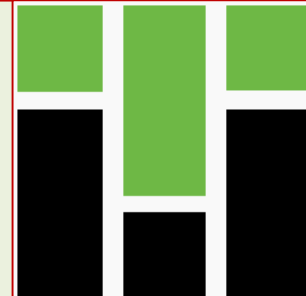




Военный учебный центр при Томском политехническом университете



Цикл
№2

**«Боевое применение подразделений,
вооружённых зенитными установками»**

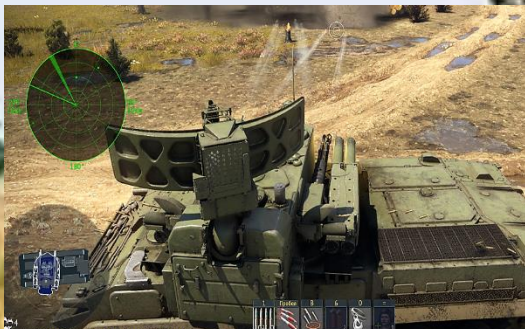


КУРС ЛЕКЦИЙ

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



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



Тема №2
Основы радиолокации



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, ее виды, диапазоны и свойства радиоволн.**

ВИД ЗАНЯТИЯ: – ГРУППОВОЕ.

Актуальность занятия:

Обусловлено:

- необходимостью иметь глубокие и твердые знания по радиолокации, ее видов, диапазонов и свойств радиоволн.**

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.

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.

РВ являются электромагнитными волнами.

РВ применяются в радиотелеграфии, радиометеорологии, радиолокации, радиосвязи.

РВ применяются для исследования различных объектов верхних слоев атмосферы.

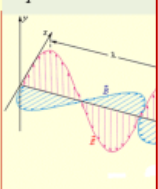


Рис. 1. Модель электромагнитной волны

Свойства РВ

Свойства РВ применяемые в радиолокации

1. Основное свойство РВ - распространение в однородной среде. При распространении РВ энергия радиоволн равномерно распределяется по поверхности, следовательно, на единицу площади поверхности падает одинаковая энергия излучения, в результате чего РВ распространяются по поверхности. Если на поверхности радиоволн к приёмнику высота этого препятствия сравнима с длиной волны, то РВ не приходят в точку В.
2. Возможность концентрации РВ. Форму этого пучка можно использовать для характеристики Д.
3. Способность отражаться от поверхности. Это позволяет использовать РВ для зондирования цели.
4. Эффект Доплера. Это позволяет определять скорость движения цели.

Дифракция

Дифракция - способность электромагнитных волн огибать неровности поверхности, на которую падает электромагнитное излучение, в результате чего РВ распространяются по поверхности.

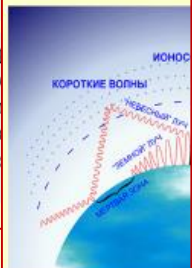
Другой путь распространения радиоволн - за счёт отражения от верхних ионизированных слоев атмосферы. Благодаря этому свойству радиоволны могут отражаться от поверхности Земли. Так как поверхность Земли не идеально ровная, радиоволны излучаются в радиусе распространения радиоволн по поверхности Земли.

Отражение от ионосферы

Волны, распространяющиеся по поверхности Земли, называются наземными волнами. При соответствующих условиях радиоволны могут распространяться по поверхности Земли, обогнув земной шар.

Атмосферная рефракция РВ

Явление атмосферной рефракции радиоволн. Параметры атмосферной рефракции зависят от высоты, влажности воздуха, температуры. Траектория луча радиоволны искривляется.



Диапазоны РВ

Диапазон УКВ разбит на поддиапазоны:

Название поддиапазона волны	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	$10^3 - 10^6$
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: $\lambda = \frac{c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{f}$

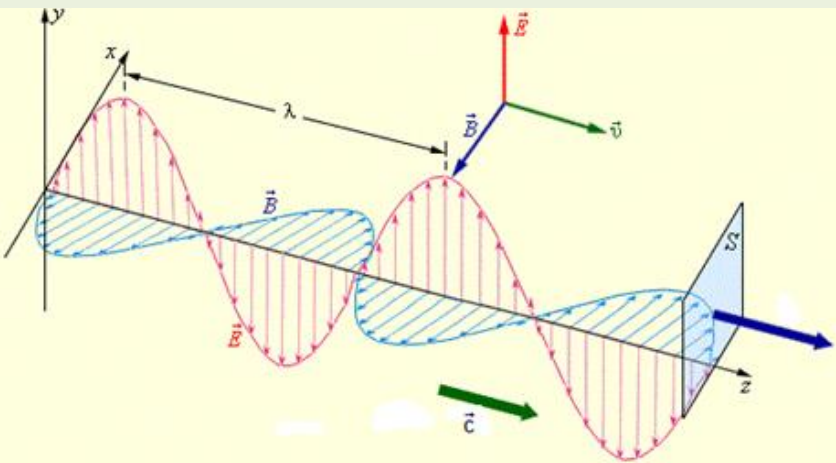
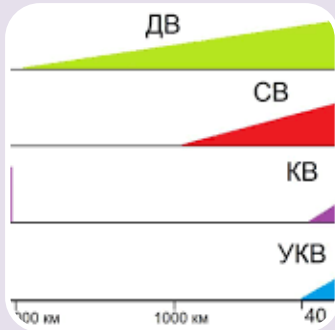


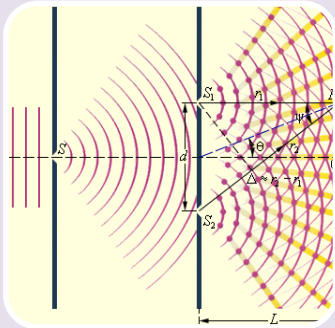
Рис. 1. Модель электромагнитной волны.

Свойства РВ



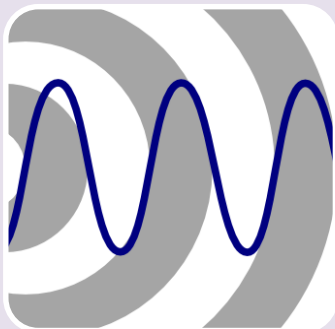
Распространение радиоволн, РРВ

- прямолинейное,
- равномерное.



Огибание/сложение РВ

- Дифракция.
- Интерференция.



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

Свойства РВ применяемые в радиолокации

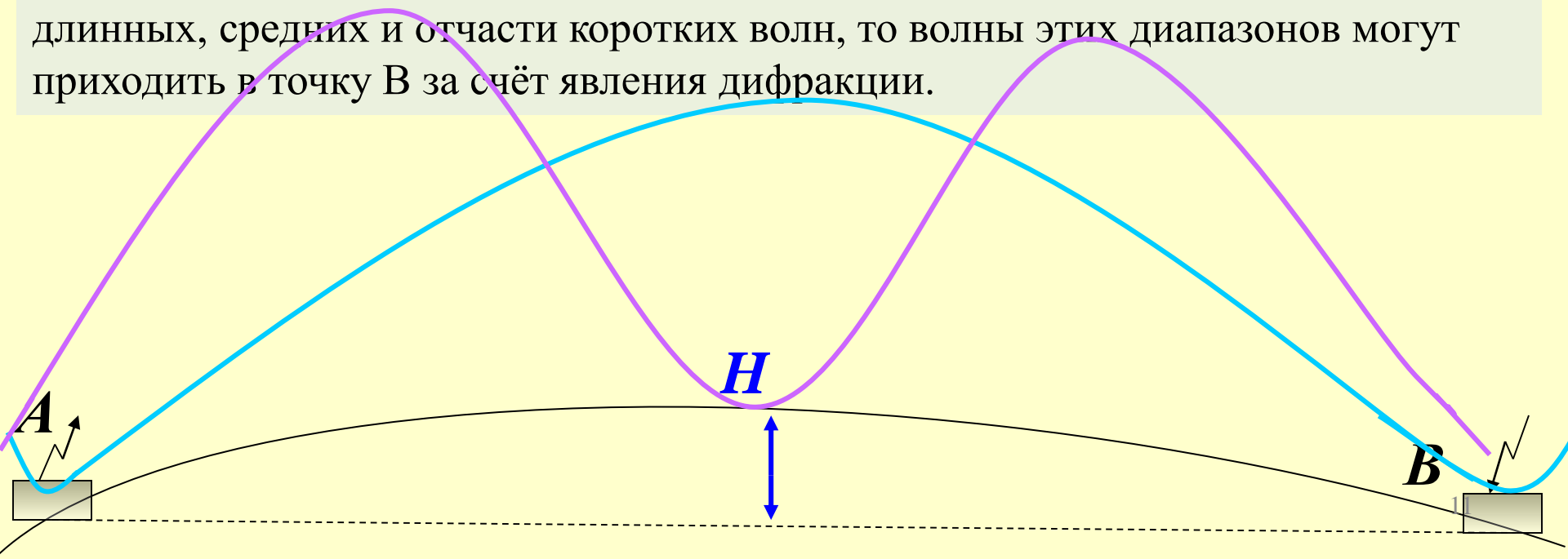
- 1. Основное свойство РВ** - способность распространяться в однородной среде прямолинейно и с постоянной скоростью. При распространении в пространстве радиоволны сильно ослабляются. Главная причина ослабления заключается в том, что по мере распространения энергия радиоволн распределяется во всё большем 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 **A**, то препятствием для радиоволн к приёмнику **B** 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 **B** за счёт явления дифракции.



Дифракция

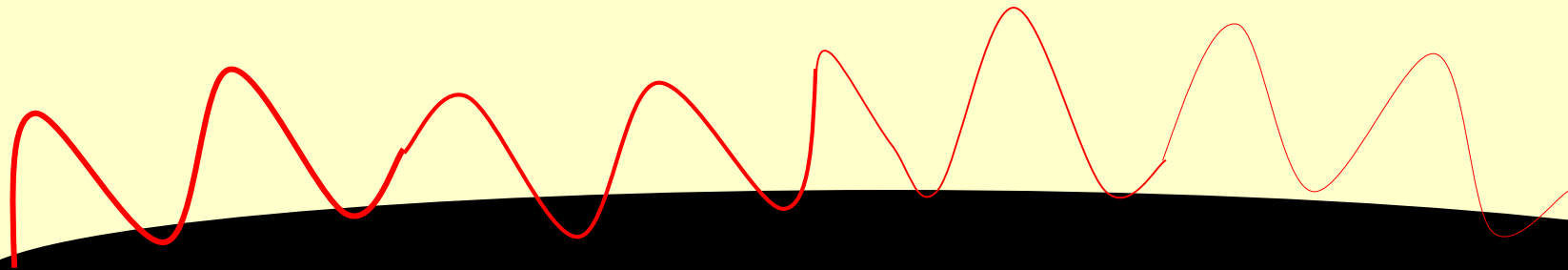
Явление **дифракции** выражено тем слабее, чем короче длина волны. При работе на ультракоротких радиоволнах дифракцией волн можно пренебречь.

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

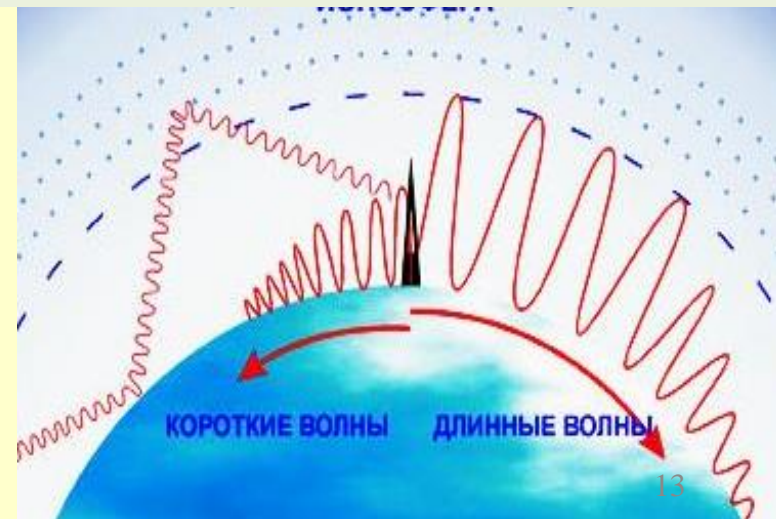
Другой путь распространения радиоволн - за счёт отражения от верхних ионизированных слоев атмосферы.

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.



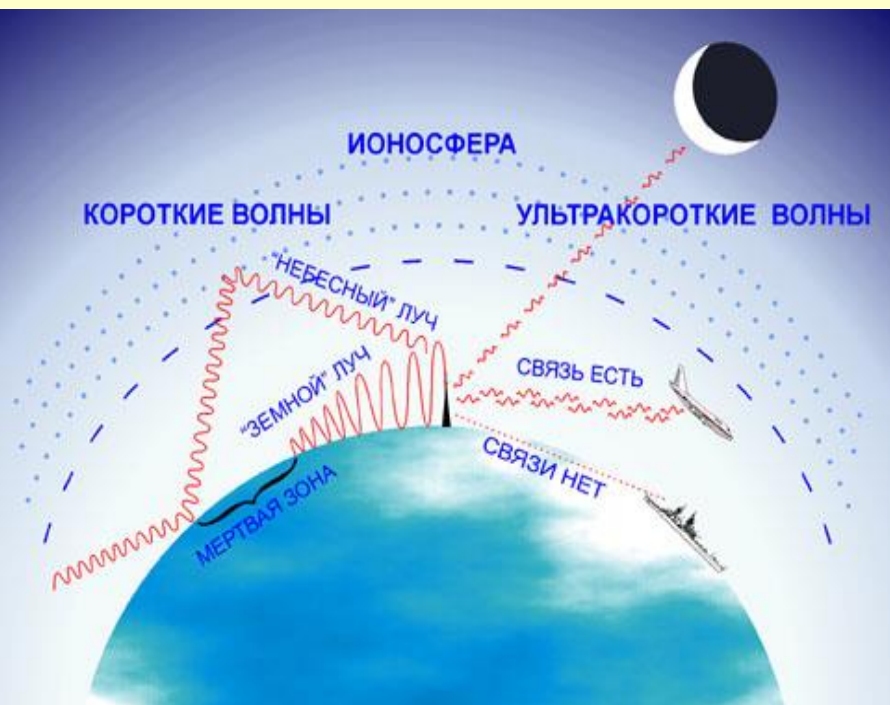
Атмосферная рефракция РВ

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



Вопрос 2

Радиолокация. Виды радиолокации

История развития радиолокации

Радиолокация — это способ обнаружения и определения местоположения объектов в пространстве с помощью радиоволн.

Явление отражения радиоволн от объектов было обнаружено в 1888 году Г. Герцем.

Влияние радиолокации на развитие радиотехники и электроники огромно. Впервые радиолокация была применена в немецком самолёте «Граф Зепелин» в 1929 году.

История развития радиолокации

В СССР работы по радиолокации были развёрнуты с 1933 по инициативе М. В. Вольского. Первые практические работы по радиолокации были выполнены в 1934 году П. К. Ощепковым. Первые практические работы по радиолокации были выполнены в 1934 году П. К. Ощепковым. Первые практические работы по радиолокации были выполнены в 1934 году П. К. Ощепковым.

Первые практические работы по радиолокации были выполнены в 1934 году П. К. Ощепковым. Первые практические работы по радиолокации были выполнены в 1934 году П. К. Ощепковым. Первые практические работы по радиолокации были выполнены в 1934 году П. К. Ощепковым.

Первые практические работы по радиолокации были выполнены в 1934 году П. К. Ощепковым. Первые практические работы по радиолокации были выполнены в 1934 году П. К. Ощепковым. Первые практические работы по радиолокации были выполнены в 1934 году П. К. Ощепковым.

Радиолокация объектов в пространстве с помощью радиоволн.

Радиолокация при помощи радиоволн, а также жидкостных радиолокаторов.

Радиолокация

Виды радиолокации

1. Активная радиолокация

Активная радиолокация осуществляется путем облучения цели зондирующей радиоволной.

Активная радиолокация

1. Активная радиолокация



Активная радиолокация

- постоянство работы
- способность обнаруживать цели
- отражения радиоволн

Достоинством активной радиолокации являются:

- высокая точность
- использование радиоволн

2. Полуактивная радиолокация

Полуактивная радиолокация является частным случаем активной радиолокации.

Полуактивная радиолокация

3. Радиолокация с активным ответом

Радиолокация с активным ответом на объекте устанавливается переизлучатель, который излучает сигналы активной радиолокации.

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.

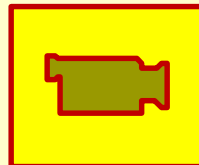


История развития радиолокации

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

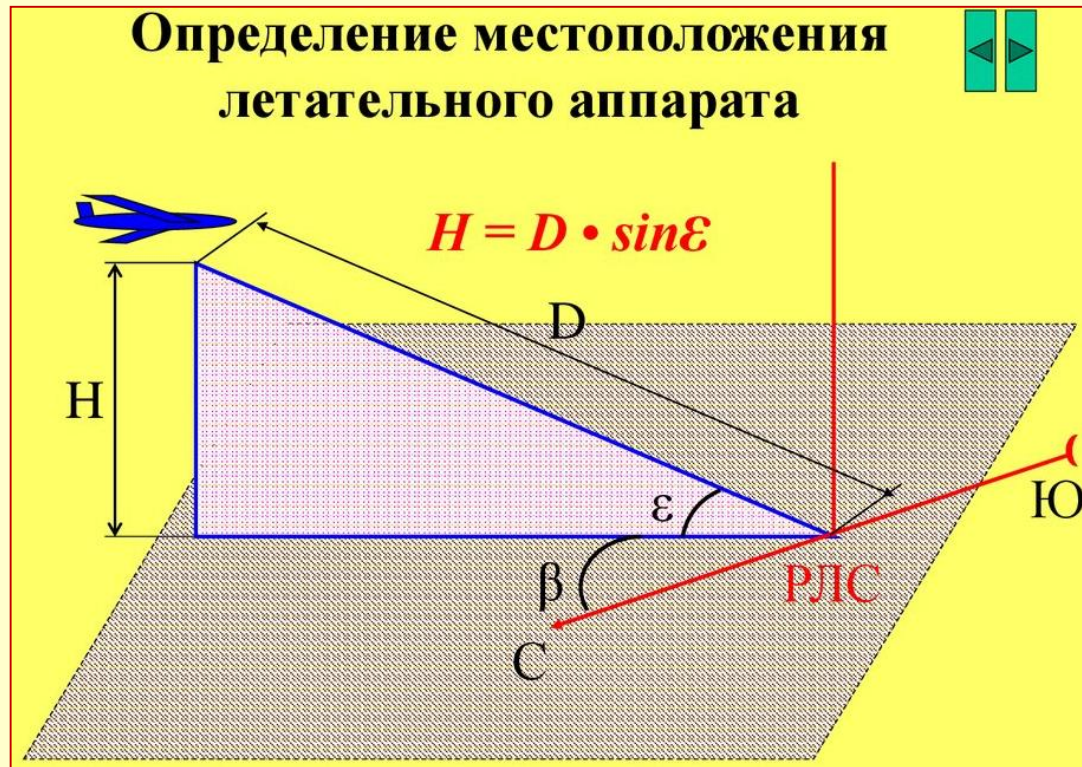
В СССР работы по радиолокации были развёрнуты с 1933 по инициативе М. М. Лобанова, под руководством Ю. К. Коровина и П. К. Ощепкова.

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.

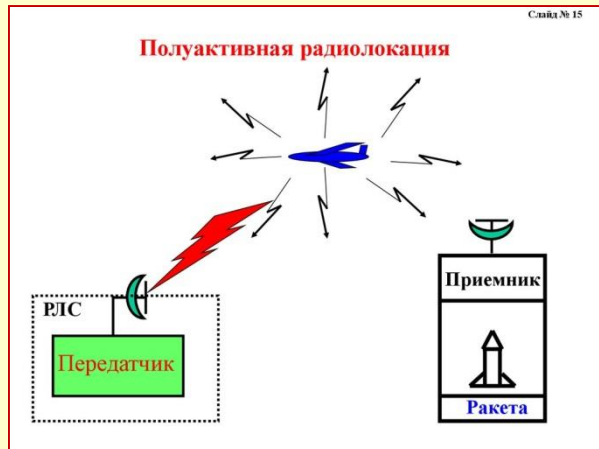
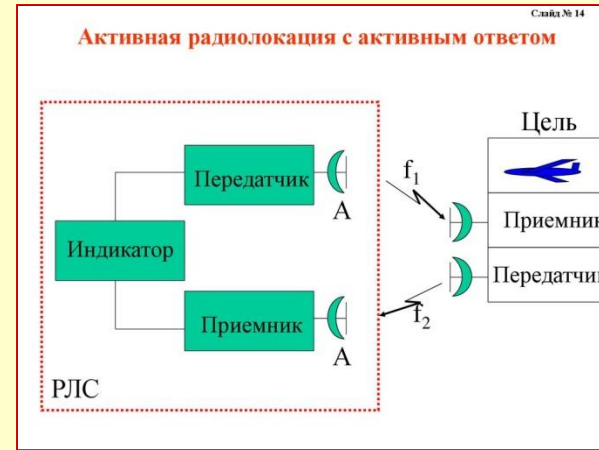
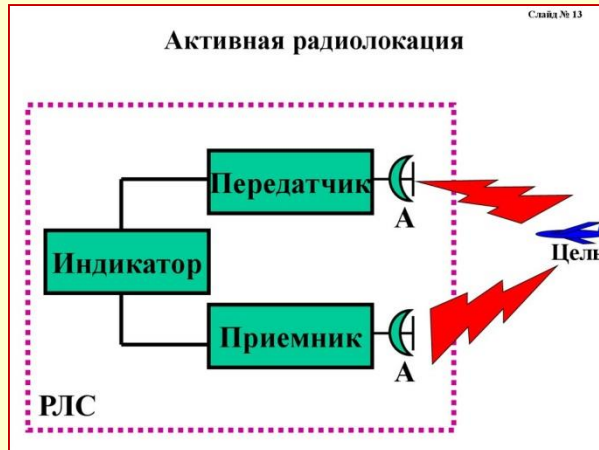
Радиолокация

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



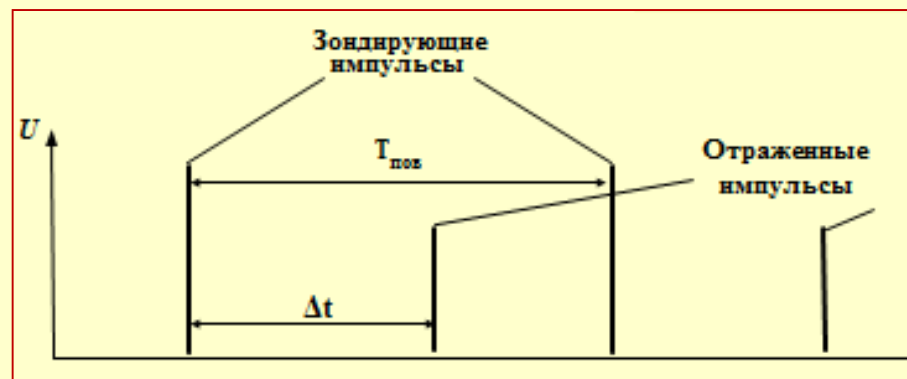
Радиолокационные станции (РЛС) – устройства, способные при помощи радиоволн обнаруживать самолеты, корабли, и другие цели, а так же определять их местоположение (координаты).

Виды радиолокации



1. Активная радиолокация

Активная радиолокация: осуществляется путем облучения цели зондирующими радиоимпульсами и приема радиоимпульсов отраженных от неё.



Активная радиолокация основывается на следующих свойствах радиоволн:

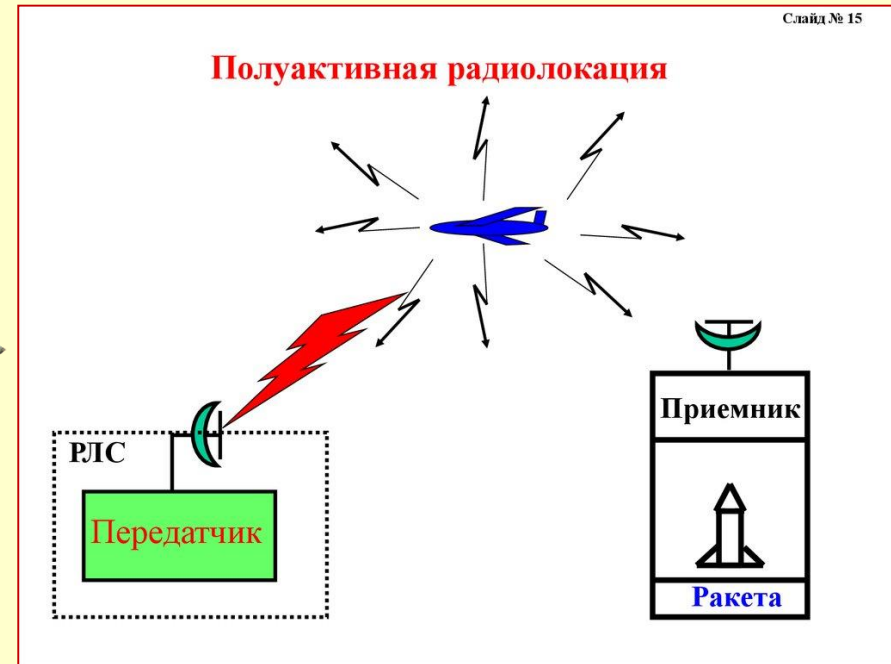
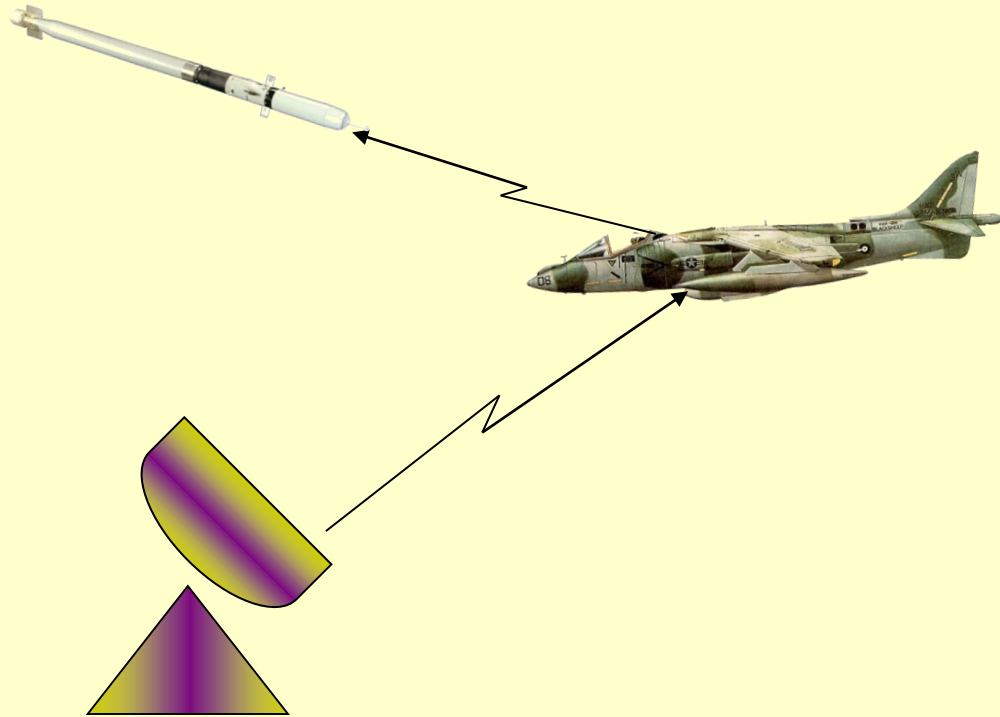
- постоянстве скорости и прямолинейности пути их распространения;
- способности радиоволн фокусироваться антеннами в направленные лучи;
- отражении радиоволн от неоднородностей встречающихся на пути их распространения.

Достоинством активной радиолокации являются:

- высокая точность;
- использование совмещенных антенных систем.

2. Полуактивная радиолокация

Полуактивная радиолокация является частным случаем **активной** радиолокации, и отличается тем, что 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 лоатора.



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

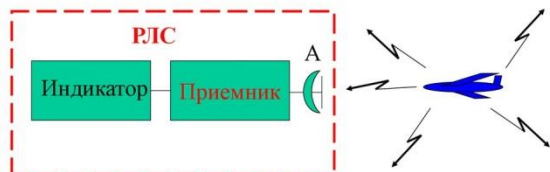
Достоинства:

- 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 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 какие принадлежат противнику. Для этой цели на вооружённых самолётах устанавливаются специальные радиолокаторы-ответчики.

Ответчик - это радиолокатор, который принимает сигналы с РЛС и передаёт свои сигналы. Чтобы противник не обнаружил радиолокаторы-ответчики, их сигналы должны быть закодированы.

Системы опознавания

Системы опознавания бывают совмещёнными и автономными

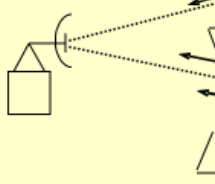
Совмещённая Система опознавания

Достоинства:

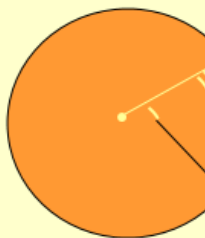
Достоинством совмещённой системы опознавания является то, что она не требует установки радиолокаторов-ответчиков на вооружённых самолётах.

1. Так как существуют радиолокаторы в разных диапазонах, то в ответчике устанавливаются несколько ответчиков, работающих в разных диапазонах.
2. Ответчик отвечает на запросы РЛС, поэтому для обнаружения противника не требуется установка радиолокаторов-ответчиков на вооружённых самолётах.
3. При наличии в радиолокаторе-ответчике радиолокатора, работающего в том же диапазоне, что и радиолокаторы противника, возможно срабатывание радиолокаторов-ответчиков, что приводит к нарушению работы радиолокаторов противника.

Совме



Индикаторы РЛС

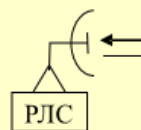


Автономная система опознавания

По своему устройству автономная система опознавания не отличается от совмещённой системы опознавания. Всей РЛС придаётся

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 устанавливается на определённый промежуток времени, а потом меняется другим.



Принцип опознавания ВЦ

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

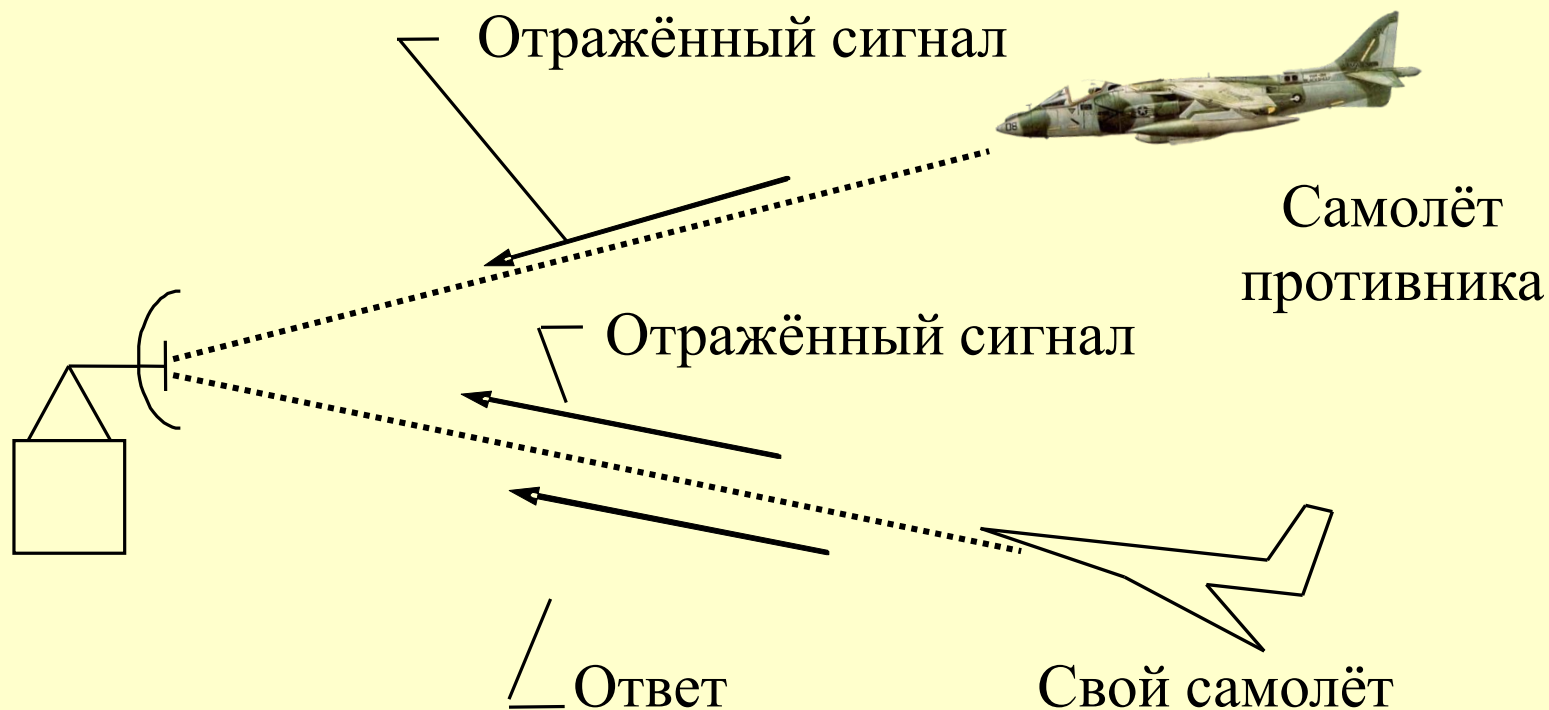
Для этой цели на все свои самолёты устанавливаются специальные радиолокационные приборы – **ответчики**.

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:

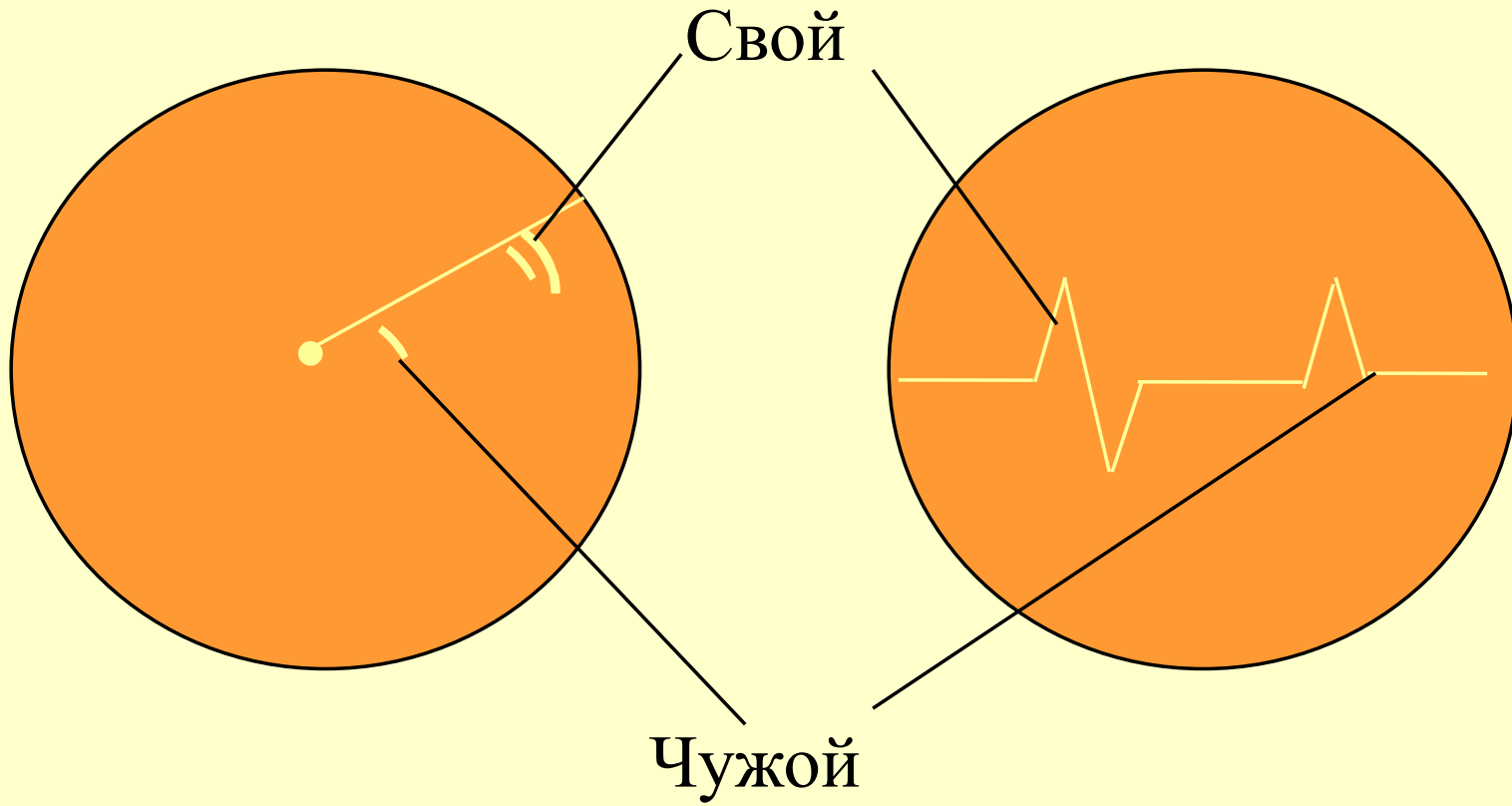
Достоинством совмещённой системы является то, что она:

- не требует установки на РЛС никаких дополнительных устройств.

Недостатки:

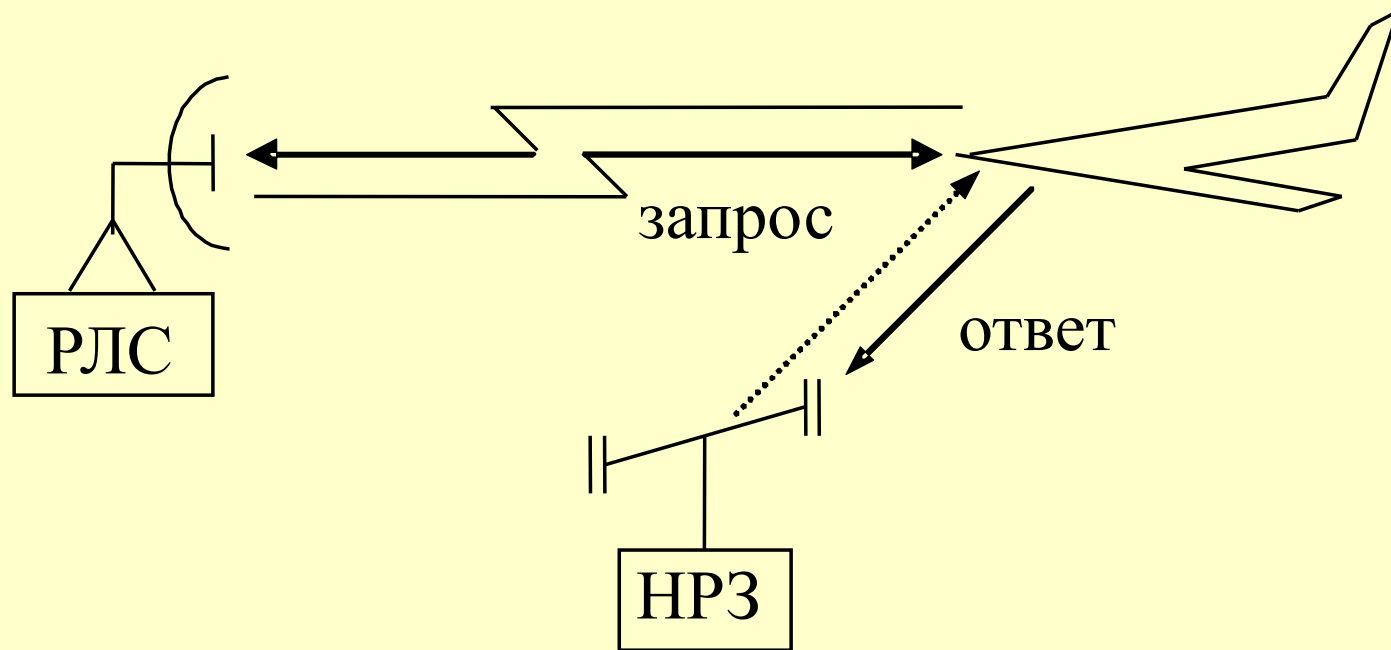
1. Так как существует много различных типов РЛС, работающих в разных диапазонах, эта система требует установки на самолётах нескольких ответчиков.
2. Ответчик отвечает на каждый импульс РЛС, независимо от того нужно это в данный момент или нет, что облегчает противнику обнаружение самолёта с таким ответчиком.
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.



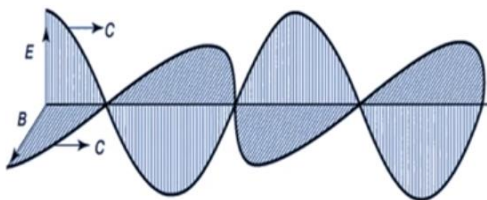
- Литература:**
1. Учебное пособие
«Основы построения ЗАК»-2013
стр.43-46
 3. Учебное пособие
«Основы построения РЛС
обнаружения и РЭБ» ТУСУР - 2003
г., стр. 6-21.

7

Конец занятия

Дополнительные материалы

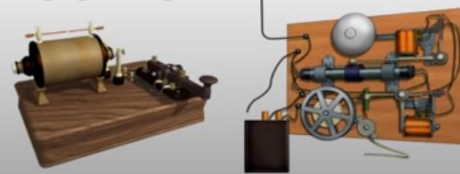
№	Название	Ссылка	
1	Радиолокация. Понятие о телевидении. Развитие средств связи	https://www.youtube.com/watch?v=ttlP-aY6N-0	
2	Большой скачок. Радиолокация	https://www.youtube.com/watch?v=Rgh81StlPn0	
3			
4			
5	Командир отделения - старший оператор РЛС (ПВО СВ)	https://www.youtube.com/watch?v=Joc1uhq1Qzs	
6			
7			



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.



Занятие №1

Введение в радиолокацию.

Военный учебный центр
при Военной академии
радиотехники

Специальность: **Специалист по эксплуатации радиолокационных станций**

Курс: **Первый**

Секция: **Радиолокация**

Место: **г. Москва, ул. Мухоморова, д. 10**

Методические материалы

Дисциплина:
«Устройство и эксплуатация РЛС»
Раздел 1:
«Основы радиолокации»

Тема №2
Основы радиолокации

Занятие №1
Введение в радиолокацию

Цели занятия:

№	Вопрос / задание	Формы	Вид занятия
1	Свойства радиоволн	С/а	Лекция
2	Свойства радиолокационных станций	С/а	Лекция
3	Свойства радиолокационных станций	С/а	Лекция
4	Свойства радиолокационных станций	С/а	Лекция
5	Свойства радиолокационных станций	С/а	Лекция
6	Свойства радиолокационных станций	С/а	Лекция
7	Свойства радиолокационных станций	С/а	Лекция
8	Свойства радиолокационных станций	С/а	Лекция
9	Свойства радиолокационных станций	С/а	Лекция
10	Свойства радиолокационных станций	С/а	Лекция
11	Свойства радиолокационных станций	С/а	Лекция
12	Свойства радиолокационных станций	С/а	Лекция
13	Свойства радиолокационных станций	С/а	Лекция
14	Свойства радиолокационных станций	С/а	Лекция
15	Свойства радиолокационных станций	С/а	Лекция

Цели занятия:

Изучить:

- определения радиолокации, ее виды, диапазоны и свойства радиоволн.

ВИД ЗАНЯТИЯ: — групповое.

Актуальность занятия:

Образование:

- выявление возможностей радиолокации в различных условиях, ее роли в современных условиях.

Вопросы занятия:

1. Радиолокация и ее основные свойства.
2. Радиолокация. Виды радиолокационных станций.
3. Принципы обозначения воздушных целей.

Литература:

1. Учебник лекция «Основы радиолокации» №1-0511 от 10-12-18
2. Учебник лекция «Основы радиолокации» №1-0511 от 10-12-18
3. Учебник лекция «Основы радиолокации» №1-0511 от 10-12-18

Вопрос 1

Радиолокация и ее основные свойства

Радиоволны (РВ):

Радиоволны (РВ) — это электромагнитные волны, распространяющиеся в пространстве со скоростью света. Они являются основой радиолокации.

Свойства РВ:

- 1. Дифракция
- 2. Отражение
- 3. Преломление
- 4. Поглощение

Область/Свойства РВ:

- 1. Дифракция
- 2. Отражение
- 3. Преломление
- 4. Поглощение

Свойства РВ:

Радиоволны (РВ) — это электромагнитные волны, распространяющиеся в пространстве со скоростью света. Они являются основой радиолокации.

Свойства РВ:

- 1. Дифракция
- 2. Отражение
- 3. Преломление
- 4. Поглощение

Свойства РВ применимые в радиолокации:

1. Дифракция
2. Отражение
3. Преломление
4. Поглощение

Дифракция:

Дифракция — это явление, при котором радиоволны огибают препятствия и распространяются в пространстве за пределами геометрической тени.

Дифракция:

Дифракция — это явление, при котором радиоволны огибают препятствия и распространяются в пространстве за пределами геометрической тени.

Отражение от ионосферы:

Отражение от ионосферы — это явление, при котором радиоволны отражаются от ионосферы и распространяются в пространстве за пределами геометрической тени.

Атмосферная рефракция РВ:

Атмосферная рефракция РВ — это явление, при котором радиоволны преломляются в атмосфере и распространяются в пространстве за пределами геометрической тени.

Диапазоны РВ:

Диапазон	Частота, МГц	Длина волны, м
Сверхдлинная волна	3-30	10 ⁷ -10 ⁸
Длинная волна	30-300	10 ⁶ -10 ⁷
Средняя волна	300-3000	10 ⁵ -10 ⁶
Короткая волна	3-30	10 ⁴ -10 ⁵
Среднечастотная волна	30-300	10 ³ -10 ⁴
Высокочастотная волна	300-3000	10 ² -10 ³
Сверхвысокочастотная волна	3000-30000	10 ¹ -10 ²
Миллиметровая волна	3000-30000	10 ⁰ -10 ¹

Вопрос 2

Радиолокация

История развития радиолокации:

История развития радиолокации — это история создания и совершенствования радиолокационных станций.

История развития радиолокации:

История развития радиолокации — это история создания и совершенствования радиолокационных станций.

Радиолокация:

Радиолокация — это процесс обнаружения, измерения и сопровождения объектов в пространстве с помощью радиоволн.

Виды радиолокации:

- 1. Радиолокация
- 2. Радиолокация
- 3. Радиолокация
- 4. Радиолокация

1. Активная радиолокация:

Активная радиолокация — это процесс обнаружения, измерения и сопровождения объектов в пространстве с помощью радиоволн.

2. Пассивная радиолокация:

Пассивная радиолокация — это процесс обнаружения, измерения и сопровождения объектов в пространстве с помощью радиоволн.

3. Радиолокация с активным откликом:

Радиолокация с активным откликом — это процесс обнаружения, измерения и сопровождения объектов в пространстве с помощью радиоволн.

4. Пассивная радиолокация:

Пассивная радиолокация — это процесс обнаружения, измерения и сопровождения объектов в пространстве с помощью радиоволн.

4. Пассивная радиолокация:

Пассивная радиолокация — это процесс обнаружения, измерения и сопровождения объектов в пространстве с помощью радиоволн.

Вопрос 3

Принципы обозначения воздушных целей:

Принципы обозначения ВЦ:

Принципы обозначения ВЦ — это процесс обнаружения, измерения и сопровождения объектов в пространстве с помощью радиоволн.

Системы обозначения:

Системы обозначения — это системы обнаружения, измерения и сопровождения объектов в пространстве с помощью радиоволн.

Совместимые Системы Обозначения:

Совместимые Системы Обозначения — это системы обнаружения, измерения и сопровождения объектов в пространстве с помощью радиоволн.

Индикаторы РЛС:

Индикаторы РЛС — это устройства, которые преобразуют радиолокационные сигналы в визуальную информацию.

Автономные Системы Обозначения:

Автономные Системы Обозначения — это системы обнаружения, измерения и сопровождения объектов в пространстве с помощью радиоволн.

Автономные системы обозначения:

Автономные системы обозначения — это системы обнаружения, измерения и сопровождения объектов в пространстве с помощью радиоволн.

Кодированные системы обозначения:

Кодированные системы обозначения — это системы обнаружения, измерения и сопровождения объектов в пространстве с помощью радиоволн.

Задачи на самоподготовку:

Задачи на самоподготовку — это задачи, которые необходимо решить самостоятельно.

Дополнительные материалы:

Дополнительные материалы — это материалы, которые могут быть полезны для изучения радиолокации.

