

РАЗДЕЛ-2**БЛОК - 4****БЛОК-4****ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ**

Содержание опорного конспекта	Стр. №	Параграфы учебника	Лист - 4
ОК – 11.4.17	2	§48	1 - 5
1.Электромагнитное поле			
2.Основные положения теории Максвелла			
ОК – 11.4.18	4	§48,49,50,54	6 - 17
1.Электромагнитные волны			
2.Излучение электромагнитных волн			
3.Опыты Герца			
ОК – 11.4.19	9	§51,52,53	18 - 23
1.Радиосвязь			
2.Амплитудная модуляция			
3.Детектирование			
4.Простейший радиоприёмник			
ОК – 11.4.20	12	§55,56,57,58	24 - 31
1.Распространение радиоволн			
2.Радиолокация			
<i>Повторим теорию «Электромагнитные волны»</i>	15		Лист - 4

ОК – 11.4.17

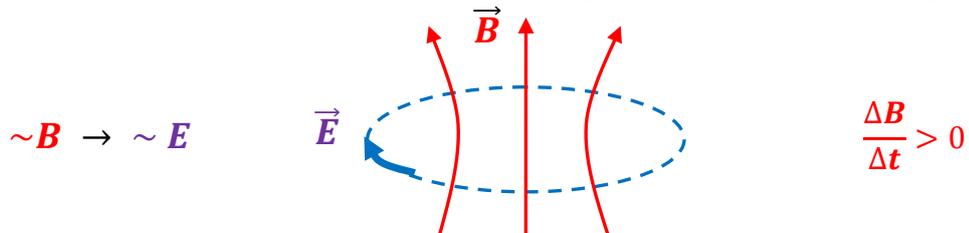
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ

- один из видов материи, характеризуемый наличием электрического и магнитного полей, связанных непрерывным превращением.

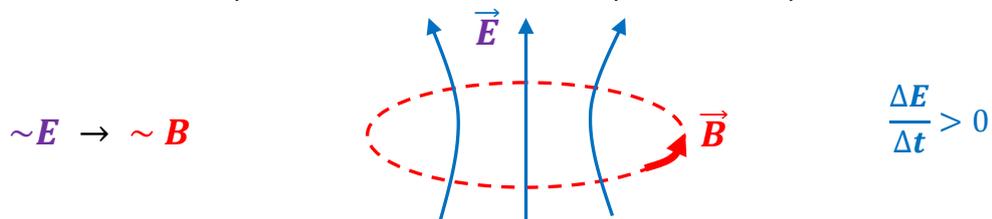
1865 г. Дж.Максвелл разработал теорию

Основные положения:

а. при всяком изменении магнитного поля возникает переменное вихревое электрическое поле



б. при всяком изменении электрического поля возникает переменное вихревое магнитное поле

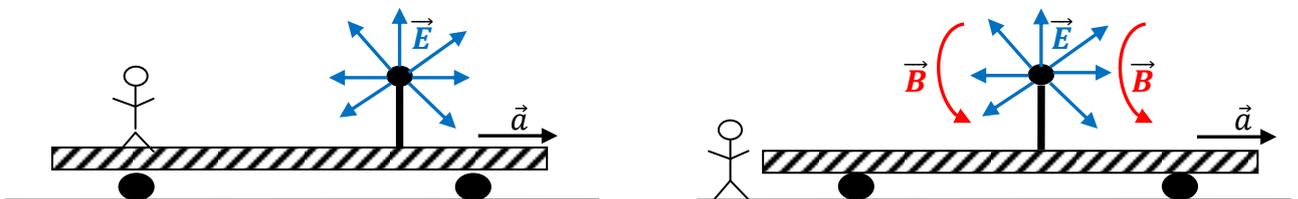


в. возникшее при этом электромагнитное поле распространяется в окружающем пространстве со скоростью света **300 000 км/с**

г. нельзя создать переменное магнитное поле без того, чтобы одновременно в пространстве не возникло и электрическое поле, и наоборот.

д. электрическое поле без магнитного (и наоборот) могут существовать только по отношению к определенной системе отсчёта.

Например: покоящийся заряд создаёт только электрическое поле, но заряд покоится лишь относительно определённой системы отсчёта, относительно других систем отсчёта он может двигаться и создавать магнитное поле.



Итак: $\sim B \rightarrow \sim E \rightarrow \sim B \rightarrow \dots$

Источник ЭМП – заряд, движущийся с ускорением.

Пояснения к ОК – 11.4.17

Электромагнитное поле

В 60-годах XIX века Дж.Максвелл разработал теорию электромагнитного поля. В основе, которой лежат следующие положения:

а. при всяком изменении магнитного поля возникает переменное вихревое электрическое поле.

б. при всяком изменении электрического поля возникает переменное вихревое магнитное поле.

На рисунках пп. а и б показана связь направлений векторов индукции магнитного поля и напряженности электрического поля при возрастании индукции и напряженности. При убывании напряженности и индукции соответствующие векторы имеют противоположное направление.

в. возникшее при этом электромагнитное поле не остается вместе возникновения, а распространяется в окружающем пространстве со скоростью света – 300 000км/с.

г. нельзя создать переменное магнитное поле без того, чтобы одновременно в пространстве не возникло и электрическое поле, и наоборот.

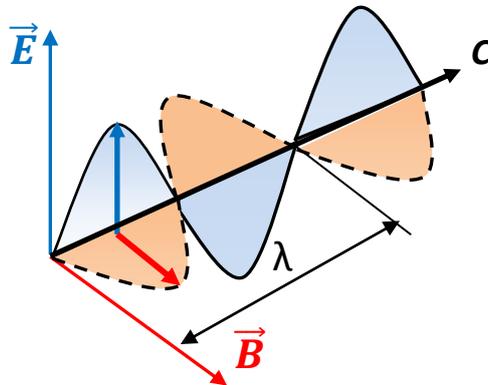
Электрическое поле без магнитного (и наоборот) могут существовать только по отношению к определенной системе отсчета. Например, покоящийся заряд создает только электрическое поле. Но заряд, покоится лишь относительно определенной системы отсчета, относительно других систем отсчета он может двигаться и создавать магнитное поле.

Электромагнитное поле - один из видов материи, характеризуемый наличием электрического и магнитного полей, связанных непрерывным превращением.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ

ОК – 11.4.18

- процесс распространения ЭМП



ЭМВ – система порождающих друг друга и распространяющихся в пространстве переменных электрического и магнитного полей

Источник ЭМВ – колеблющийся заряд

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

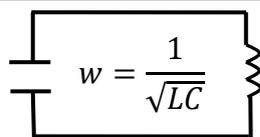
\vec{E} – напряженность электрического поля;
 \vec{B} – вектор магнитной индукции;
 $c = 300\,000\text{ км/с}$ – скорость света.

ИЗЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН

Необходима высокая частота, т.к. $\vec{I} \sim w^4$;

50 Гц???

Замкнутый контур

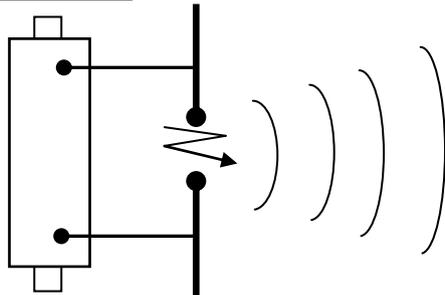


Открытый контур

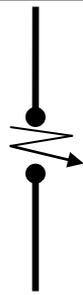


1886г. Г.Герц – опытным путём получил и зарегистрировал ЭМВ

вибратор



резонатор



Антенна
 -проводник,
 излучающий или
 принимающий ЭМВ

Заслуга г.Герца

- получил волны $\lambda = 0,6 - 10\text{ м}$,
- исследовал свойства ЭМВ,
- доказал, что ЭМВ поперечная,
- определил скорость ЭМВ,
- изобрёл антенну.

Свойства ЭМВ

- отражение,
- преломление,
- дифракция,
- дисперсия,
- интерференция,
- поляризация.

Пояснения к ОК – 11.4.18

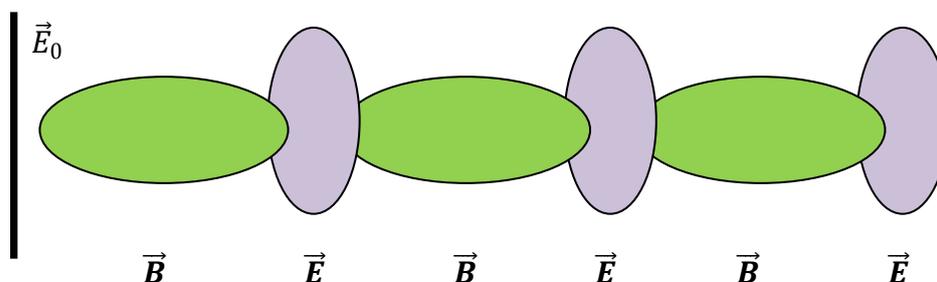
Электромагнитная волна

Электромагнитное поле распространяется в пространстве в виде электромагнитных волн.

Если заряженная частица перемещается с быстро изменяющейся скоростью и при этом приведена в быстрые колебания, то в окружающем заряд пространстве возникает система взаимно перпендикулярных, периодически изменяющихся электрических и магнитных полей, т.е. образуется *электромагнитная волна*, бегущая по всем направлениям от колеблющегося заряда.

Если бы удалось сделать моментальный снимок в это время, то мы увидели приблизительно следующую картину, где

- *прямая линия \vec{E}_0 изображает первичное переменное электрическое поле,*
- *горизонтальные окружности \vec{B} - вторичные переменные магнитные поля,*
- *вертикальные окружности \vec{E} - вторичные переменные электрические поля.*



Силовые линии электрического и магнитного полей взаимно перпендикулярны: векторы \vec{E} и \vec{B} лежат во взаимноперпендикулярных плоскостях и перпендикулярны распространению волны, поэтому **Э.М.В.** является *поперечной*.

Итак, электромагнитная волна, это распространяющееся в пространстве с течением времени электромагнитное поле.

Наличие ускорения является главным условием излучения ЭМВ. Причем, интенсивность излученной волны тем больше, чем больше ускорение, с которым движется заряд.

Свойства электромагнитных волн

Для проведения опытов по изучению свойств электромагнитных волн используют генератор электромагнитных волн с длиной волны 3 см. Электромагнитные волны излучаются антенной, изготовленной в виде металлического рупора. Для регистрации волн используется антенна, имеющая такую же форму, как и антенна передатчика.

Таким образом можно обнаружить следующие свойства электромагнитных волн:

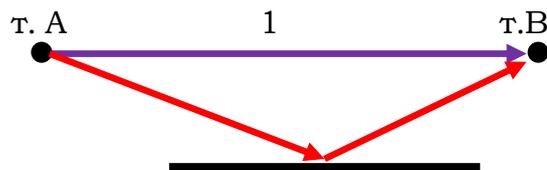
- **распространяются прямолинейно,**
- **поглощаются некоторыми телами,**
- **способны отражаться.**

(Металлы производят экранирующее действие, т.к. во всяком металлическом проводнике, пересекаемом электромагнитными волнами, индуцируются токи высокой частоты. Частично энергия этих токов расходуется на увеличение

внутренней энергии металла (нагревание), что соответствует поглощению, а часть энергии расходуется на излучение электромагнитных волн, т.е. сам проводник становится как бы передающей антенной.)

- **способны преломляться,**
- **им присущи явления дисперсии (разложение),**
- **дифракции (огибание препятствий),**
- **интерференции (наложение).**

(Из т.А в т.В идут две волны - одна прямая (1), другая отраженная (2). Если менять расположение пластины (вверх-вниз), то в т. В можно обнаружить либо ослабление сигнала, либо его усиление. Это зависит от разности хода между прямой и отраженной волной).



- **поляризация волн.**

(Электромагнитные волны являются поперечными волнами. Колебания напряженности электрического поля волны происходят в определенной плоскости колебания вектора магнитной индукции в плоскости ей перпендикулярной).

Волны с определенным направлением колебаний называются поляризованными.

Если на пути следования волн поставить решетку с параллельными стержнями, то можно обнаружить, что при определенном расположении стержней - сигнал то исчезает, то появляется. Когда вектор напряженности параллелен стержням, в них возбуждаются токи, в результате решетка отражает волны, если вектор напряженности перпендикулярен стержням, то токи не возбуждаются.

Генератор, который используется для данных опытов, излучает поляризованную волну.

Свойства поляризованных электромагнитных волн необходимо учитывать при установке антенн телевизионных приемников. Вынужденные колебания в телевизионной антенне достигают максимума при расположении антенны параллельно вектору напряженности электрического поля в поляризованной волне, излучаемой передающей антенной.

Такие свойства волн, как отражение, преломление, дисперсия, дифракция, интерференция, поляризация будут рассмотрены в разделе "Волновой оптики".

Излучение электромагнитных волн

Источниками электромагнитных волн являются ускоренно движущиеся частицы или изменяющиеся во времени электрические токи.

Для образования интенсивных электромагнитных волн необходимо создать электромагнитные колебания высокой частоты, так как средняя плотность потока излучения прямо пропорциональна четвертой степени частоты колебаний.

$$\bar{I} \sim \omega^4$$

Промышленная частота в сети (50Гц) недостаточна, необходимы более высокие частоты электрических колебаний.

Колебания высокой частоты можно получить с помощью колебательного контура.

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

Из формулы видно, что частота будет тем больше, чем меньше индуктивность и емкость контура.

Но обычный (замкнутый) контур слабо излучает электромагнитные волны. Так как *магнитное поле* оказывается сосредоточенным внутри катушки, а *электрическое поле* сосредоточено между пластинами конденсатора.

Вибратор Герца

Использование колебательного контура для излучения электромагнитных волн было предложено немецким физиком Генрихом Герцем в 1887г.

Он ввел в колебательный контур *искровой промежуток*, на который подавалось переменное напряжение со вторичной обмотки индукционной катушки.

Когда разность потенциалов между обкладками конденсатора становилась достаточно большой, в искровом промежутке возникала искра, замыкающая контур и вместе с тем отключающая индукционную катушку. В это время в контуре совершалась серия электромагнитных колебаний. При исчезновении искры контур размыкался, и колебания прекращались, но тогда индукционная катушка вновь заряжала конденсатор и т.д.

В дальнейшем, чтобы увеличить частоту колебаний и тем самым повысить интенсивность электромагнитного излучения контура, Герц уменьшил емкость конденсатора, индуктивность контура, раздвинув пластины конденсатора и заменив катушку на прямолинейный проводник.

Наконец, он осуществил так называемый *открытый колебательный контур (вибратор Герца* - прямолинейный проводник с искровым промежутком посередине, обладающей очень малой ёмкостью и индуктивностью. *(В дальнейшем любой проводник, излучающий или принимающий электромагнитные волны стали называть **антенной**)*

В этом вибраторе переменное электрическое поле уже не было сосредоточено внутри конденсатора, а окружало вибратор снаружи, что повышало интенсивность электромагнитного излучения.

Электромагнитное излучение открытого вибратора Герц регистрировал с помощью второго вибратора настроенного в резонанс с излучателем (резонатор). Когда электромагнитные волны достигали резонатора в нём возникали электромагнитные колебания сопровождаемые проскакиванием искры. С помощью вибратора Герца:

- получены волны длиной от 0,6 до 10м,
- доказано, что электромагнитные волны ведут себя подобно другим волнам (Герц наблюдал отражение, интерференцию волн),
- доказано, что электромагнитная волна является *поперечной*,
- была определена скорость распространения электромагнитных волн, равная скорости света.

Изобретение радио А.С.Поповым.

Сам Г.Герц не был уверен в том, что электромагнитные волны найдут свое применение. Но опыты Герца быстро стали известны ученым всего мира и возникла мысль об использовании электромагнитных волн для связи без проводов.

Русский ученый А.С.Попов начал с повторения опытов Герца, он усовершенствовал приборы и уже через год (в 1889г) добился того, что искры были хорошо видны большой аудитории.

Попову стало ясно, что для практического использования электромагнитных волн надо в первую очередь создать чувствительный и удобный приемник волн.

В 1894г.Попов построил такой приемник. Крупной заслугой Попова является изобретение *поднятой антенны*, которая увеличивает дальность приема и применяется в любой радиостанции поныне. Вторая особенность приемника Попова связана со способом *регистрации волн*.

Для этой цели Попов применил не искру, а специальный прибор-**когерер** (сцепление). Это стеклянная трубка, в которой помещены мелкие металлические опилки. В обычных условиях когерер обладает большим сопротивлением.

Когерер был соединен в цепь электрозвонка. С появлением электромагнитной волны между опилками проскакивают мельчайшие искры, которые сваривают опилки между собой, в результате сопротивление когерера падает, ток возрастает, и молоточек звонка сигнализирует о приходе волны.

Молоточек, ударяя о когерер, восстанавливает его чувствительность.

Таким образом, ничтожная энергия, приходящих волн используется не прямо для приема (например, появление искры), а для управления источником энергии, который питает регистрирующий аппарат.

В современных приемниках когерера нет, его заменили электронные приборы, но принцип реле остался.

В дальнейшем Попов включил в цепь приемника обыкновенный телеграфный аппарат, в результате чего приход электромагнитного сигнала не только отмечался звонком, но и черточкой на ленте.

7 мая 1895 года Попов продемонстрировал действие своего приемника. Через год он сконструировал передатчик и осуществил радиосвязь на 250м, В знак признания заслуг Герца текст первой в мире радиограммы состоял из двух слов: "**Генрих Герц**". Вскоре дальность связи была увеличена до 600м. На маневрах Черноморского флота в 1899г. дальность связи превышала 20км.

В 1900 Попов участвовал в работах по спасению броненосца "Генерал-адмирал Апраксин" севшего на камни около острова Гогланд, а через некоторое время А.С.Попов передал радиограмму, в которой сообщил с льдины с рыбаками, унесенными в море.

В 1901г.дальность радиосвязи была уже 150км.

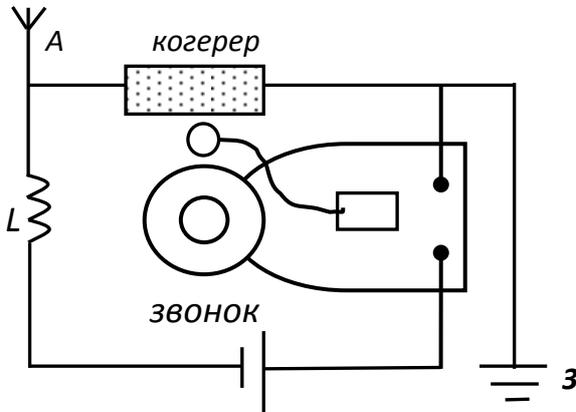
А.С.Попов был замечательным ученым и горячим патриотом своей Родины. Американские капиталисты неоднократно предлагали продать свое изобретение и переехать в Америку. Но А.С.Попов решительным образом отвергал подобные предложения и в ответ писал:

"Я русский человек, и все свои знания, весь свой труд, все свои достижения имею право отдать только своей родине. И если не современники, то может быть потомки наши поймут, сколь велика моя преданность нашей родине и как счастлив я, что не за рубежом, а в России открыто твоё средство связи"

ОК – 11.4.19

ПРИНЦИПЫ РАДИОСВЯЗИ

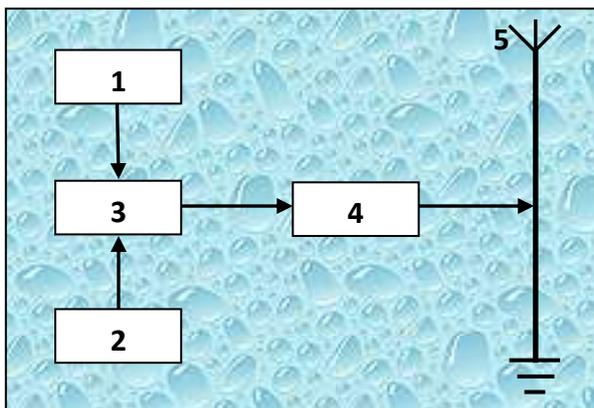
Радиосвязь – передача информации с помощью ЭМВ на большие расстояния.



7 мая 1895г. А.С.Попов – русский физик

Первое радио – первые слова «Генрих Герц»
250, 600м
1899г. – 20 км
1900г. – «Генерал – адмирал «Апраксин»
1901г. – 150 км

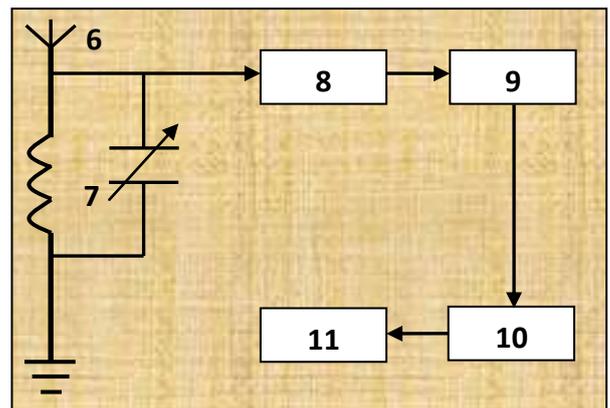
Радиопередатчик



- 1-генератор
- 2-микрофон
- 3-модулятор
- 4-усилитель
- 5-антенна

АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ

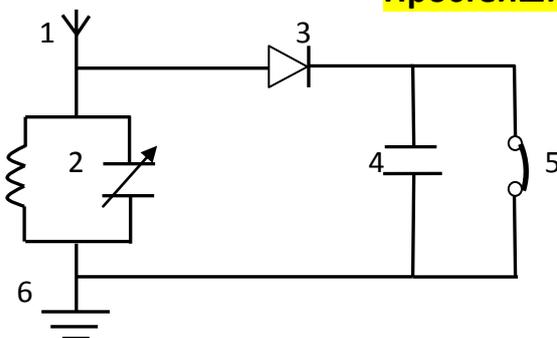
Радиоприёмник



- 6-7 - колебательный контур
- 8 - усилитель ВЧ
- 9 - детектор
- 10 – усилитель НЧ
- 11 - динамик

ДЕТЕКТИРОВАНИЕ

Простейший радиоприёмник



- 1 – антенна
- 2 - колебательный контур
- 3 – детектор (п/п диод)
- 4 – конденсатор
- 5 - наушники
- 6 - заземление

Пояснения к ОК – 11.4.19

1. Принципы радиосвязи

Радиосвязь - это передача информации с помощью электромагнитных волн на расстояние. Разновидностями радиосвязи являются *радиовещание* (передача речи и музыки) и *телевидение* (передача изображения).

Рассмотрим функциональную блок-схему радиопередатчика и радиоприёмника.

Радиопередатчик.

Генератор незатухающих колебаний 1 вырабатывает высокочастотные колебания. Эти колебания распространяются в среде, но несут информации. Звуковые колебания с помощью микрофона 2 преобразуются в электрические колебания. Колебания звуковой частоты несут информацию, но не распространяются в среде. Колебания от генератора и звуковые колебания поступают в модулятор 3.

Модуляция-это процесс управления амплитудой или частотой высокочастотных колебаний с помощью колебаний звуковой частоты, применяется для передачи низкочастотных колебаний на большие расстояния.

После усиления в усилителе 4 модулированные колебания поступают в передающую антенну 5.

Радиоприемник.

На расстоянии от радиопередатчика находится радиоприемник. Электромагнитные волны поступают в антенну 6 и в контуре 6-7 вызывают электромагнитные колебания. Но радиослушатель не может одновременно воспринимать несколько различных радиопередач. Поэтому из множества сигналов необходимо выделить один. Это осуществляется входной цепью - колебательным контуром. С помощью конденсатора переменной емкости настраивают колебательный контур на частоту одной из проходящих к антенне волн. Вследствие резонанса возрастает амплитуда колебаний этой частоты.

Сигнал, который снимается с входного контура невелик, поэтому он поступает в усилитель высокой частоты 8. Усиленный сигнал поступает в детекторный каскад 9.

Детектирование-это процесс выделения из модулированных колебаний высокой частоты низкочастотных колебаний.

Детектором служит ламповый диод или полупроводниковый, который пропускает ток только в одном направлении.

Далее низкочастотные колебания усиливаются в усилителе 10 и подаются на динамик, который их преобразует в механические колебания. *Заземление превращает проводящую поверхность земли в часть открытого контура, что увеличивает дальность приема.*

2. Простейший детекторный радиоприемник

Электромагнитные волны, излучаемые антенной передатчика, являются модулированными. Такие же модулированные колебания возникают в антеннах радиоприёмника. Чтобы обеспечить получение звука в радиоприемнике необходимо преобразовать высокочастотные колебания в колебания звуковой частоты.

Прибор, позволяющий услышать звуковые колебания-телефон, представляет собой электромагнит, который притягивает легкую ферромагнитную мембрану. Если ток звуковой частоты пропускается через обмотку электромагнита, то его притяжение изменяется со звуковой частотой, мембрана совершает колебания, т.е."звучит". Но модулированные колебания высокой частоты пропускать по электромагниту телефона бесполезно, т.к.мембрана просто не успеет прореагировать на колебания такой частоты.

Поэтому в цепи детектора происходит выпрямление модулированных колебаний. Ток, текущий в цепи детектора, представляет собой пульсирующий ток переменной величины. Этот пульсирующий ток можно рассматривать как сочетание высокочастотных колебаний и колебаний звуковой частоты.

Для того, чтобы полностью осуществить разделение высокочастотных пульсаций и колебаний звуковой частоты, достаточно в цепи детектора создать разветвление, причем такое, в котором одна из ветвей была бы легко проходимой для высокочастотных токов, другая представляла для таких токов большое сопротивление, а для токов звуковой частоты обладала бы незначительным сопротивлением.

Таким разветвлением являются, например, параллельно соединённые конденсатор и телефон. Через конденсатор будут проходить высокочастотны токи, а через телефон токи звуковой частоты.

Детекторные приемники могут быть использованы там, где нет источников тока. Работа таких приемников осуществляется только за счет энергии электромагнитных волн. Детекторные приемники не могут быть использованы для приема далеких и маломощных станций.

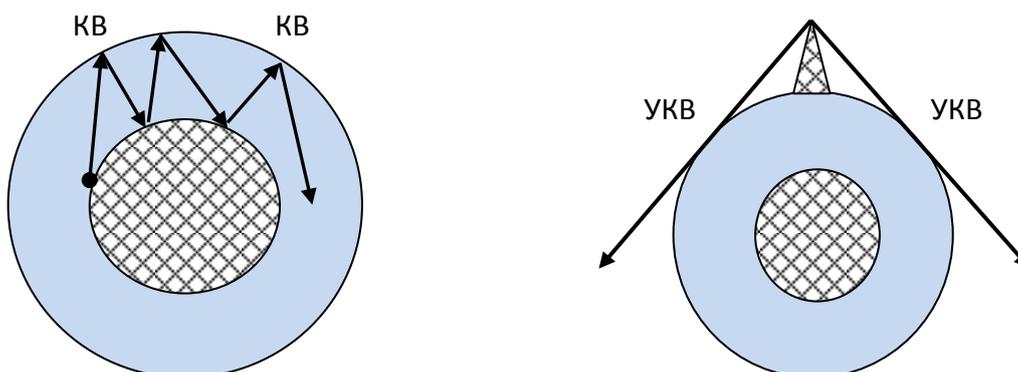
Если мы хотим принять слабый сигнал, то его нужно предварительно усилить. Многокаскадные усилители применяются во всех радиотехнических схемах. Но число ступеней усиления нельзя увеличивать неограниченно, т.к. вместе с полезным сигналом усиливаются шумы, неизбежно появляющиеся в любой схеме из-за хаотического движения свободных зарядов. Их мощность растет вместе с числом каскадов усиления.

Принимая меры борьбы с шумами можно довести число каскадов усиления до нескольких тысяч.

В качестве одной из мер по борьбе с шумами применяют понижение температуры приемного колебательного контура жидким гелием.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН

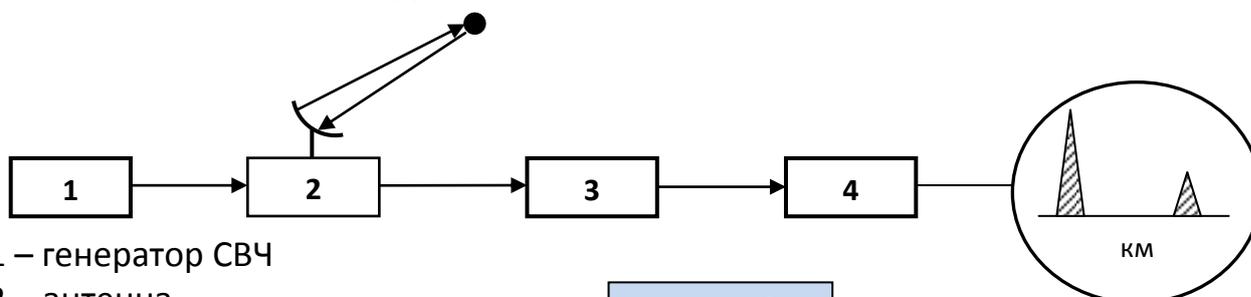
ИОНОСФЕРА (ионы и электроны) - поглощает и отражает ЭМВ
Ионизация вызывается ЭМ излучением Солнца



1. **ДВ** ($\lambda=10000 - 1000\text{м}$) – хорошо распространяются (дифракция и отражение);
2. **СВ** ($\lambda= 1000 - 100\text{м}$) - на меньшее расстояние, чем ДВ;
3. **КВ** ($\lambda=100 - 10\text{м}$) - хорошо отражаются – большие расстояния
4. **УКВ** ($\lambda<10\text{м}$) – не отражаются, не огибают – прямая видимость

РАДИОЛОКАЦИЯ

обнаружение объектов с помощью ЭМВ



- 1 – генератор СВЧ
- 2 - антенна
- 3 – усилитель
- 4 - индикатор

$$R = \frac{ct}{2}$$

Применение:

- флот (безопасное движение судов),
- авиация (безопасный взлёт и посадка),
- ПВО,
- космонавтика,
- гидрометеоцентр,
- 1946г. – расстояние до Луны

Пояснения к ОК – 11.4.20

1. Распространение радиоволн

На распространение радиоволн влияют форма и физические свойства земной поверхности. Особенно оказывает влияние слой атмосферы, который называется *ионосферой*.

Этот слой располагается на высоте примерно 50-400 км. Особенностью этого слоя является высокая концентрация свободных заряженных частиц - ионов и электронов. Ионизация вызывается электромагнитным излучением Солнца. Концентрация днем значительно выше (почти в 20 раз), чем ночью. Поэтому свойства ионосферы в разное время суток различны. Ионосфера способна поглощать и отражать электромагнитные волны. Радиосвязь осуществляется на *длинных (1000 - 10000 м), средних (100-1000 м), коротких (10-100 м) и ультракоротких (менее 10 м) волнах*.

Длинные волны - хорошо распространяются далеко за пределы видимого горизонта за счет дифракции, (т.е. огибания выпуклой части земной поверхности). Радиопередачи на длинных волнах можно принимать на больших расстояниях, за пределами прямой видимости. Длинные волны хорошо отражаются от ионосферы, что наряду с дифракцией увеличивает дальность их распространения.

Средние волны - испытывают меньшую дифракцию и распространяются на меньшие расстояния, чем длинные волны.

Короткие волны - хорошо отражаются от ионосферы и за счет многократного отражения распространяются на большие расстояния. Поэтому радиосвязь между любыми точками на Земле можно осуществить с помощью коротких волн.

Ультракороткие волны - не отражаются ионосферой и свободно проходят через неё; они не огибают земную поверхность в результате дифракции. Поэтому связь на УКВ осуществляется только в пределах прямой видимости. Они используются для связи с космическими кораблями.

2. Радиолокация

Радиолокацией называется обнаружение различных объектов и определение их места положения с помощью радиоволн. Радиолокация основана на явлении отражения радиоволн от объектов.

Современная радиолокационная установка это сложное радиотехническое устройство.

Рассмотрим блок-схему такой установки. В передатчике **1** генерируются колебания сверхвысокой частоты, которые поступают в виде коротких импульсов в антенну направленного действия **2-3**. Антенна излучает электромагнитные волны узким пучком в определенном направлении. Излучение осуществляется короткими импульсами с продолжительностью **10⁻⁶ с**. Радиоимпульсы, дойдя до цели, отражаются от нее. В промежутке времени между двумя последовательными импульсами излучения антенна автоматически переключается на прием сигнала.

Отраженные импульсы распространяются по всем направлениям. Часть их энергии возвращается на антенну. Слабые сигналы усиливаются в усилителе **4** и поступают на индикатор **5**.

Индикаторное устройство представляет собой электронно-лучевую трубку. Определение расстояния **R** производится путем измерения общего времени **t** прохождения радиоволн до цели и обратно.

Применение радиолокации

1. На флоте для безопасного движения судов в любое время суток и в любую погоду, даже при полном отсутствии видимости.

2. В авиации для безопасного взлета и посадки самолета в любых условиях

3. В военном деле:

- войска ПВО располагают радиолокационные станции дальнего обнаружения, которые могут обнаружить самолеты или ракеты.

- радиолокаторы автоматически наводят артиллерию на самолеты противника, которые могут вести прицельную стрельбу даже если совсем нет видимости.

4. В космонавтике.

5. В службе погоды для наблюдения за облаками.

5. В астрономии. В 1946г. было измерено расстояние до Луны радиолокационным путем. Затем были измерены расстояния до Венеры, Марса, Меркурия и Юпитера.

Блок - 4

Повторим теорию!
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ

Лист - 4

1. Что порождает переменное магнитное поле? В чём сущность данного явления?
2. Как связано направление вектора напряжённости вихревого электрического поля, порождаемого переменным магнитным полем, с учётом его изменения? Ответ проиллюстрируйте рисунком.
3. Что порождает переменное электрическое поле? В чём сущность данного явления?
4. Как связано направление индукции магнитного поля, порождённого переменным электрическим полем, с характером его изменения? Ответ проиллюстрируйте рисунком.
5. Что называют электромагнитным полем? Могут ли электрические и магнитные поля существовать отдельно друг от друга?
6. Что называют электромагнитной волной?
7. Что является источником электромагнитных волн?
8. Как ориентированы векторы \vec{E} , \vec{B} , \vec{c} по отношению друг к другу в электромагнитной волне?
9. Какова скорость распространения электромагнитных волн в воздухе? Какая связь между скоростью распространения волны, длиной волны и частотой?
10. Перечислите основные свойства электромагнитных волн.
11. Как зависит средняя мощность излучения от частоты излучения?
12. Почему закрытый колебательный контур слабо излучает электромагнитные волны?
13. Как устроен вибратор Герца, и каков принцип его работы? Опишите опыт по переходу от закрытого колебательного контура к открытому? Что может служить антенной?
14. Сделав пояснительный рисунок, опишите процесс излучения и приёма электромагнитных волн в опытах Герца.
15. Что смог установить Герц с помощью вибратора?
16. В чём заключается заслуга Г.Герца?
17. С помощью рисунка, объясните устройство и принцип действия работы приёмника А.С.Попова. Что представляет собой когерер и его назначение?
18. Что называют радиосвязью?
19. Используя блок-схему радиопередатчика, объясните назначение каждого блока. Что называется модуляцией?
20. Используя график зависимости $i(t)$, объясните сущность процесса, происходящего в каждом блоке радиопередатчика.
21. Используя блок-схему радиоприёмника, объясните назначение каждого блока. Что называется детектированием?
22. Используя график зависимости $i(t)$, объясните сущность процесса, происходящего в каждом блоке радиоприёмника.
23. Расскажите об устройстве и принципе работы простейшего радиоприёмника.
24. Что представляет собой ионосфера?
25. Каковы диапазоны ДВ, СВ, КВ и УКВ?
26. Почему радиосвязь в диапазоне дальних волн возможна за пределами прямой видимости?
27. Чем объясняется возможность дальней радиосвязи на коротких волнах?
28. Почему качество радиосвязи на коротких волнах неодинаково ночью и днём?
29. Почему для телесвязи необходимы высокие антенны?
30. Что называется радиолокацией?
31. Как работает радиолокатор? Как определить расстояние до объекта?