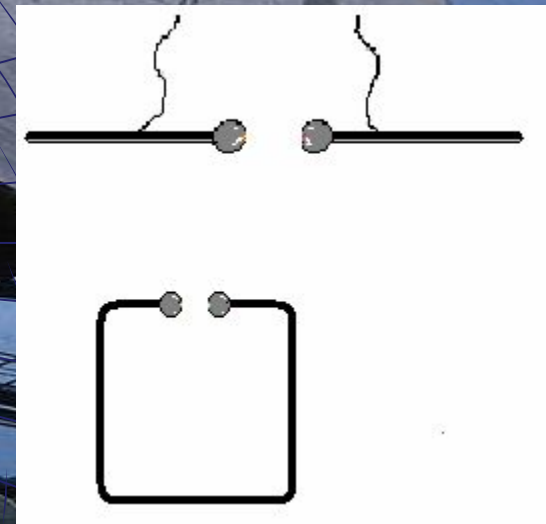
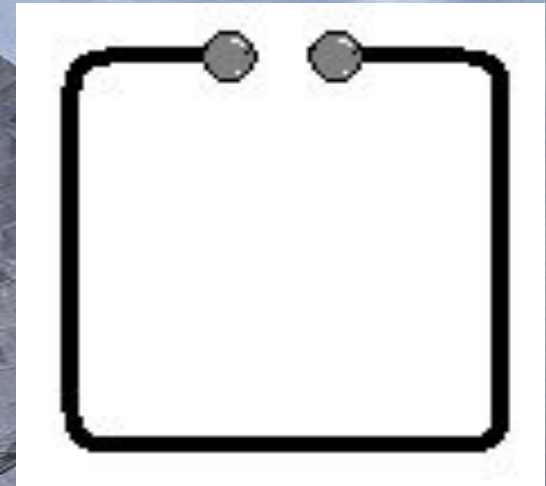


Опыты Герца

Электромагнитные волны регистрировались Герцем с помощью приемного вибратора - резонатор

Если собственная частота приемного вибратора совпадает с частотой электромагнитной волны наблюдается резонанс. Это фиксировалось благодаря искорки в очень маленьком промежутке между проводниками приемного вибратора.

Так можно было судить, что волна достигла приемника.



Свойства электромагнитных волн

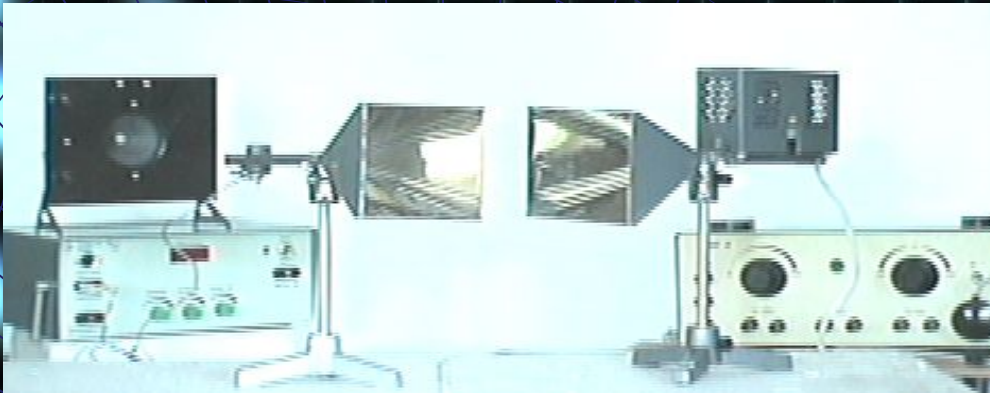
Свойства электромагнитных волн
подобны другим волнам, например,
механическим.



Свойства электромагнитных волн

Установка для исследования свойств Э/М волн.

Описание установки



Кликните на значок чтобы включить установку.



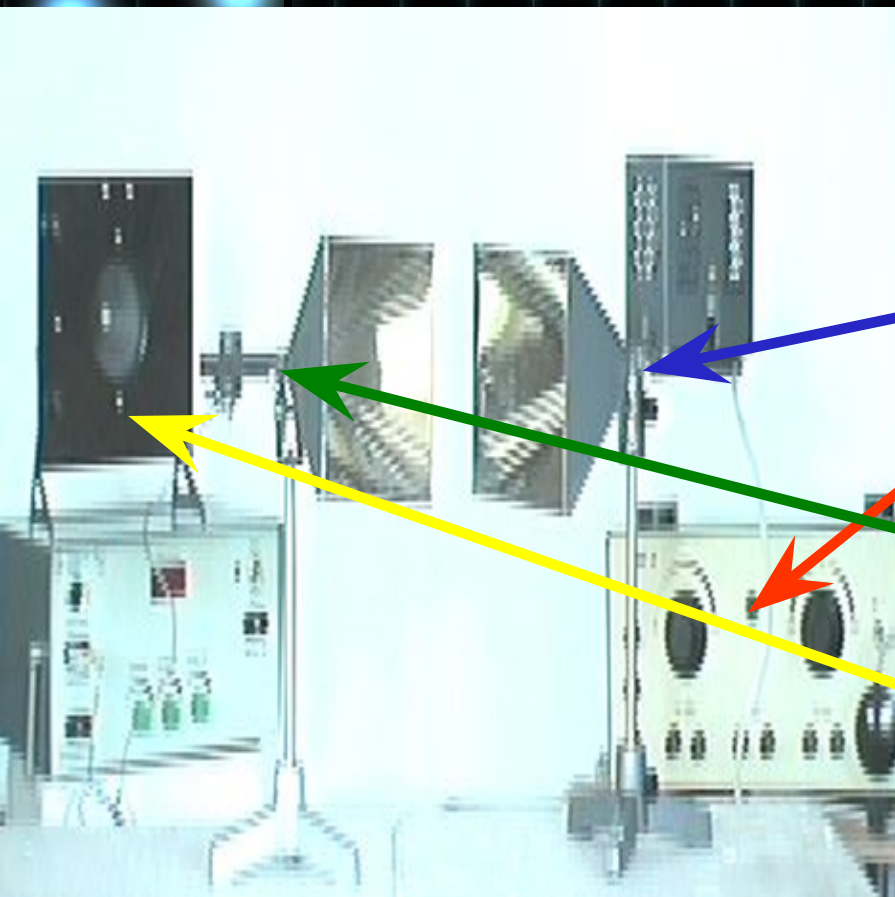
Направим рупоры источника и приемник друг на друга.



Кликните на значок чтобы включить установку.



Установка для исследования свойств Э/М волн.



Для наблюдения и изучения свойств электромагнитных волн, подключим к универсальному выпрямителю **ВУП-2** генератор сверхвысокочастотных колебаний с передающей рупорной антенной.

Напротив передатчика расположим приемник электромагнитных волн, который состоит из такой же, как и передающая, приемной рупорной антенны и **динамического громкоговорителя**.

Звучание динамика свидетельствует о работе СВЧ приемо-передающего комплекса.

Вернуться назад



Свойства электромагнитных волн

Металл не пропускает электромагнитные волны.



Кликните на значок чтобы включить установку.



Поместим металлическую пластину на пути распространения электромагнитных волн.



Кликните на значок чтобы включить установку.



Свойства электромагнитных волн

Диэлектрики ослабляют электромагнитные волны.



Поместим пластину диэлектрика на пути распространения электромагнитных волн.



Кликните на значок чтобы включить установку.

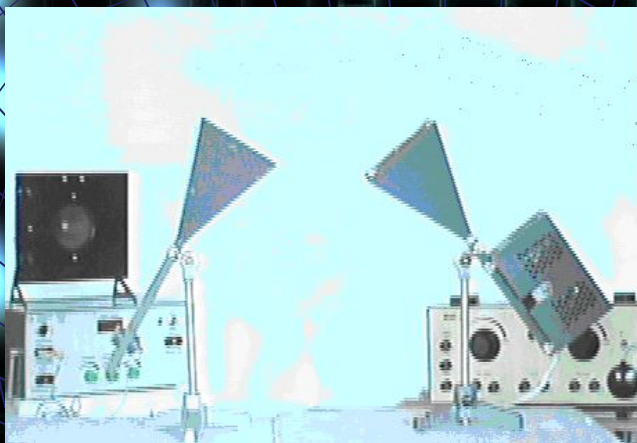


Кликните на значок чтобы включить установку.



Свойства электромагнитных волн

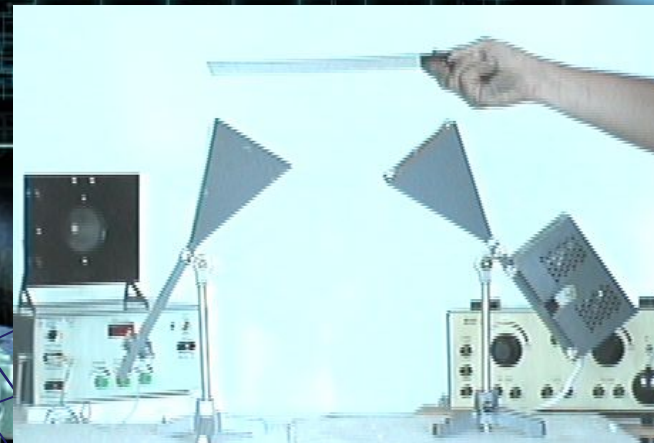
Электромагнитные волны отражаются.



Кликните на
значок чтобы
включить
установку.



Внесем
металличе-
ское
зеркало.

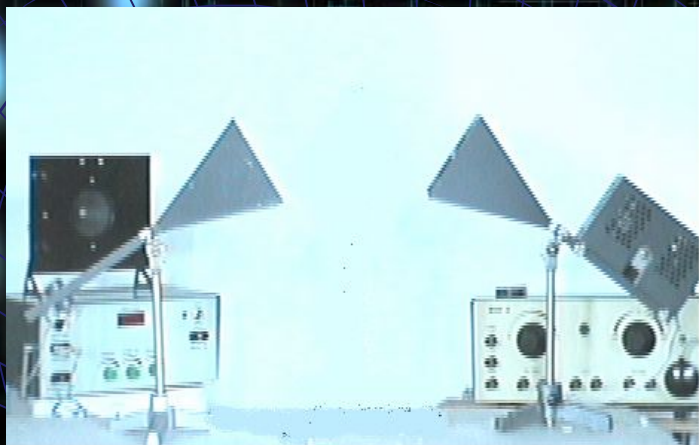


Кликните на
значок чтобы
включить
установку.

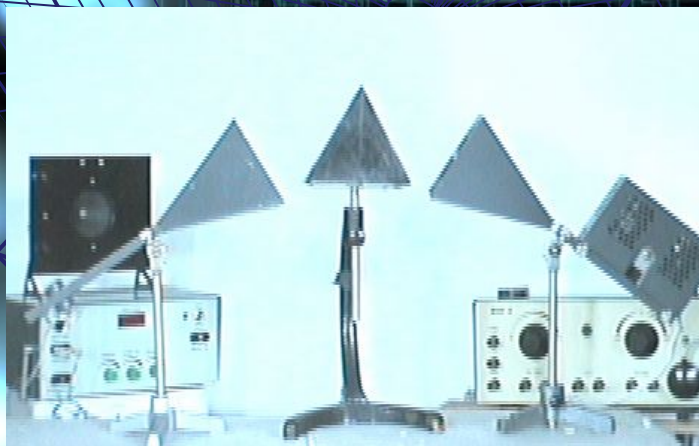


Свойства электромагнитных волн

Электромагнитные волны при переходе из одной среды в другую преломляются.



Внесем призму из диэлектрика на пути распространения электромагнитных волн.



Кликните на значок чтобы включить установку.



Кликните на значок чтобы включить установку.

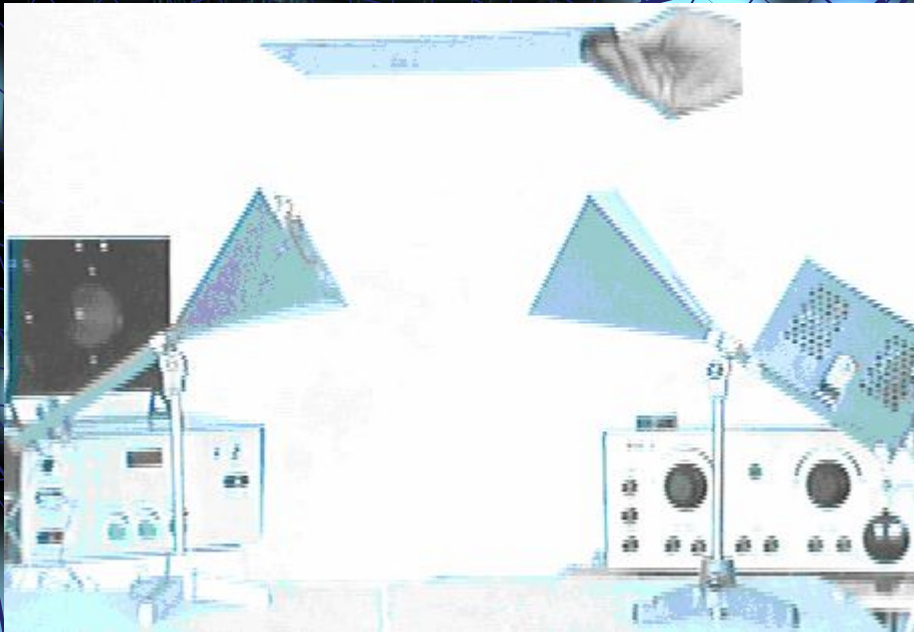


Свойства электромагнитных волн

Интерференция электромагнитных волн.

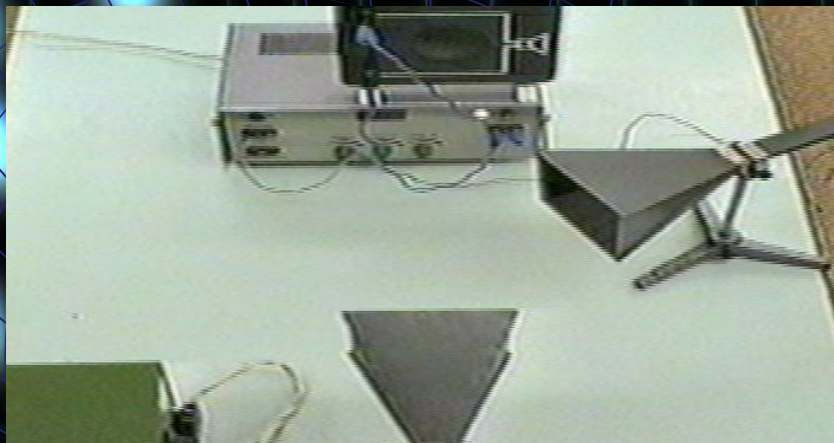
Когерентные волны
получаются благодаря
частичному отражению
от металлического
зеркала.

Кликните на
значок чтобы
включить
установку.



Свойства электромагнитных волн

Дифракция Э/М волн.



Поместим щель на пути распространения электромагнитных волн.



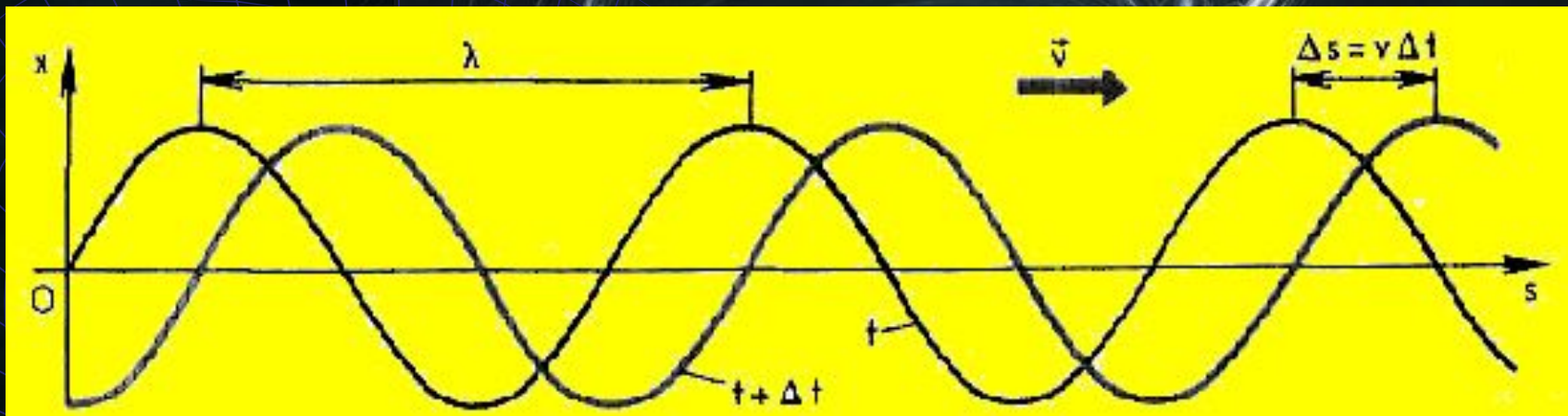
Кликните на значок чтобы включить установку.



Кликните на значок чтобы включить установку.



Основные характеристики электромагнитной волны.



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

Связь скорости распространения волны с длиной и периодом.

$$T = \frac{1}{\nu}$$

Связь периода электромагнитной волны с частотой

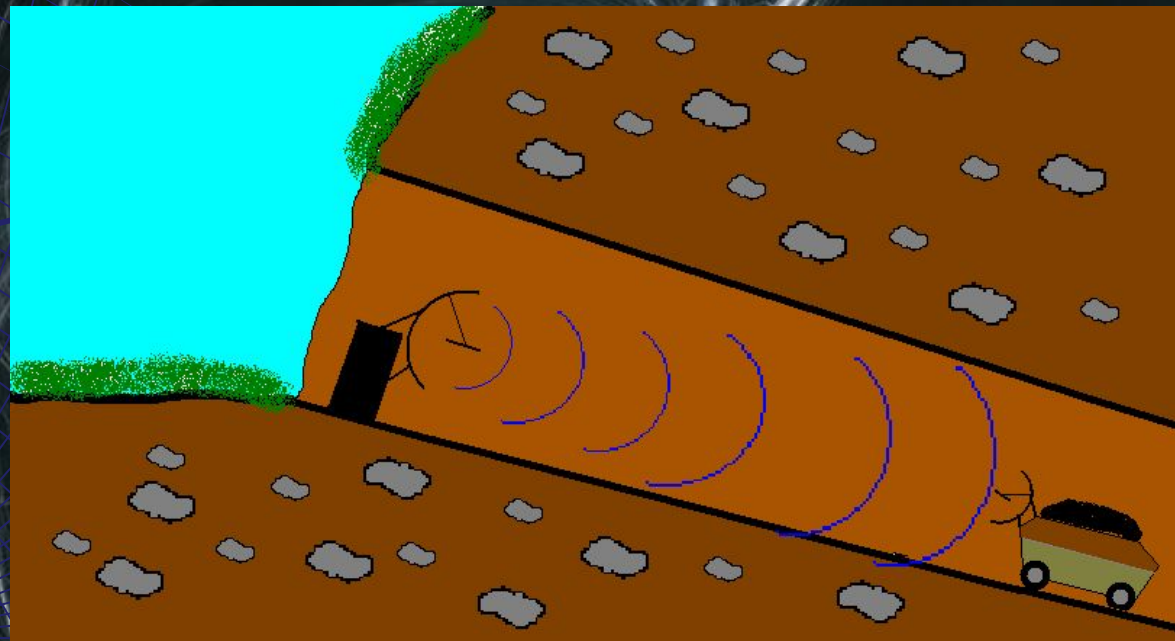
$$v = \lambda \nu$$

Связь скорости распространения Э/М волны с длиной и частотой



Основные характеристики электромагнитной волны.

Для привода электродвигателя вагонетки не требуется проводов, энергия передается по средствам электромагнитной волны.



Электромагнитная волна несет энергию.



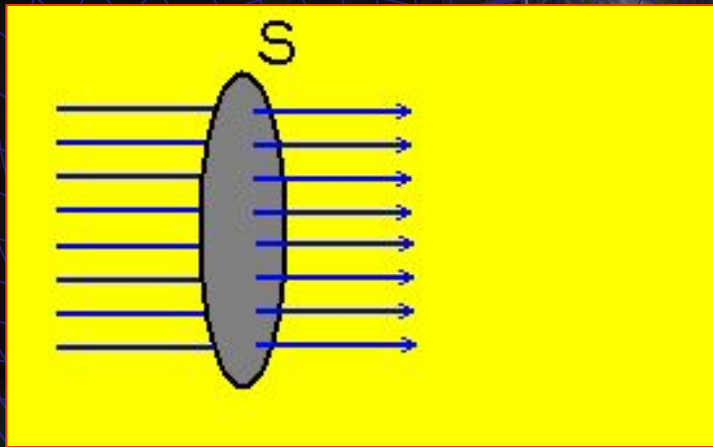
Основные характеристики электромагнитной волны.

Итак, нам необходимо знать
энергетическую характеристику
электромагнитной волны.

Такой характеристикой является
ПЛОТНОСТЬ ПОТОКА ЭЛЕКТРОМАГНТНОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ



Основные характеристики электромагнитной волны.



$$I = \frac{\Delta W}{S \Delta t}$$

Плотностью потока электромагнитного излучения **I** называют отношение электромагнитной энергии ΔW проходящей за время Δt через перпендикулярную лучам поверхность **S**, к произведению площади **S** на время Δt .



Основные характеристики электромагнитной волны.

Плотность потока излучения в СИ:

$$[I] = \frac{1 \Delta W}{1 S 1 \Delta t} \underset{\text{радиация}}{=} \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ м}^2 1 \text{ с}} = 1 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$$



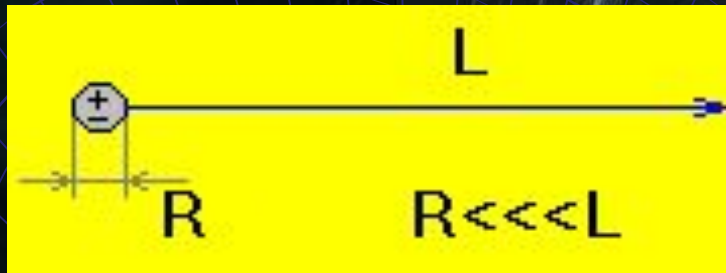
Основные характеристики электромагнитной волны.

**Найдем зависимость плотности
потока излучения от расстояния до
источника.**

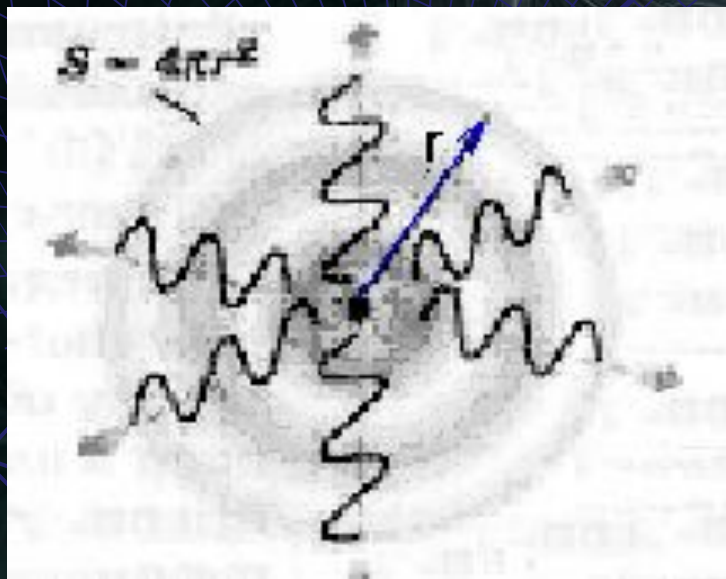
**Для этого введем новое понятие
– *точечный источник излучения.***



Основные характеристики электромагнитной волны.



Точечный источник – источник размерами которого можно пренебречь по отношению к расстоянию, на котором оценивается его действие.



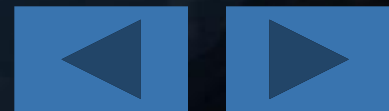
Такой источник излучает электромагнитные волны по всем направлениям с одинаковой интенсивностью.



Основные характеристики электромагнитной волны.

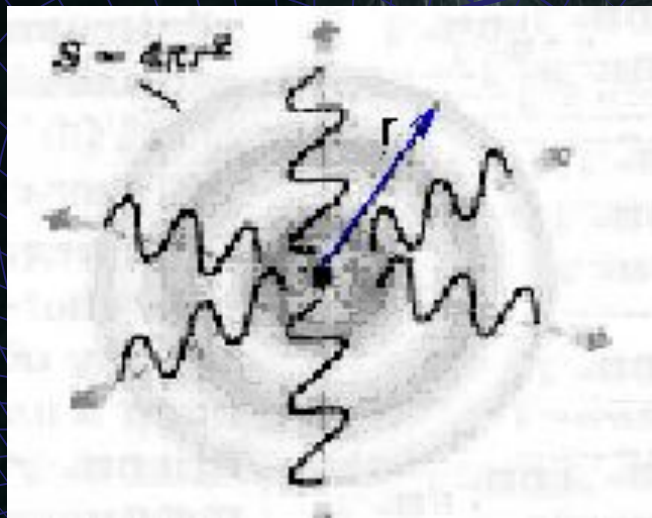
Звезды излучают свет, т. е.
электромагнитные волны.

Так как расстояние до звезд
в огромное число раз
превышает их размеры, то их
можно считать точечными
источниками
электромагнитных волн.



Основные характеристики электромагнитной волны.

Зависимость плотности потока излучения от расстояния до источника.



$$S = 4\pi\Delta R^2$$

$$I = \frac{\Delta W}{S\Delta t} = \frac{\Delta W}{4\pi\Delta t} \cdot \frac{1}{R^2}$$

Итак, плотность потока излучения **обратно пропорциональна** квадрату расстояния до источника.

$$I \sim \frac{1}{R^2}$$



Основные характеристики электромагнитной волны.

Зависимость потока излучения от частоты.

$$E \sim a \sim \omega^2$$

$$B \sim a \sim \omega^2$$

$$I \sim (E^2 + B^2) \sim \omega^4$$

Плотность потока излучения прямо пропорциональна четвертой степени частоты.



Основные характеристики электромагнитной волны.

Итак, интенсивность волны пропорциональна четвертой степени частоты и убывает обратно пропорционально квадрату расстояния от источника.



Использование электромагнитных волн.

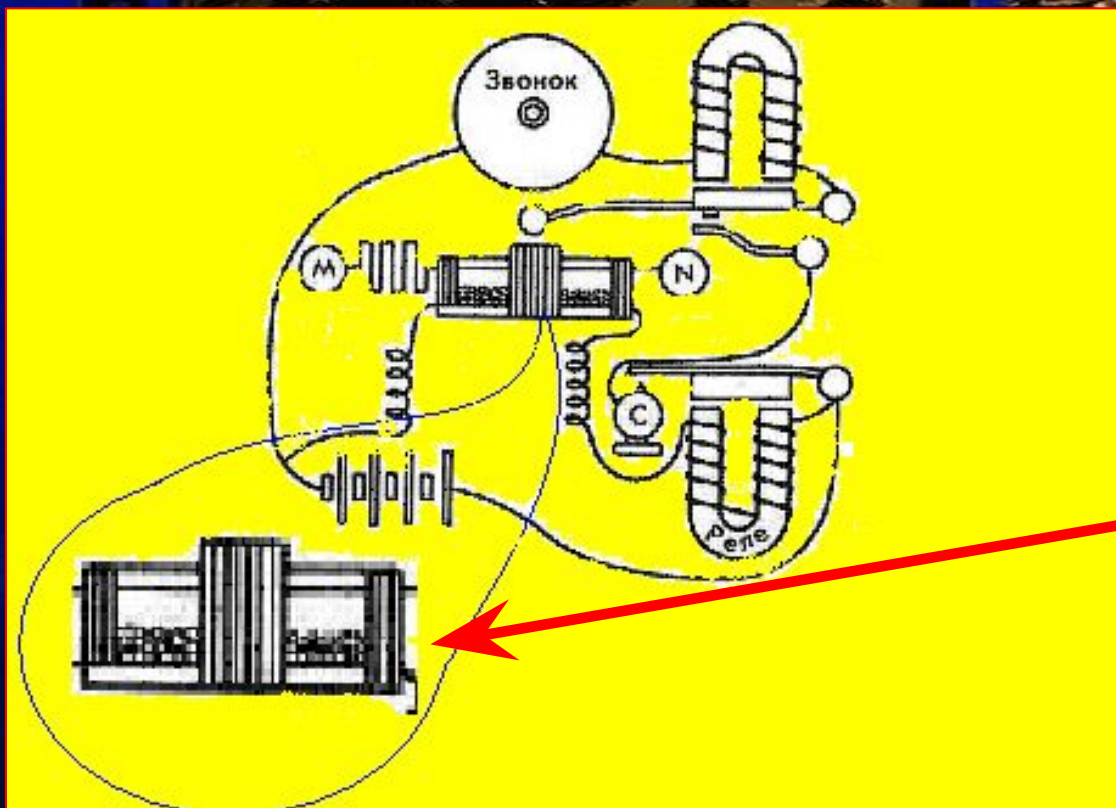
**7 мая 1895 г. Александр Степанович Попов
создал первый в мире радиоприемник.**

Попов Александр Степанович (1859 - 1906) – русский физик, изобретатель радио. Убеденный в возможности связи без проводов при помощи электромагнитных волн, Попов построил первый в мире радиоприемник, применив в его схеме чувствительный элемент – когерер.



Использование электромагнитных волн.

Принципиальная схема
приемника Попова.



В качестве
чувствительного к
электромагнитным
волнам элемента
Попов
использовал
КОГЕРЕР.



Использование электромагнитных волн.

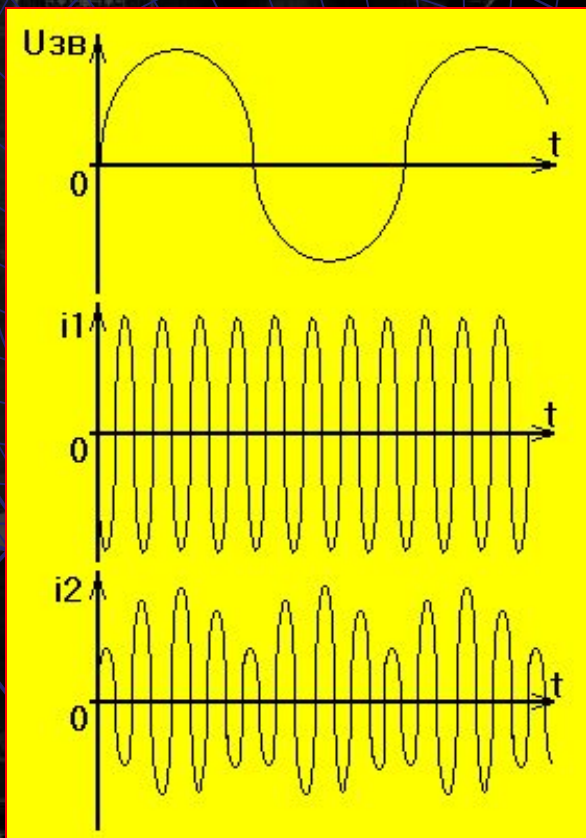
Принцип радиосвязи.

Модуляция.

Колебания звуковой частоты сравнительно медленные, а электромагнитные волны при этом почти не излучаются.

Высокочастотные электрические колебания способны излучать электромагнитные волны высокой интенсивности.

Используем высокочастотную волну в качестве «поезда» для «пассажира» - низкочастотных колебаний по средствам **амплитудной модуляции**.



Использование электромагнитных волн.

Принцип радиосвязи.

Модуляция.

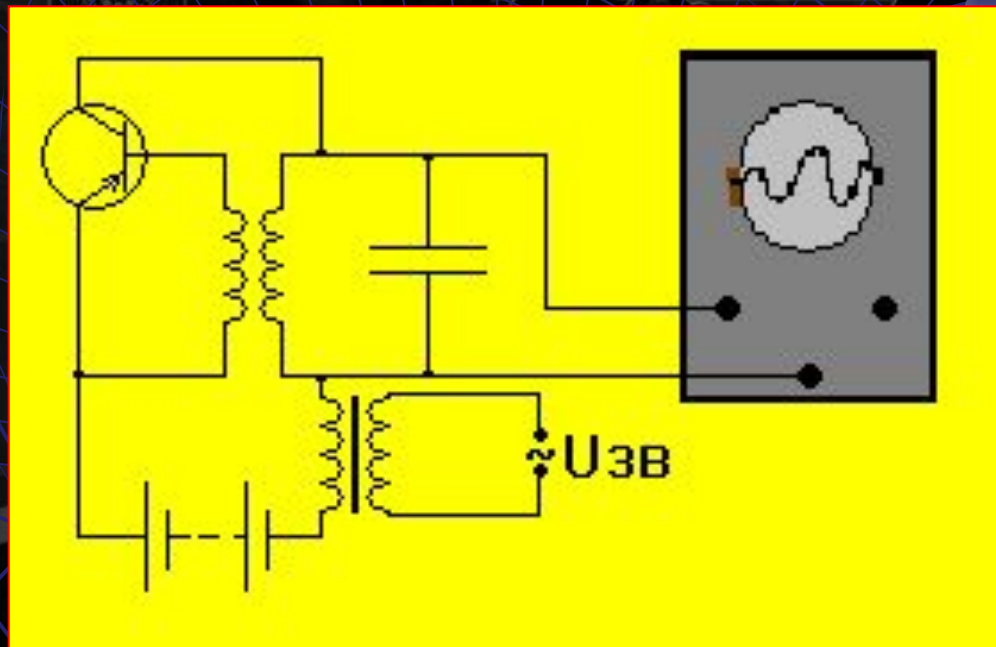


Схема простейшего устройства для амплитудной модуляции.

Амплитуда колебаний в колебательном контуре будет изменяться в такт с изменениями напряжения на транзисторе.

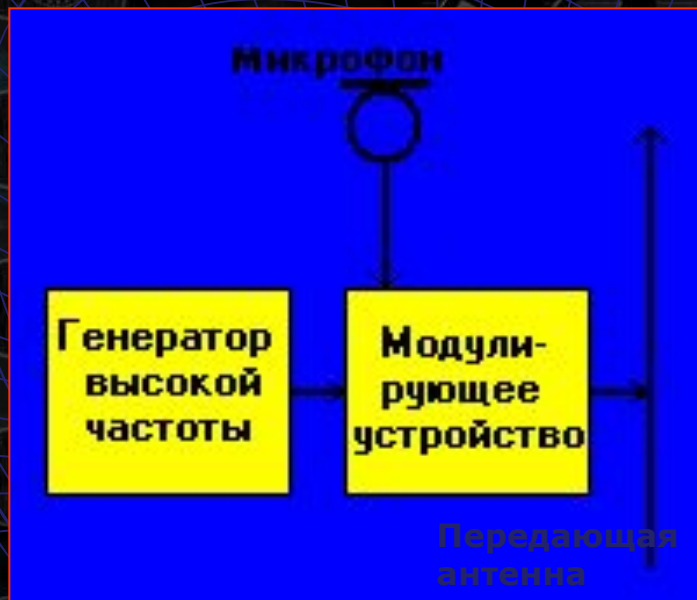
Это означает, что высокочастотные колебания моделируются по амплитуде низкочастотным сигналом.



Использование электромагнитных волн.

Принцип радиосвязи.

Передатчик.



Таким образом можно представить схему передатчика.

Где генератор генерирует высокочастотные электрические колебания, микрофон преобразует звуковые колебания низкой частоты в соответствующие электрические, далее модулирующее устройство модулирует высокочастотные колебания по амплитуде в соответствии с колебаниями звуковой частоты.

Модулированные колебания подаются на передающую антенну. Она служит для увеличения дистанции передачи электромагнитной волны.



Использование электромагнитных волн.

Принцип радиосвязи.

Детектирование.

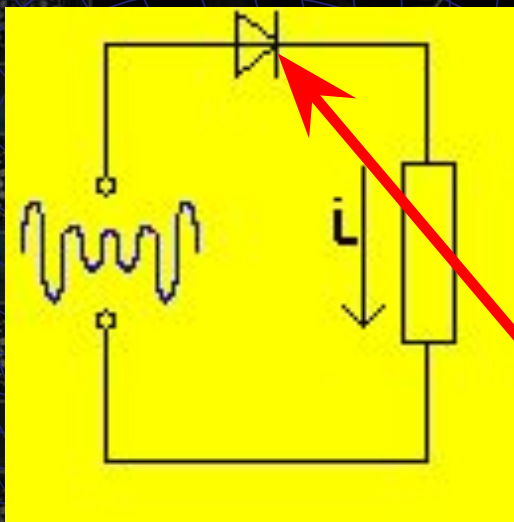
В приемнике из модулированных колебаний высокой частоты выделяются низкочастотные колебания, такой процесс называют детектированием.



Использование электромагнитных волн.

Принцип радиосвязи.

Детектирование.



Детектирование осуществляется устройством с однородной проводимостью.

Например, электронная лампа или вакуумный диод, **полупроводниковый диод.**



Использование электромагнитных волн.

Принцип радиосвязи.

Детектирование.



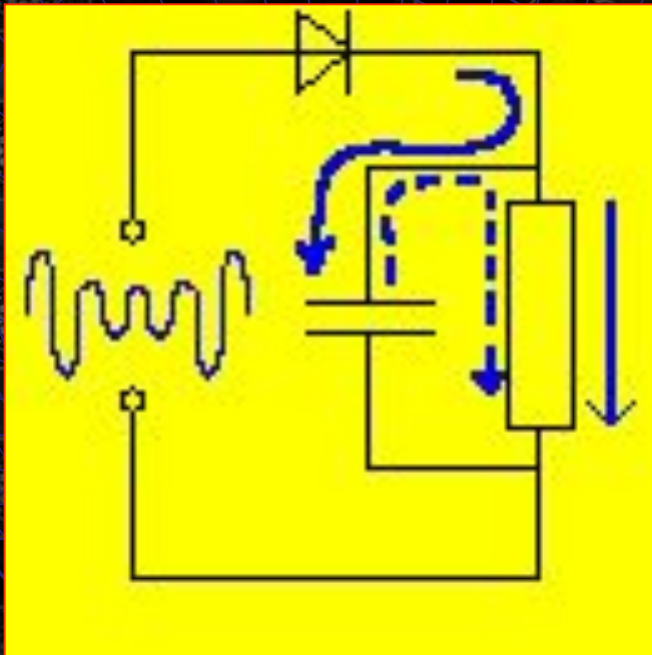
Благодаря детектору, в цепи будет течь пульсирующий ток, график которого представлен на рисунке.



Использование электромагнитных волн.

Принцип радиосвязи.

Детектирование.



Пульсирующий ток
сглаживается с помощью
фильтра.

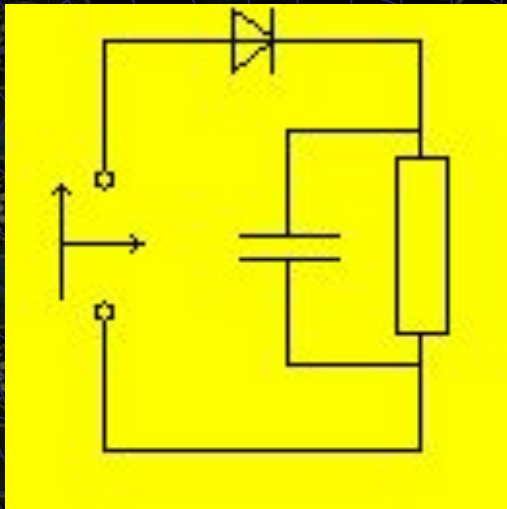
Простейший фильтр
представляет собой
конденсатор,
присоединенный к нагрузке
как показано на рисунке.



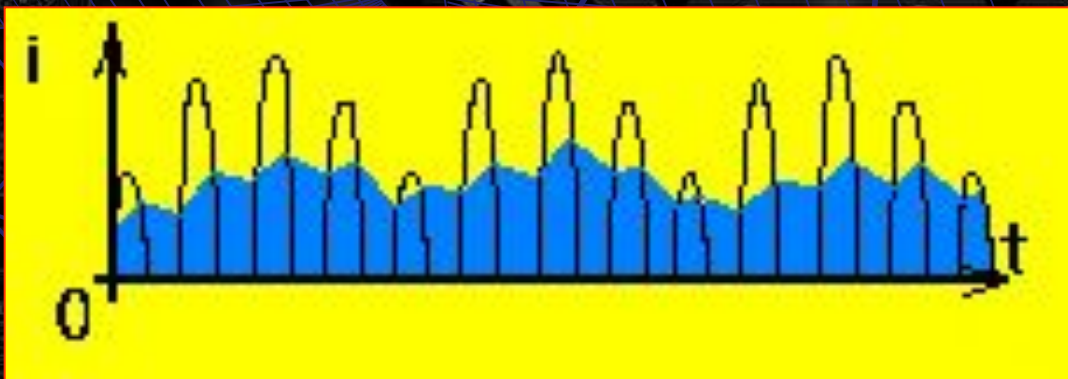
Использование электромагнитных волн.

Принцип радиосвязи.

Детектирование.



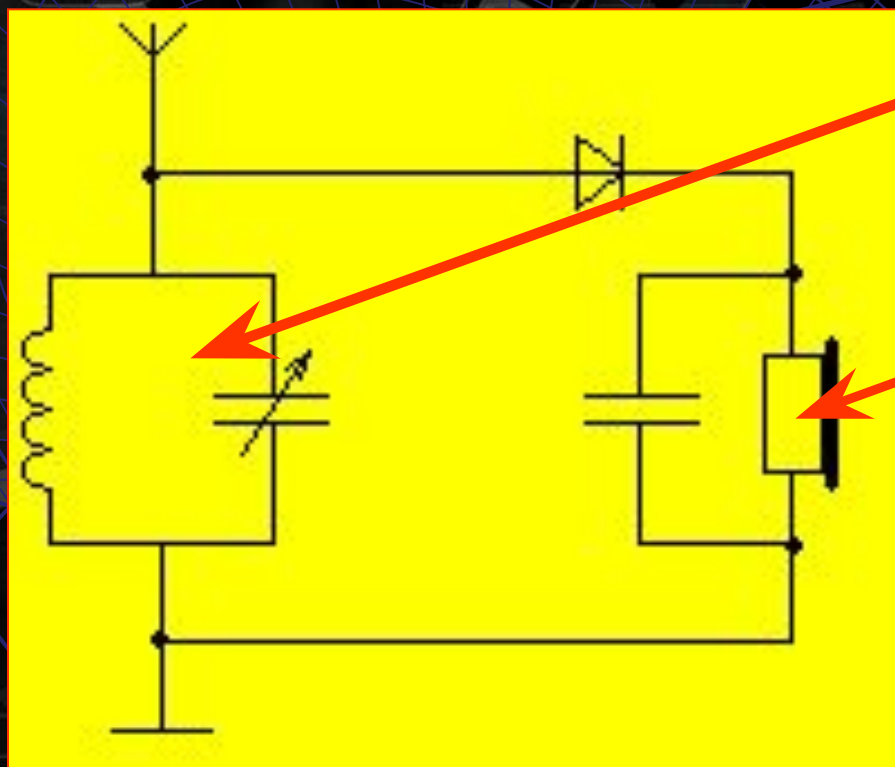
В интервале между импульсами ток через нагрузку течет в ту же сторону, каждый новый импульс подзаряжает конденсатор, в результате этого через нагрузку течет ток звуковой частоты, как представлено на графике.



Использование электромагнитных волн.

Принцип радиосвязи.

Простейший радиоприемник.



Колебательный контур с приемной антенной.

Громкоговоритель.



Использование электромагнитных волн.

Принцип радиосвязи.

Радиоприемник.

Таким образом можно представить схему радиоприемника.

Приемный контур с антенной настраивается на определенную волну с помощью конденсатора переменной емкости, детектирующее устройство осуществляет детектирование, далее электрические колебания звуковой частоты преобразуются в механическую звуковую волну с помощью громкоговорителя.



Использование электромагнитных волн.

Принцип радиосвязи.



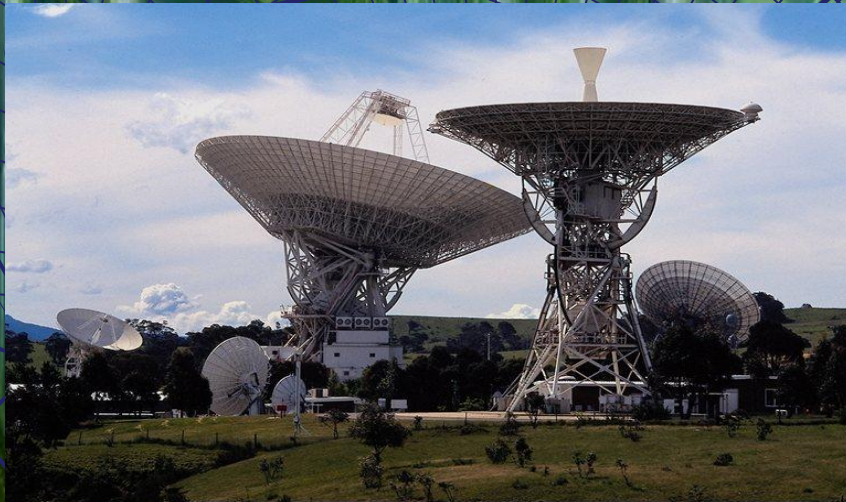
Так можно схематически представить принципиальную схему радиосвязи.



Использование электромагнитных волн.

Радиолокация.

Обнаружение и точное определение местонахождения с помощью радиоволн называют *радиолокацией*.



Радиотелескопы.



Средства ПВО.

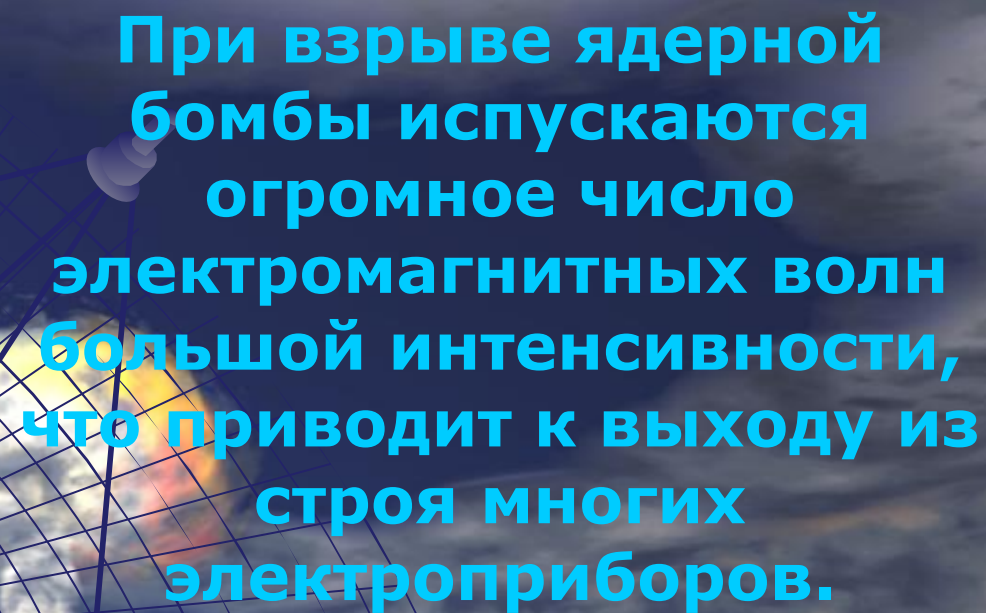


Использование электромагнитных волн.

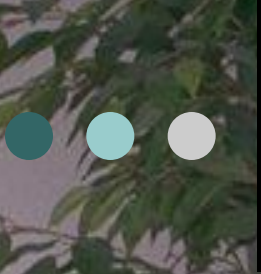


В работе пульта
дистанционного
управления тоже
используются
электромагнитные
волны.





При взрыве ядерной бомбы испускаются огромное число электромагнитных волн большой интенсивности, что приводит к выходу из строя многих электроприборов.



На современном этапе развития
человечества электромагнитные волны
нашли огромное применение.

Мы надеемся, что данная презентация
помогла Вам узнать основные аспекты
об электромагнитных волновых
явлениях.

