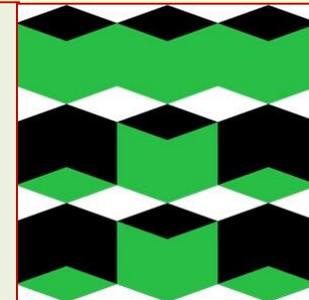




Военный учебный центр при Томском политехническом университете



Цикл
№2

**«Боевое применение подразделений,
вооружённых зенитными артиллерийскими
самоходными установками с радиоприборными
комплексами»**



КУРС ЛЕКЦИЙ

**Автор: преподаватель 2 цикла
*подполковник запаса Гаврилов А. А.***



Дисциплина:
«Устройство и эксплуатация ЗСУ»
Раздел 1:
«Основы построения ЗАК»



Тема №2
Основы радиолокации

Контрольные вопросы



Занятие №1
Введение в радиолокацию

План изучения темы

№ п/п	Номер и название занятия	Время	Вид занятия
1.	Введение в радиолокацию	2ч.	лекция
2.	Структурная схема радиолокатора	2ч.	лекция
3.	Импульсная техника	2ч.	лекция
4.	Электровакуумные приборы	2ч.	лекция
5.	Генераторы импульсов	2ч.	лекция
6.	Линии передач электромагнитной энергии и антенны РЛС.	2ч.	лекция
7.	Радиопередающие устройства	2ч.	лекция
8.	Приемные устройства РЛС	2ч.	лекция
9.	Индикаторные устройства РЛС	2ч.	лекция

Цели занятия:

Изучить:

- определение радиолокации,
- виды радиолокации,
- диапазоны и свойства радиоволн.

Актуальность занятия:

Обусловлено:

- необходимостью иметь глубокие и твердые знания по радиолокации, ее видов, диапазонов и свойств радиоволн для формирования компетенций офицера войсковой ПВО.

ВИД ЗАНЯТИЯ: групповое занятие, 2 часа

Вопросы занятия:

1. Радиоволны и их основные свойства.
2. Радиолокация. Виды радиолокации.
3. Принцип опознавания воздушных целей.

В.А. Подгорный



**ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ
ЗЕНИТНЫХ АРТИЛЛЕРИЙСКИХ
КОМПЛЕКСОВ**



Литература:

1. Учебное пособие
«Основы построения ЗАК»-2013
стр.43-46
2. Учебное пособие
**«Основы построения РЛС
обнаружения и РЭБ» ТУСУР - 2003**
г., стр. 6-21.

Дополнительные материалы

№	Название	Ссылка
1	Радиолокация. Понятие о телевидении. Развитие средств связи	https://www.youtube.com/watch?v=1tp1yVM0
2	Большой сарай. Радиолокация	https://www.youtube.com/watch?v=yhN15Wp0
3	Командир отделения - старший оператор ЗИС (ЗВО СВ)	https://www.youtube.com/watch?v=1oc1ah310a
4	Урал 100. Радиолокация. Физические основы телевидения	https://www.youtube.com/watch?v=GC1HRFBA
5	Русский физико-математический институт. Ссылка на материалы Университета. Дисциплины: Физика. Математика.	http://cf.odessa.ua/index.php?ru/

Радиолокация и телевидение. Развитие средств связи. Физические основы телевидения. Развитие средств связи.

Видео: радиолокация. Физические основы телевидения. Развитие средств связи. Физические основы телевидения.

В марте 1941 года Александр Александрович Попов получил звание Героя Советского Союза.

Вопрос 1

Радиоволны и их основные свойства

Радиоволны

Радиоволны (РВ) - это электромагнитные колебания (ЭМ), распространяющиеся в пространстве со скоростью света - 300 000 км/сек.

Главное свойство РВ - распространение в пространстве без проводов (речь о проводниках).

РВ применяются в радиотелеграфии, радиометеорологии, для различения объектов верхних слоев атмосферы.

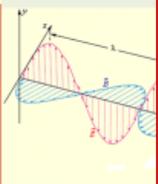


Рис. 1. Модель эхолокации

Свойства РВ

Свойства РВ применяемые в радиолокации

1. Основное свойство РВ - распространение в однородной среде. При распространении энергия радиоволн равномерно распределяется по поверхности, следовательно, на единицу площади поверхности падает одинаковая энергия излучения, в результате чего радиоволны концентрируются в пучок. Форму этого пучка можно использовать для характеристики дальности действия радиолокатора.
2. Возможность концентрации радиоволн в пучок. Форму этого пучка можно использовать для характеристики дальности действия радиолокатора.
3. Способность отражаться от объектов, что позволяет применять радиолокаторы в эхолокации и помехах.
4. Эффект Доплера, который позволяет определять относительное движение отражающей цели.

Дифракция

Отражение от поверхности

Дифракция - способность электромагнитных волн огибать неровности поверхности, на которую падает электромагнитное излучение, если радиоволны падают на поверхность под углом, близким к 90 градусам.

Явление дифракции происходит в результате взаимодействия радиоволн с препятствиями. Если на поверхности радиоволны падают под углом, близким к 90 градусам, то они огибают препятствие и приходят в точку В.

Другой путь распространения радиоволн - за счет отражения от поверхности Земли.

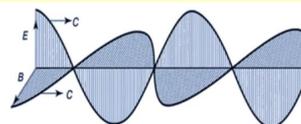
Благодаря этому свойству радиоволны могут отражаться от поверхности Земли. Так как поверхность Земли не идеально ровная, радиоволны излучаются в радиусе распространения радиоволн по поверхности Земли.

Волны, распространяющиеся по поверхности Земли, называются волнами в ионосфере. При соответствующих условиях радиоволны могут распространяться по поверхности Земли.

Атмосферная рефракция РВ

Явление атмосферной рефракции радиоволн.

Параметры атмосферной рефракции радиоволн зависят от высоты, в которой они распространяются. Это вызывает явление радиолокационной тени.



Распространяющееся в пространстве периодически изменяющееся электромагнитное поле называется **электромагнитной волной**.

Впервые электромагнитные волны экспериментально получил, передал на расстояние и принял Генрих Герц.

В апреле 1895 года, Александр Степанович Попов создал первый в мире радиоприемник.



Диапазоны РВ

Диапазон УКВ разбит на поддиапазоны:

Название поддиапазона волн	Длина волны, м	Частота колебаний, МГц
Метровые волны	10 - 1 м	30 - 300
Дециметровые волны	1 - 0,1 м	300 - 3000
Сантиметровые волны	0,1 - 0,01 м	$3 \times 10^3 - 3 \times 10^4$
Миллиметровые волны	0,01 - 0,0003 м	$3 \times 10^4 - 3 \times 10^6$

Радиоволны делятся на диапазоны:

Название волн	Длина волны, м
Сверхдлинные волны	$10^5 - 10^6$
Длинные волны (ДВ)	$10^4 - 10^5$
Средние волны (СВ)	1000 - 100
Короткие волны (КВ)	100 - 10
Ультракороткие волны (УКВ)	10 - 0,0003

Радиоволны

Радиоволны (РВ) - это электромагнитные колебания (ЭМ), распространяющиеся в пространстве со скоростью света - **300 000** км/сек.

Главное свойство **радиоволн** - способность переносить через пространство энергию, излучаемую генератором ЭМ колебаний.

РВ являются средством передачи информации на расстояние без проводов (речь, телеграфные сигналы, изображения).

РВ применяются: в радиовещании; телевидении; радиотелефонной, радиотелеграфной, радиорелейной, тропосферной связи; радиолокации, радиометеорологии и т.д. для определения направления и расстояния до различных объектов (радиодальномер), для получения сведений о строении верхних слоев атмосферы, Солнца, планет и т.п.

Параметры радиоволн:

1. Длина волны, λ = от 0,1 мм до 10 млн. км.
2. Частота, f = от 0,03 Гц до 3 ТГц.
3. Напряженность поля: $E = \frac{P}{D^2}$
3. Зависимость: $\lambda = \frac{c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{f}$

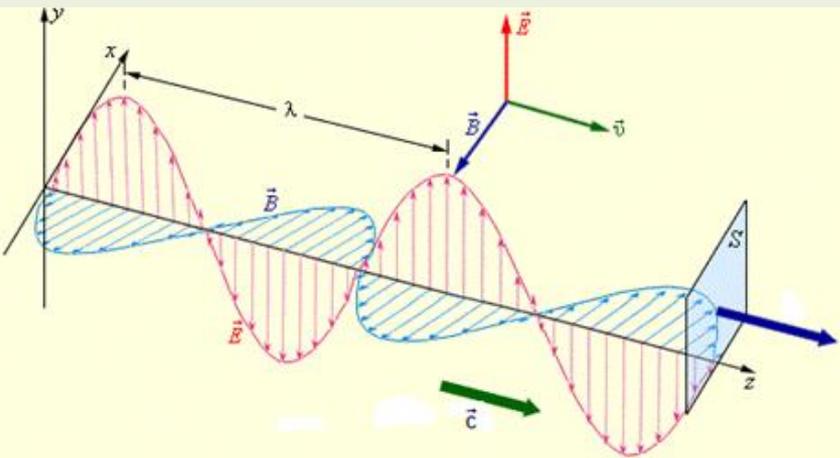
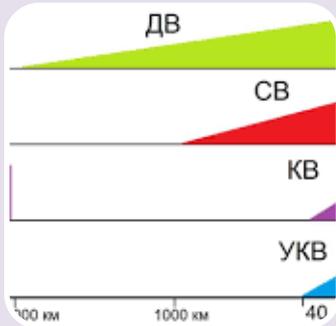


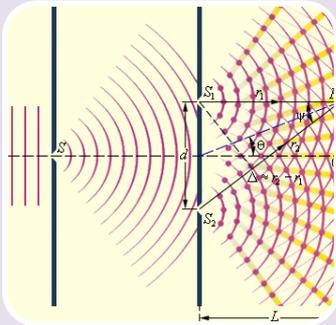
Рис. 1. Модель электромагнитной волны.

Свойства РВ



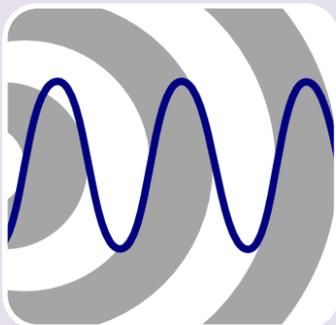
Распространение радиоволн, РРВ

- прямолинейное,
- равномерное.



Огибание/сложение РВ

- Дифракция.
- Интерференция.



- Удлинение (укорочение) λ в зависимости от скорости, эффект Доплера.
- Отражение РВ

Свойства РВ применяемые в радиолокации

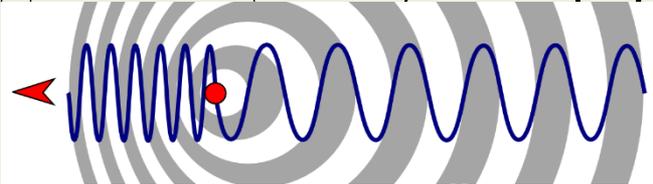
1. Основное свойство РВ - способность распространяться в однородной среде прямолинейно и с постоянной скоростью.

При распространении в пространстве радиоволны сильно ослабляются. Главная причина ослабления заключается в том, что по мере распространения энергия радиоволн распределяется во всё большем объёме пространства и, следовательно, на единицу объёма приходится всё меньшая доля энергии.

2. Возможность направленного излучения РВ, т.е. возможностью концентрации их энергии с помощью антенны в узкие пучки.

Форму этого пучка и распределение энергии в нём принято характеризовать диаграммой направленности антенны (ДНА).

3. Способность отражаться от границы разнородных сред и приносить в эхо-сигнале радиолокационную информацию (РЛИ) о цели и помехах.



4. Эффект Доплера.

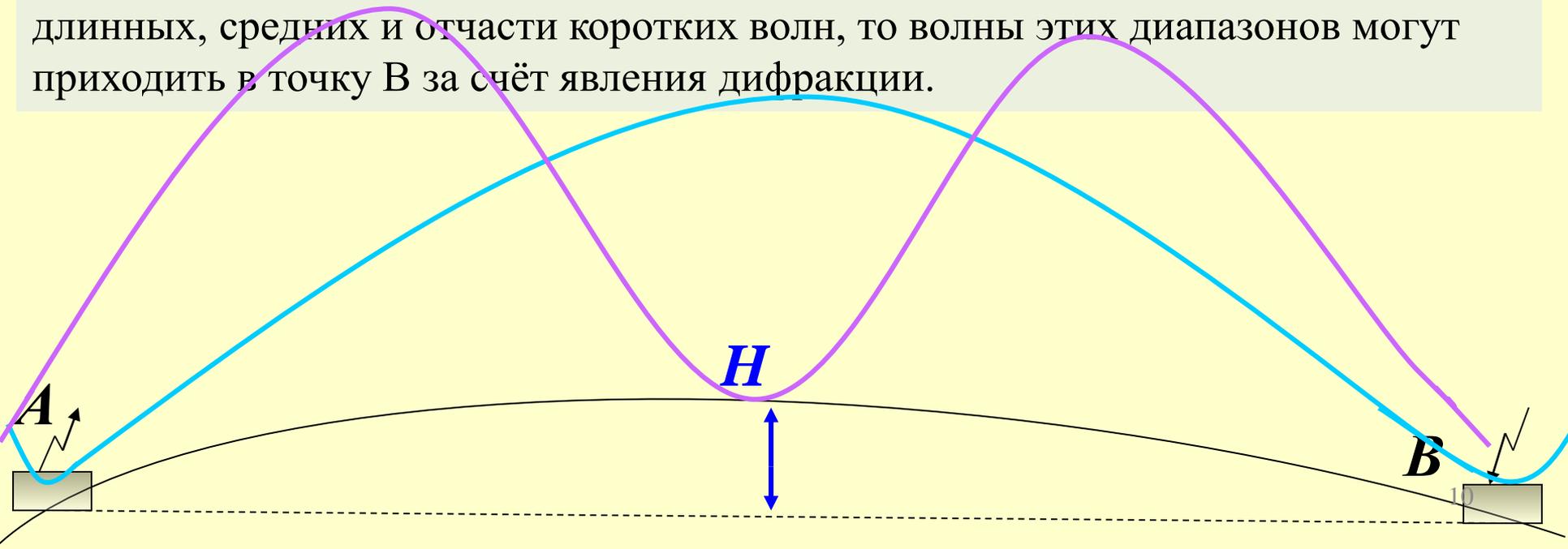
Сущность состоит в том, что частота отражённого от цели сигнала, отличается от частоты зондирующего сигнала на величину пропорциональную скорости цели.

Дифракция

Дифракция - способность электромагнитных волн огибать неровности поверхности, на которую они падают, в том числе и кривизну земной поверхности, если размеры их соизмеримы с длиной волны.

Явление дифракции можно объяснить тем, что любая точка поверхности, на которую падает электромагнитная волна, становится источником вторичного излучения, в результате чего и происходит как бы огибание неровности поверхности.

Если на поверхности земли установлен передатчик А, то препятствием для радиоволн к приёмнику В является выпуклая поверхность земли. Так как высота этого препятствия H соизмерима с длиной волны в диапазонах длинных, средних и отчасти коротких волн, то волны этих диапазонов могут приходить в точку В за счёт явления дифракции.



Дифракция

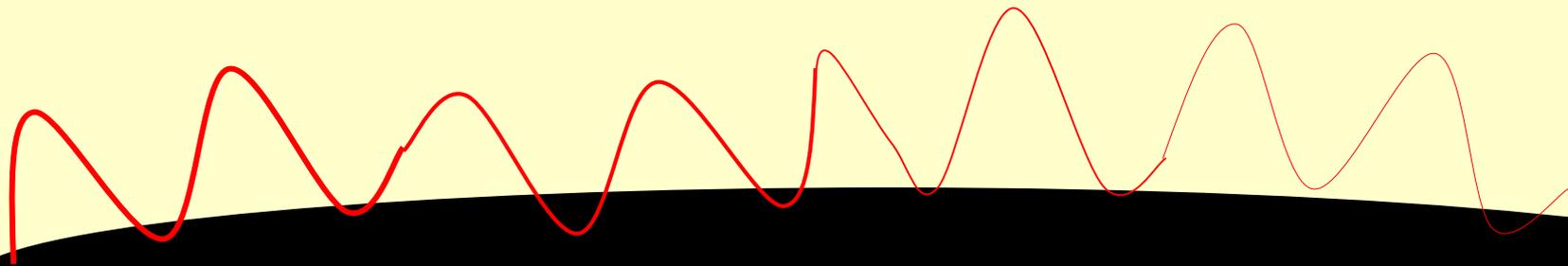
Явление **дифракции** выражено тем слабее, чем короче длина волны. При работе на ультракоротких радиоволнах дифракцией волн можно пренебречь.

Радиоволны, распространяющиеся вокруг земного шара и огибающие его вследствие явления дифракции, называются земными или поверхностными волнами.

Так как поверхностная волна проникает в землю на некоторую глубину, то часть её энергии поглощается землёй, что и служит причиной затухания поверхностных радиоволн.

Установлено, что интенсивность поглощения обратно пропорциональна квадрату длины волны.

Поэтому при использовании поверхностных волн дальность радиосвязи уменьшается с уменьшением длины волны.



Отражение от ионосферы

Другой путь распространения радиоволн - за счёт отражения от верхних ионизированных слоев атмосферы.

Благодаря наличию свободных электронов ионосфера обладает свойством проводника электричества и электромагнитные волны могут отражаться от неё.

Так как поверхность земли также отражает радиоволны, то радиоволны излученные антенной передатчика, могут распространяться, последовательно отражаясь от ионосферы и поверхности земли, и достигать, таким образом, любой точки земли.

Волны, распространяющиеся подобным путём, называются пространственными или ионосферными волнами.

При соответствующих условиях пространственная волна может обогнуть земной шар.



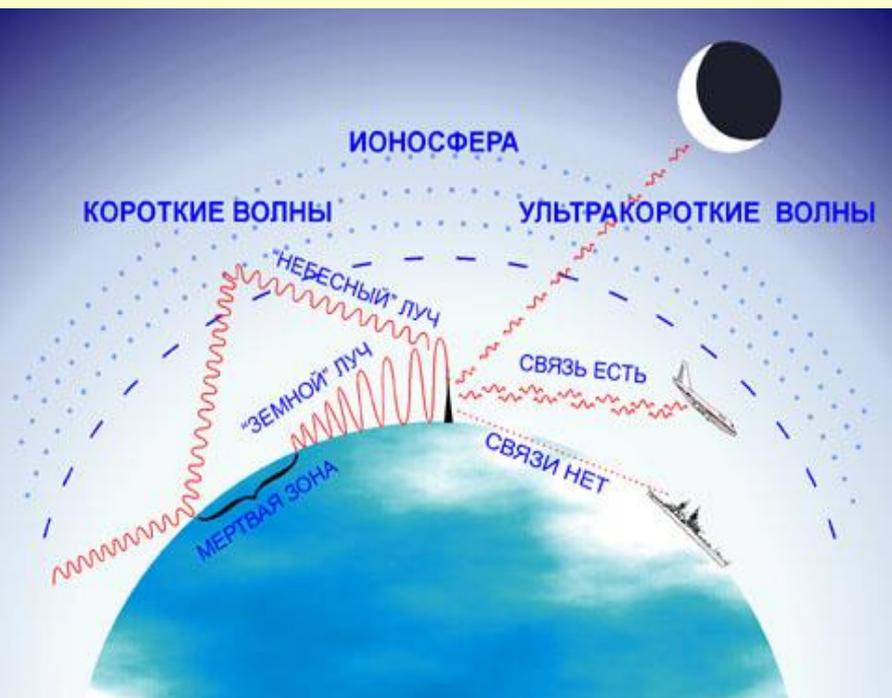
Атмосферная рефракция РВ

Явление атмосферной **рефракции** радиоволн происходит вследствие неоднородности земной атмосферы.

Параметры атмосферы (давление, температура, влажность) изменяются с высотой, вследствие чего убывает показатель преломления.

Это вызывает **рефракцию** по направлению к земной поверхности.

Траектория луча оказывается искривлённой, что также позволяет принимать радиоволны за пределами горизонта.



В тех случаях, когда имеет место дифракция или отражения волн от ионосферы, влияние атмосферной рефракции на дальность распространения получается незначительным и им можно пренебречь.

Однако для диапазонов УКВ атмосферная рефракция становится фактором, от которого зависит дальность действия радиотехнической аппаратуры.

Диапазоны РВ

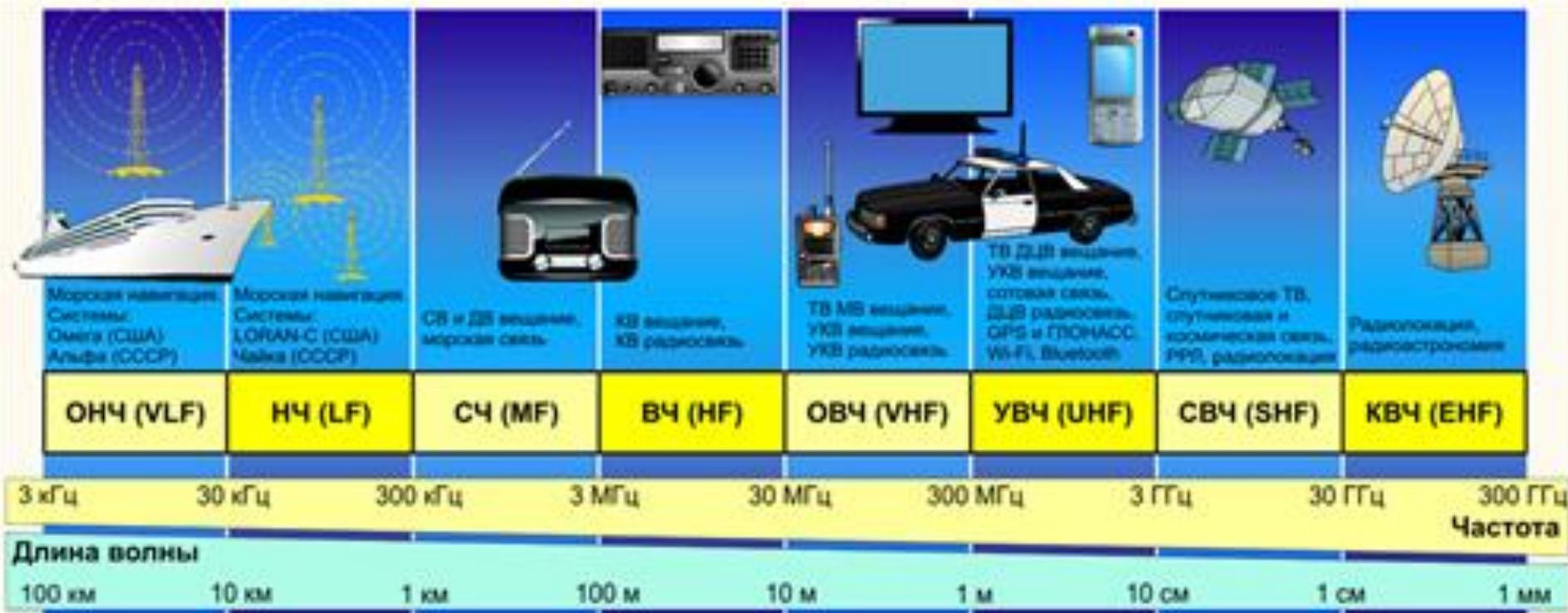
Наименование	Частота, мГц	Длина волны, м
Сверхдлинные волны	$3 \cdot 10^{-3} - 3 \cdot 10^{-2}$	$10^5 - 10^4$
Длинные волны	$3 \cdot 10^{-2} - 3 \cdot 10^{-1}$	$10^4 - 10^3$
Средние волны	$3 \cdot 10^{-1} - 3$	1000 – 100
Короткие волны	3 – 30	100 – 10
Ультракороткие волны	$30 - 3 \cdot 10^6$	10 – 0,0003

Поддиапазоны УКВ

Наименование	Частота, мГц	Длина волны, м
Метровые волны	30 – 300	10 – 1
Дециметровые волны	300 – 3000	1 – 0,1
Сантиметровые волны	$3 \cdot 10^3 - 3 \cdot 10^4$	0,1 – 0,01
Миллиметровые волны	$3 \cdot 10^4 - 3 \cdot 10^6$	0,01 – 0,0003



Диапазоны РВ



Вопрос 2

Радиолокация. Виды радиолокации

История развития радиолокации

Радиолокация была разработана в 1920-е годы в Великобритании. Первые практические применения были основаны на использовании радиоволн для обнаружения объектов вдали. Влияние радиолокации на военную и гражданскую авиацию было огромным. Впервые радиолокация была применена в немецком самолёте в 1930-е годы.

История развития радиолокации

В СССР работы по радиолокации были развёрнуты с 1933 по инициативе М. П. К. Ощепковского. Первые практические применения были основаны на использовании радиоволн для обнаружения объектов вдали. Влияние радиолокации на военную и гражданскую авиацию было огромным. Впервые радиолокация была применена в немецком самолёте в 1930-е годы.

Радиолокация объектов вдали.

Радиолокация

Виды радиолокации

1. Активная радиолокация

Активная радиолокация осуществляется путем облучения цели зондирующей радиолокационной волной.

2. Полуактивная радиолокация

Полуактивная радиолокация является частным случаем активной радиолокации.

3. Радиолокация с активным ответом

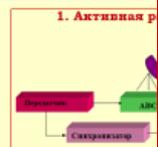
Радиолокация с активным ответом осуществляется на объекте установленной радиолокационной станции, переизлучающей сигналы активной радиолокационной станции.

4. Пассивная радиолокация

Пассивная радиолокация основывается на приёме собственного излучения цели в радиочастотном диапазоне.

Основное достоинство пассивной радиолокации:

- полная скрытность работы, объясняющейся отсутствием передающего устройства, а также в возможности обнаружения некоторых целей, недоступных для активных радиолокаторов.

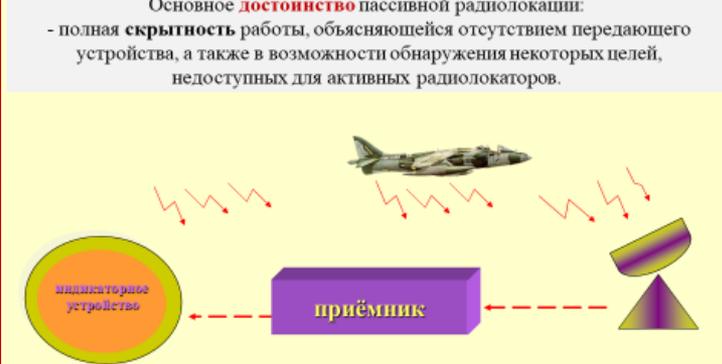
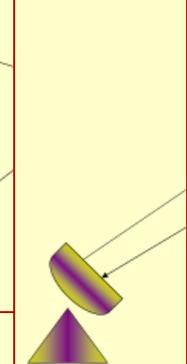
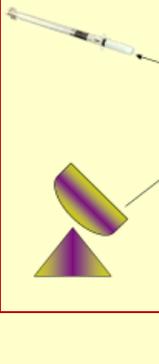


Активная радиолокация имеет следующие особенности:

- постоянство работы
- способность обнаруживать цели
- отражение сигнала

Достоинством активной радиолокации являются:

- высокая точность
- использование радиоволн

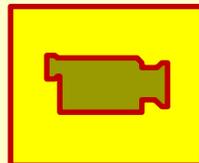


История развития радиолокации

Радиолокация (от *радио...* и лат. *locatio* — размещение, расположение), область науки и техники, предметом которой является наблюдение радиотехническими методами (радиолокационное наблюдение) различных объектов, их обнаружение, распознавание, определение их координат (определение местоположения) и др. характеристик.

Явление отражения радиоволн наблюдал ещё Герц в 1886-89. Влияние корабля, пересекающего трассу радиоволн, на силу сигнала зарегистрировал А. С. Попов в 1897.

Впервые идея обнаружения корабля по отражённым от него радиоволнам была четко сформулирована в авторской заявке немецкого инженера К. Хюльсмайера (1904), содержащей также подробное описание устройства для её реализации.

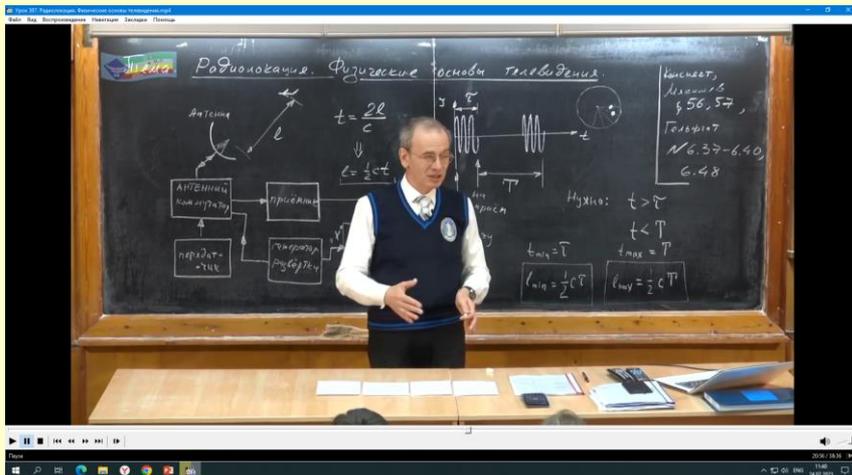


История развития радиолокации

В СССР работы по радиолокации были развёрнуты с 1933 по инициативе М. М. Лобанова, под руководством Ю. К. Коровина и П. К. Ощепкова.

Первые практически использовавшиеся РЛС, действие которых было основано на появлении биений при пересечении самолётом линии передатчик — приёмник, разработаны под руководством Д. С. Стогова в 1938.

Импульсный метод радиолокации разработан в 1937 году в Ленинградском физико-техническом институте под руководством Ю. Б. Кобзарева.



<http://rl.odessa.ua/index.php/ru/>

Ришельевский физико-математический лицей при Одесском национальном Университете.

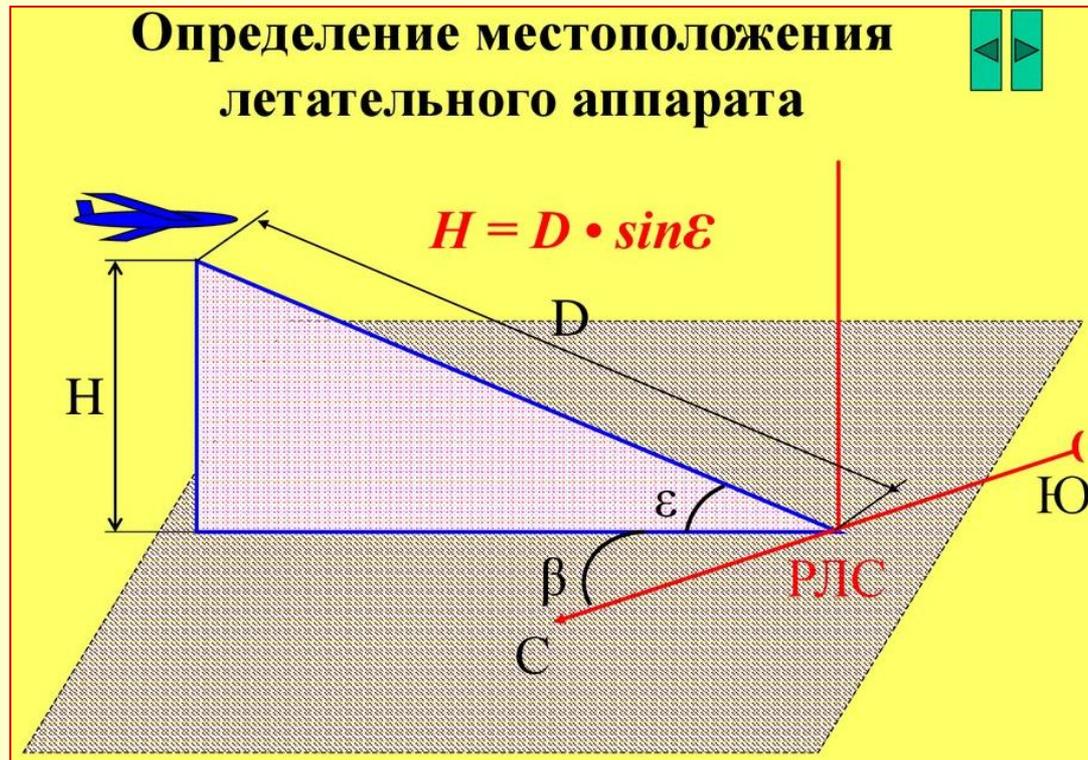
Дистанционное образование. Канал РЛ ФИЗИКА.
Павел Андреевич Виктор.

Урок 388. Радиолокация. Физические основы телевидения.

<https://www.youtube.com/watch?v=fCcUIfkFBkA>

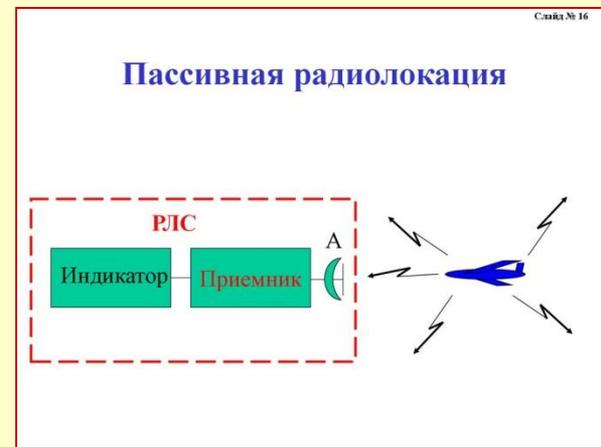
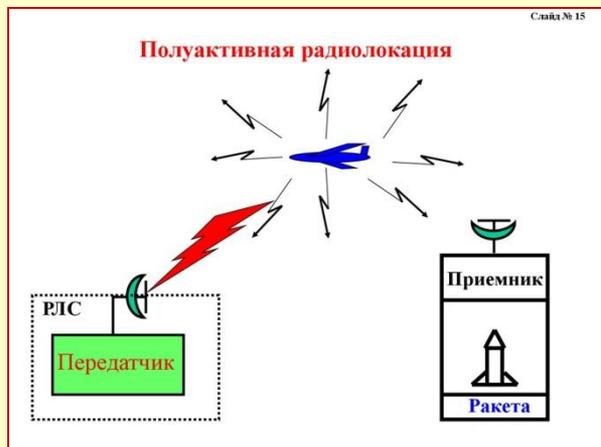
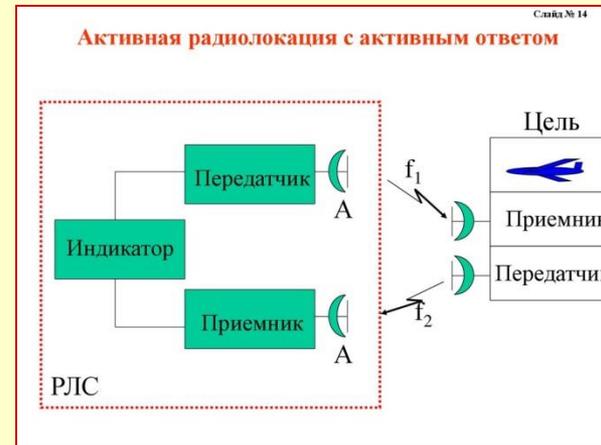
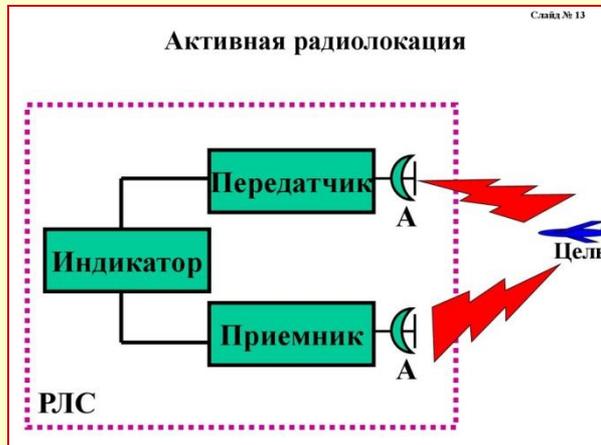
Радиолокация

Радиолокация - это обнаружение и распознавание различных объектов в пространстве и определение координат и параметров движения с помощью радиоволн.



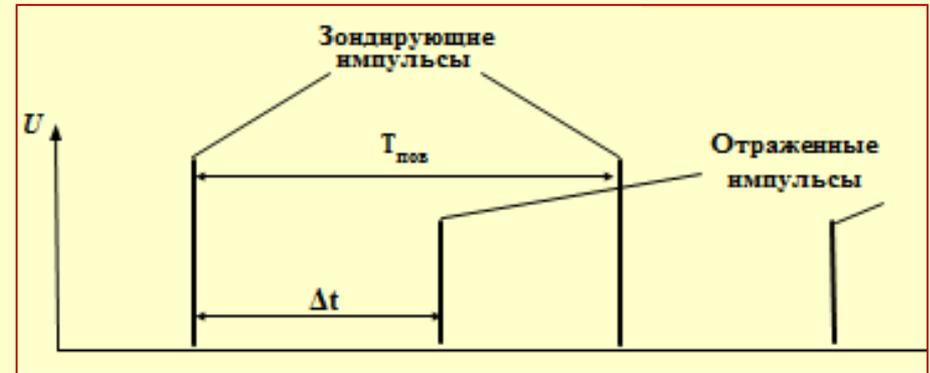
Радиолокационные станции (РЛС) – устройства, способные при помощи радиоволн обнаруживать самолеты, корабли, и другие цели, а так же определять их местоположение (координаты).

Виды радиолокации



1. Активная радиолокация

Активная радиолокация - осуществляется путем облучения цели зондирующими радиоимпульсами и приемом радиоимпульсов отраженных от неё.



Активная радиолокация основывается на следующих свойствах **РВ**:

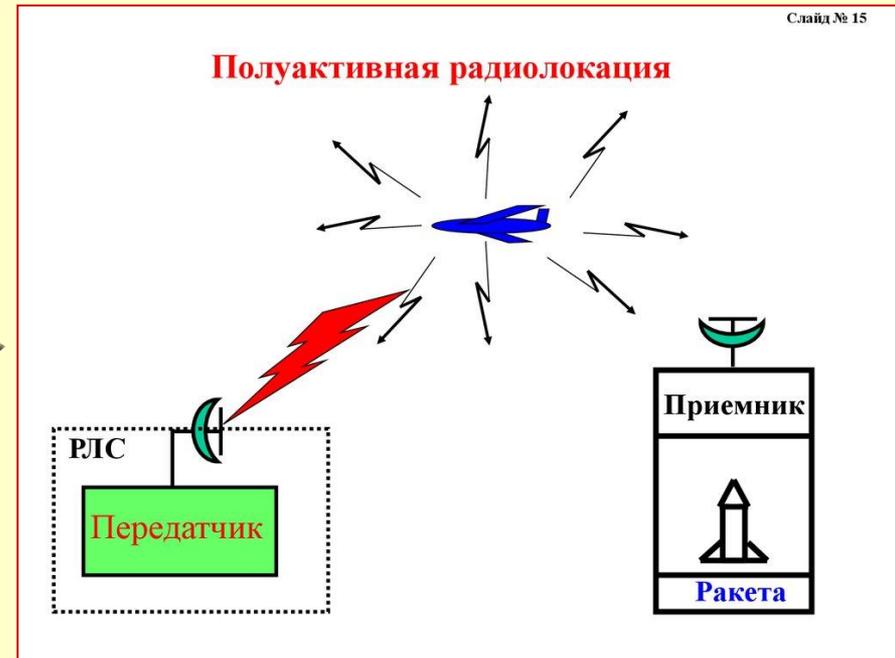
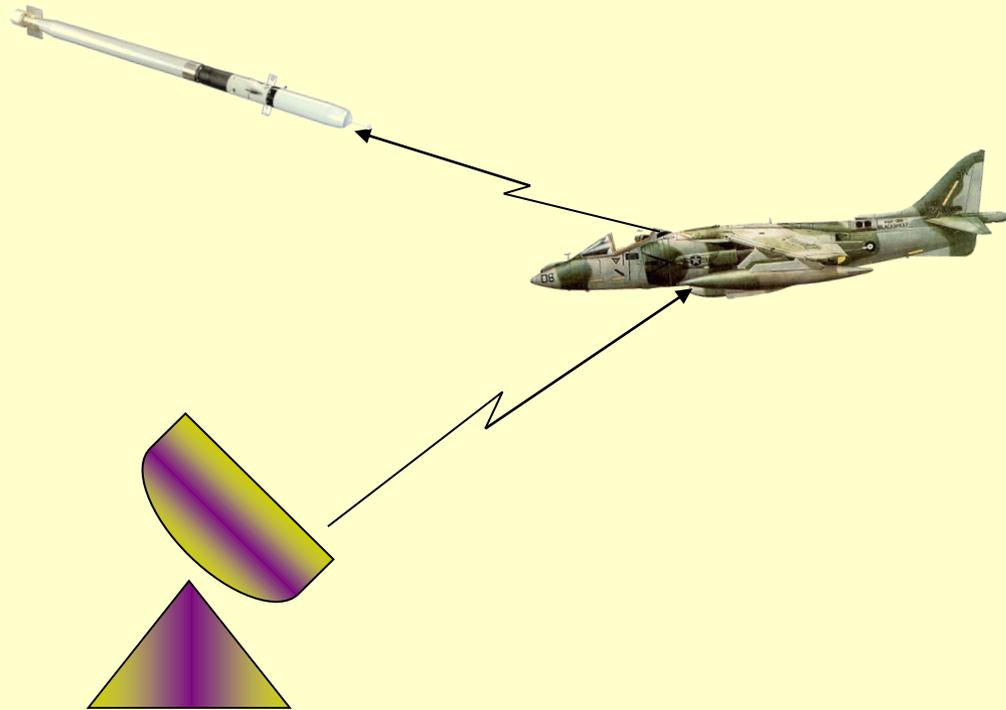
- постоянстве скорости и прямолинейности их распространения, **РРВ**;
- способности **РВ** фокусироваться антеннами в направленные лучи;
- отражении **РВ** от неоднородностей встречающихся на пути **РРВ**.

Достоинства активной радиолокации:

- высокая точность;
- использование совмещенных антенных систем.

2. Полуактивная радиолокация

Полуактивная радиолокация – разновидность **активной** радиолокации.
П/А радиолокация - облучение цели и её обнаружение производится в разных пунктах.



3. Радиолокация с активным ответом

Радиолокация с активным ответом - характеризуется тем, что на объекте устанавливается ответчик, представляющий собой переизлучатель (приёмно-передающее устройство), запускаемый сигналами активного локатора.



Наличие активного ответа позволяет повысить дальность действия радиолокационной системы. Сигнал ответчика обладает большей интенсивностью, чем отраженный сигнал.

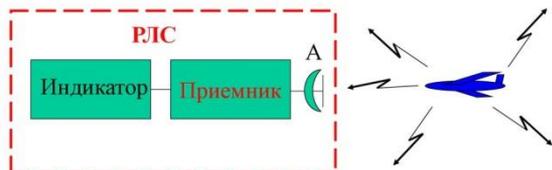
Достоинства:

- позволяет увеличить дальность обнаружения целей.

4. Пассивная радиолокация

Пассивная радиолокация

Слайд № 16



Пассивная радиолокация – в основе лежит явление излучения ЭМЭ телами, температура которых отличается от абсолютного нуля.

Объекты излучают ЭМЭ вследствие естественных причин (тепловые движения электронов, ионизация).

Некоторая часть энергии излучаемая телами попадает в диапазон электромагнитного спектра с **длиной волны** ($\lambda = 10 - 100\text{мм.}$)

При этом электромагнитные излучения (**ЭМИ**):

- на **коротких волнах** распространяются до **8000** км.;
- на **сверхдлинных волнах** – на еще **большую дальность**.

РЛС соответствующего диапазона принимает эти электромагнитные излучения (**ЭМИ**) и использует для определения **координат цели**.

4. Пассивная радиолокация

Пассивная радиолокация основывается на приёме собственного излучения цели в радиочастотном диапазоне.

Основное **достоинство** пассивной радиолокации:

- полная **скрытность** работы, объясняющейся отсутствием передающего устройства, а также в возможности обнаружения некоторых целей, недоступных для активных радиолокаторов.



Вопрос 3

Принцип опознавания воздушных целей

Принцип опознавания ВЦ

Радиолокационные станции (РЛС) сами по себе не могут определить, какие из обнаруженных целей принадлежат противнику. Для этой цели на вооружённых самолётах устанавливаются специальные радиолокационные ответчики.

Ответчик - это устройство, которое принимает сигналы РЛС и излучает ответные сигналы. Чтобы противник не обнаружил ответчик, сигналы должны быть закодированы.

Системы опознавания

Системы опознавания бывают совмещёнными и автономными

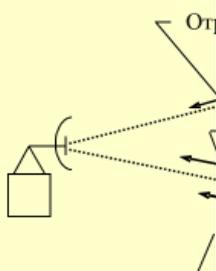
Совмещённая Система опознавания

Достоинства:

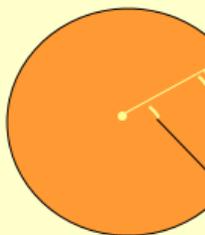
Достоинством совмещённой системы опознавания является то, что она не требует установки ответчиков на самолёты.

1. Так как существуют РЛС в разных диапазонах, то в ответчике устанавливаются несколько ответчиков, работающих в разных диапазонах.
2. Ответчик отвечает только на запросы своей РЛС, поэтому противнику обнаружить его невозможно.
3. При наличии в системе опознавания нескольких РЛС возможно срабатывание ответчика на запросы нескольких РЛС, что приводит к нарушению принципа опознавания.

Совме

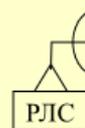


Индикаторы РЛС



Автономная система опознавания

По своему устройству автономная система опознавания не требует установки ответчиков на самолёты.



Кодирование системы опознавания

Чтобы ответчик отвечал только на запросы своих РЛС сигналы запросчиков и ответчиков должны быть **кодированы**. Наиболее надёжное кодирование - группирование запросных импульсов. В ответчике применяется схема, которая запускает передатчик только в случае поступления определённого количества импульсов, разделённых паузами определённой длительности. Код устанавливают на определённый промежуток времени, а потом меняют другим.

Принцип опознавания ВЦ

Радиолокационные станции (РЛС) сами по себе не могут определить, какие из обнаруженных объектов являются своими, а какие принадлежат противнику.

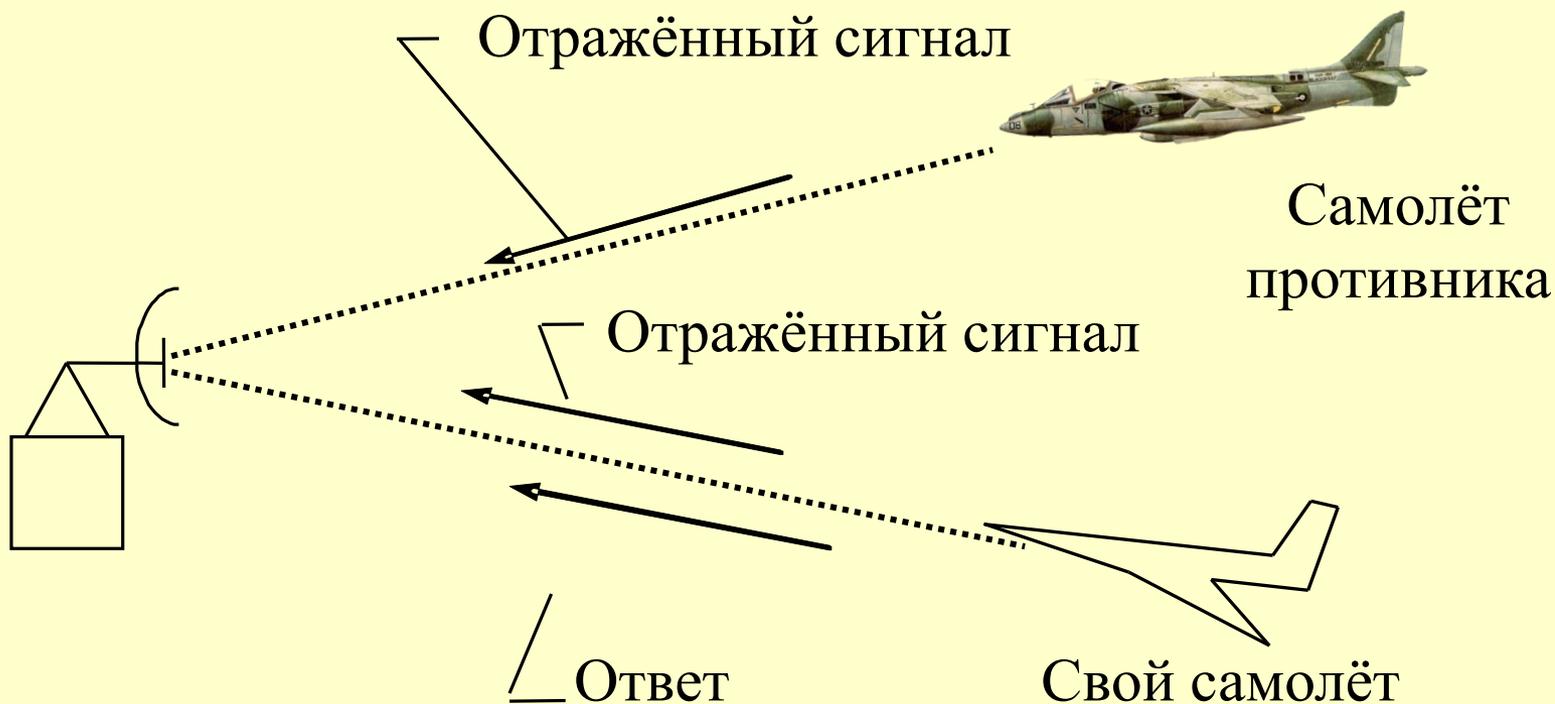
Для этой цели на все свои самолёты устанавливаются специальные радиолокационные приборы – **ответчики**.

Ответчик - это импульсный приёмопередатчик, который принимает сигналы запроса и автоматически посылает ответные сигналы.

Чтобы противник не мог ввести в заблуждение РЛС, ответные сигналы должны быть закодированы.

Системы опознавания

Системы опознавания бывают совмещёнными и автономными



Совмещённая система опознавания

Совмещённая Система опознавания

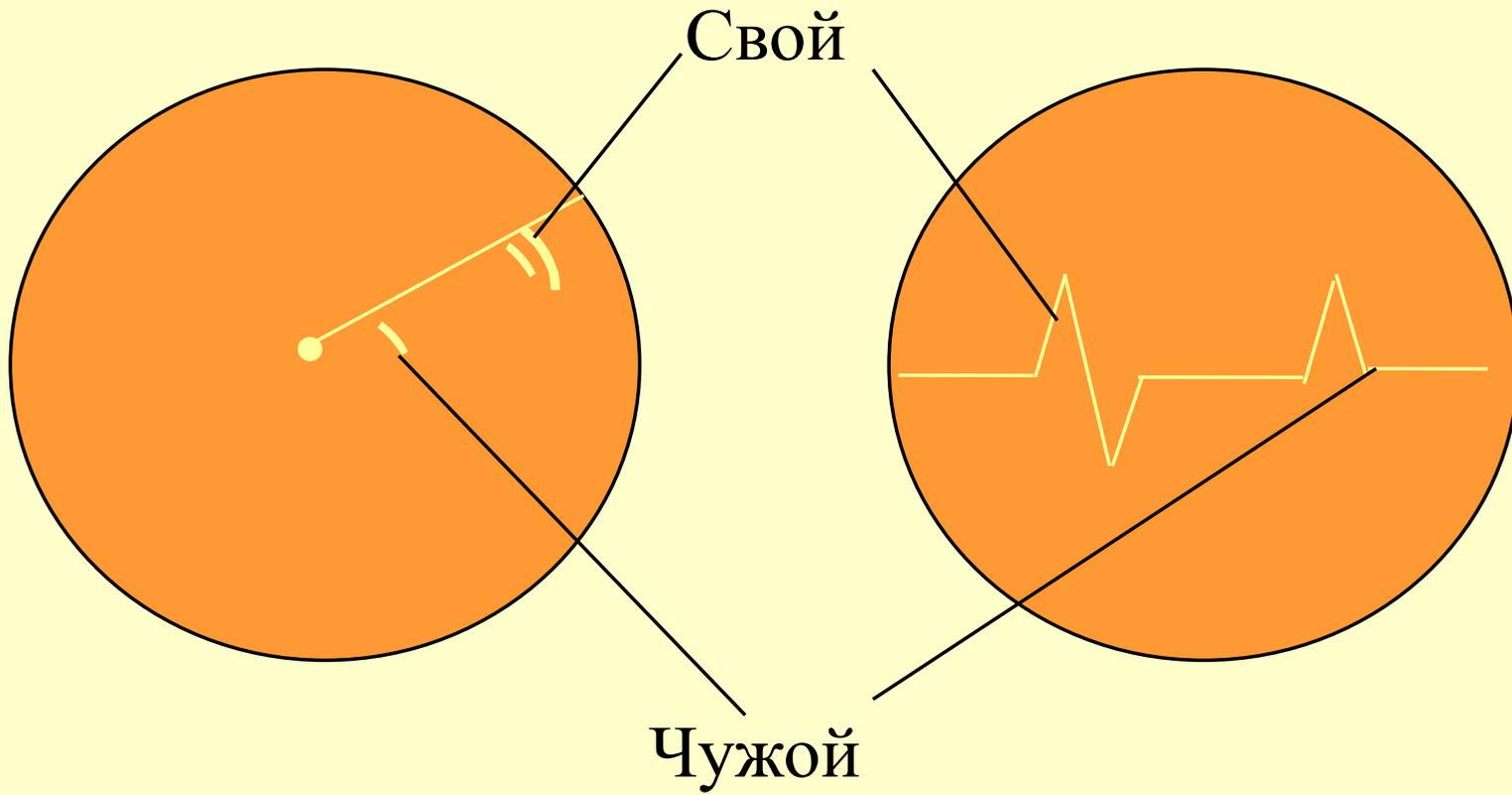
Достоинства:

Достоинством совмещённой системы является то, что она:
- не требует установки на РЛС никаких дополнительных устройств.

Недостатки:

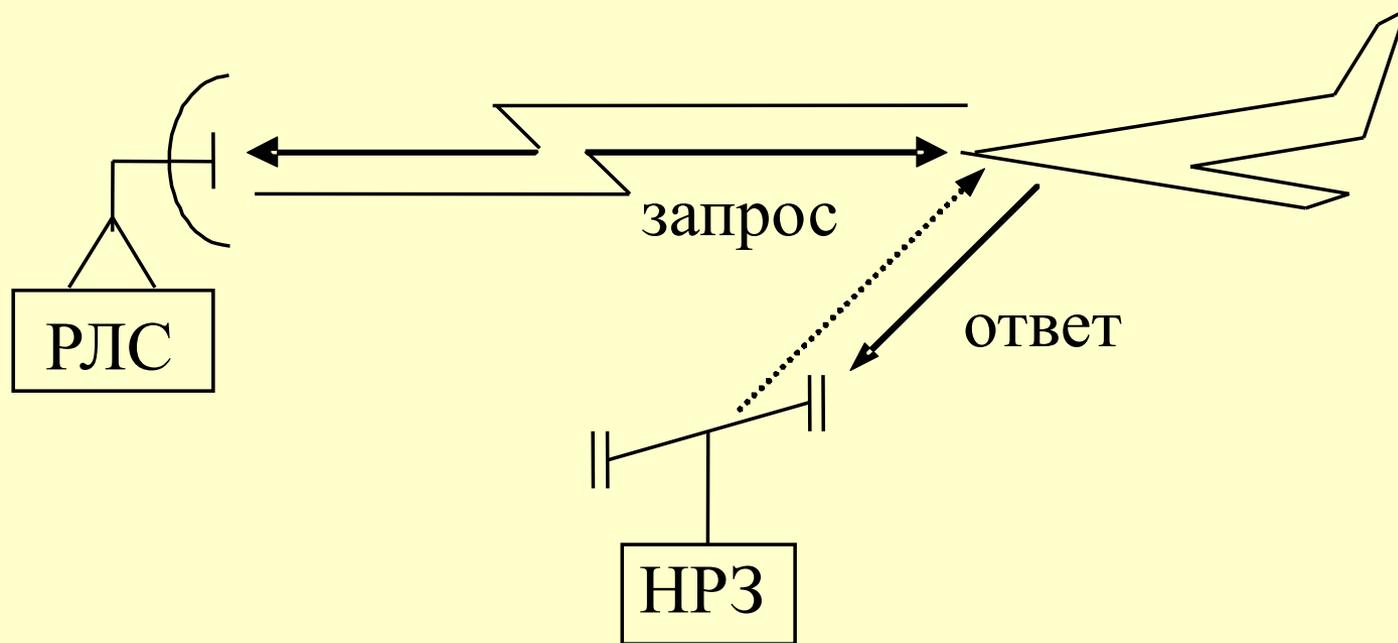
1. Так как существует много различных типов РЛС, работающих в разных диапазонах, эта система требует установки на самолётах нескольких ответчиков.
2. Ответчик отвечает на каждый импульс РЛС, независимо от того нужно это в данный момент или нет, что облегчает противнику обнаружение самолёта с таким ответчиком.
3. При наличии в воздухе большого количества самолётов возможно срабатывание ответчика от отражённых импульсов, что приводит к нарушению работы всей системы опознавания.

Индикаторы РАС



Автономная система опознавания

По своему устройству эта система более совершенна. Всей РЛС придаётся однотипный запросчик, который представляет собой маломощную РЛС



Автономная система опознавания

При необходимости опознавания обнаруженной цели оператор на несколько секунд включает передатчик запросчика.

Передатчик работает в импульсном режиме синхронно с РЛС. Передатчик запросчика и ответчик настроены на волну отличную от волны РЛС.

Ответные импульсы почти не воздействуют на антенну и приёмник РЛС, а воспринимаются антенной запросчика, усиливаются и преобразуются приёмником запросчика и наблюдаются на индикаторе

Кодирование системы опознавания

Чтобы ответчик отвечал только на запросы своих РЛС сигналы запросчиков и ответчиков должны быть **кодированы**.

Наиболее надёжное кодирование - группирование запросных импульсов.

В ответчике применяется схема, которая запускает передатчик только в случае поступления определённого количества импульсов, разделённых паузами определённой длительности.

Код устанавливают на определённый промежуток времени, а потом меняют другим.



Задание на самоподготовку:

Изучить материал занятия
по конспекту и учебному пособию.

Вопросы занятия:

1. Радиоволны и их основные свойства.
2. Радиолокация. Виды радиолокации.
3. Принцип опознавания воздушных целей.



Литература:

1. Учебное пособие
«Основы построения ЗАК»-2013
стр.43-46
2. Учебное пособие
«Основы построения РАС
обнаружения и РЭБ» ТУСУР - 2003
г., стр. 6-21.

6

Конец занятия

Контрольные вопросы

Вариант 1.

1. Структурная схема ЗАК.
2. Назначение, устройство ствола.

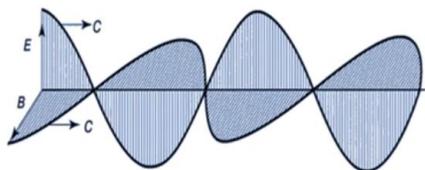
Вариант 2.

1. Измерение углов в зенитной артиллерии.
2. Назначение, устройство капсюля, пороха.



Дополнительные материалы

№	Название	Ссылка
1	Радиолокация. Понятие о телевидении. Развитие средств связи	https://www.youtube.com/watch?v=ttlP-aY6N-0
2	Большой скачок. Радиолокация	https://www.youtube.com/watch?v=Rgh81Stlpn0
3	Командир отделения - старший оператор РЛС (ПВО СВ)	https://www.youtube.com/watch?v=Joc1uhq1Qzs
4	Урок 388. Радиолокация. Физические основы телевидения.	https://www.youtube.com/watch?v=fCcUlfkFBkA
5	Ришельевский физико-математический лицей при Одесском национальном Университете. Дистанционное образование. Канал РЛ ФИЗИКА.	http://rl.odessa.ua/index.php/ru/



Распространяющееся в пространстве периодически изменяющееся электромагнитное поле называется **электромагнитной волной**.

Впервые электромагнитные волны экспериментально получил, передал на расстояние и принял Генрих Герц.

В апреле 1895 года, Александр Степанович Попов создал первый в мире радиоприемник.



Радиолокация. Физические основы телевидения.

Антенна

Антенны коммутатора

приёмник

генератор радиосигнала

передатчик

$t = \frac{2l}{c}$

\downarrow

$l = \frac{1}{2}ct$

Нужно: $t > \tau$

$t < \tau$

$t_{min} = \tau$

$t_{max} = \tau$

$l_{min} = \frac{1}{2}c\tau$

$l_{max} = \frac{1}{2}c\tau$

Киселёв, Механика § 56, 57, Гельфанд № 6.37-6.40 6.48

Занятие №1. Введение в радиолокацию

Восточный учебный центр
при Ульяновском государственном университете

Цели занятия
- Изучить основные характеристики, устройство радиолокационных установок

Вопрос занятия
Вопрос №1
Назначение цели Гуркина Я. А.

1 ★

Дисциплина:
«Устройство и эксплуатация СВЧ-оборудования СВЧ»

Тема №2
Основные радиолокационные характеристики

Занятие №1
Введение в радиолокацию

2 ★

План занятия:

№	Содержание темы	Время	Вид занятия
1	Введение в радиолокацию	20 мин	Лекция
2	Структура радиолокационной установки	20 мин	Лекция
3	Составные части радиолокационной установки	20 мин	Лекция
4	Радиолокационная установка СВЧ	20 мин	Лекция
5	Составные части радиолокационной установки СВЧ	20 мин	Лекция
6	Составные части радиолокационной установки СВЧ	20 мин	Лекция
7	Составные части радиолокационной установки СВЧ	20 мин	Лекция

3 ★

Цели занятия:
Изучить:
- структуру радиолокационной установки,
- составные части радиолокационной установки и их назначение.

Вид занятия: - групповое

4 ★

Актуальность занятия:
Обобщить и систематизировать знания о структуре и назначении радиолокационной установки.

5 ★

Вопросы занятия:
1. Назначение и состав радиолокационной установки.
2. Радиолокационная установка СВЧ.
3. Составные части радиолокационной установки СВЧ.

Литература:
1. Учебник по СВЧ-оборудованию СВЧ.
2. Учебник по СВЧ-оборудованию СВЧ.
3. Учебник по СВЧ-оборудованию СВЧ.

6 ★

Вопрос 1
Назначение и состав радиолокационной установки.

7 ★

Радиолокация
Радиолокация - это способ обнаружения, измерения дальности, направления, скорости и других параметров объектов в пространстве с помощью радиоволн.

Свойства радиолокации
1. Дальность действия.
2. Угловая точность.
3. Скорость обнаружения.
4. Надежность.
5. Автоматизация.

8 ★

Свойства РД
1. Дальность действия.
2. Угловая точность.
3. Скорость обнаружения.
4. Надежность.
5. Автоматизация.

9 ★

Свойства РД в радиолокации
1. Дальность действия.
2. Угловая точность.
3. Скорость обнаружения.
4. Надежность.
5. Автоматизация.

10 ★

Свойства РД
1. Дальность действия.
2. Угловая точность.
3. Скорость обнаружения.
4. Надежность.
5. Автоматизация.

11 ★

Свойства РД
1. Дальность действия.
2. Угловая точность.
3. Скорость обнаружения.
4. Надежность.
5. Автоматизация.

12 ★

Свойства РД
1. Дальность действия.
2. Угловая точность.
3. Скорость обнаружения.
4. Надежность.
5. Автоматизация.

13 ★

Свойства РД
1. Дальность действия.
2. Угловая точность.
3. Скорость обнаружения.
4. Надежность.
5. Автоматизация.

14 ★

Свойства РД
1. Дальность действия.
2. Угловая точность.
3. Скорость обнаружения.
4. Надежность.
5. Автоматизация.

15 ★

Вопрос 2
Назначение и состав радиолокационной установки.

16 ★

Вопрос 2
Назначение и состав радиолокационной установки.

17 ★

Вопрос 2
Назначение и состав радиолокационной установки.

18 ★

Вопрос 2
Назначение и состав радиолокационной установки.

19 ★

Вопрос 2
Назначение и состав радиолокационной установки.

20 ★

Вопрос 2
Назначение и состав радиолокационной установки.

21 ★

Вопрос 2
Назначение и состав радиолокационной установки.

22 ★

Вопрос 2
Назначение и состав радиолокационной установки.

23 ★

Вопрос 2
Назначение и состав радиолокационной установки.

24 ★

Вопрос 2
Назначение и состав радиолокационной установки.

25 ★

Вопрос 2
Назначение и состав радиолокационной установки.

26 ★

Вопрос 2
Назначение и состав радиолокационной установки.

27 ★

Вопрос 2
Назначение и состав радиолокационной установки.

28 ★

Вопрос 2
Назначение и состав радиолокационной установки.

29 ★

Вопрос 2
Назначение и состав радиолокационной установки.

30 ★

Вопрос 2
Назначение и состав радиолокационной установки.

31 ★

Вопрос 2
Назначение и состав радиолокационной установки.

32 ★

Вопрос 2
Назначение и состав радиолокационной установки.

33 ★

Вопрос 2
Назначение и состав радиолокационной установки.

34 ★

Вопрос 2
Назначение и состав радиолокационной установки.

35 ★

