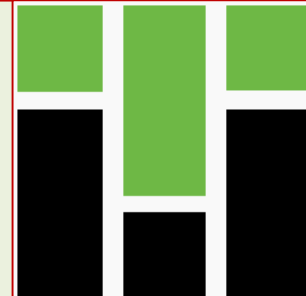




# Военный учебный центр при Томском политехническом университете



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: «Основы построения Зенитных артиллерийских комплексов»



## Тема №3 Основы радиоэлектронной борьбы в войсковой ПВО



## Занятие №1 Основы электронной защиты РЭС от помех

# Цели занятия:

## Изучить:

- сущность и структуру РЭБ, воздействие помех на РЛС и защиту от них, способы защиты РЭС от ПРР, понятие электромагнитной совместимости.

# Актуальность занятия:

## Обусловлено:

-необходимостью иметь глубокие и твердые знания по сущности и структуре РЭБ, воздействию помех на РЛС и защите от них, способам защиты РЭС от ПРР, понятию электромагнитной совместимости.

**ВИД ЗАНЯТИЯ:** – групповое занятие, 2 часа

# Вопросы занятия:

1. Радиоэлектронная борьба. Структура РЭБ.
2. Воздействие помех на РЛС и защита от них.
3. Способы защиты РЭС от ПРР. Понятие электромагнитной совместимости.

Дополнительные материалы	
№	Ссылка
1	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=7f7Wz2J980k">https://www.youtube.com/watch?v=7f7Wz2J980k</a>
2	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=65t6t8W4k">https://www.youtube.com/watch?v=65t6t8W4k</a>
3	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=9p0k3k1k1k">https://www.youtube.com/watch?v=9p0k3k1k1k</a>
4	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=9p0k3k1k1k">https://www.youtube.com/watch?v=9p0k3k1k1k</a>
5	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=9p0k3k1k1k">https://www.youtube.com/watch?v=9p0k3k1k1k</a>
6	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=9p0k3k1k1k">https://www.youtube.com/watch?v=9p0k3k1k1k</a>
7	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=9p0k3k1k1k">https://www.youtube.com/watch?v=9p0k3k1k1k</a>



В.А. Подгорный



**ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ  
ЗЕНИТНЫХ АРТИЛЛЕРИЙСКИХ  
КОМПЛЕКСОВ**

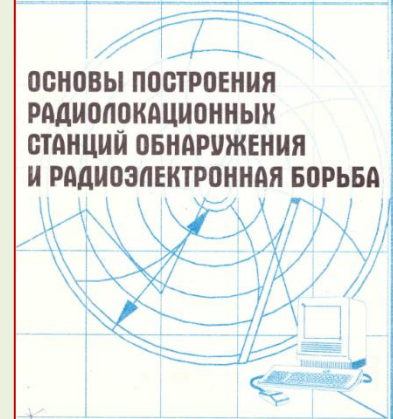


## Литература:

1. Учебное пособие  
«Основы построения ЗАК»-2013 г.,  
стр. 124-134
2. Учебное пособие  
«Основы построения РЛС  
обнаружения и РЭБ» ТУСУР - 2003  
г., стр. 103-112.

И.Л. Богатырёв, В.В. Туханен, А.Н. Покладов

**ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ  
РАДИОЛОКАЦИОННЫХ  
СТАНЦИЙ ОБНАРУЖЕНИЯ  
И РАДИОЭЛЕКТРОННАЯ БОРЬБА**

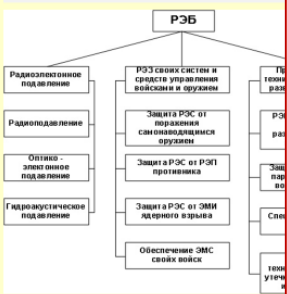


# Вопрос 1

# Радиоэлектронная борьба. Структура РЭБ.

## Радиоэлектронная борьба (РЭБ)

РЭБ - совокупность согласованных по целям, задачам, месту и времени мероприятий и действий войск, по выявлению системы и средств управления войсками и оружием противника их радиоэлектронному подавлению, а также по радиоэлектронной защите средств управления войсками и средствами разведки противника.



### А) Радиоэлектронное подавление

РЭП осуществляется:

- воздействием на системы и средства управления войсками и оружием противника специальными излучениями (помехами);
- уводом самонаводящихся управляемых средств от объектов;
- передачей дезинформации, изменением условий контрастности местности.

Кроме того при

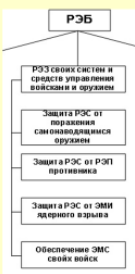
- дымы;
- аэрозоли;
- инфракрасные лазеры;
- угловые отражатели;
- пиротехнические средства.

Для решения задач РЭП используются средства создания помех:

- космические
- воздушные
- наземные
- морские

### 2. Радиоэлектронная защита (РЭЗ)

РЭЗ - комплекс организационных и технических мероприятий, направленный на обеспечение устойчивой работы систем и средств управления своими войсками и средствами разведки противником РЭБ, а также на обеспечение ЭМС своих РЭС.



- защита РЭС от излучения оружия;
- защита от РЭП;
- защита от воздействия электромагнитных помех (защита РЭС) своих войск;

### 3. Противодействие техническим средствам разведки противника (ПдТРС)

ПдТРС - совокупность организационных и технических мероприятий, направленных на исключение или существенное затруднение добывания противником охраняемых сведений о войсках, их деятельности, вооружении, военной технике и военных объектах.

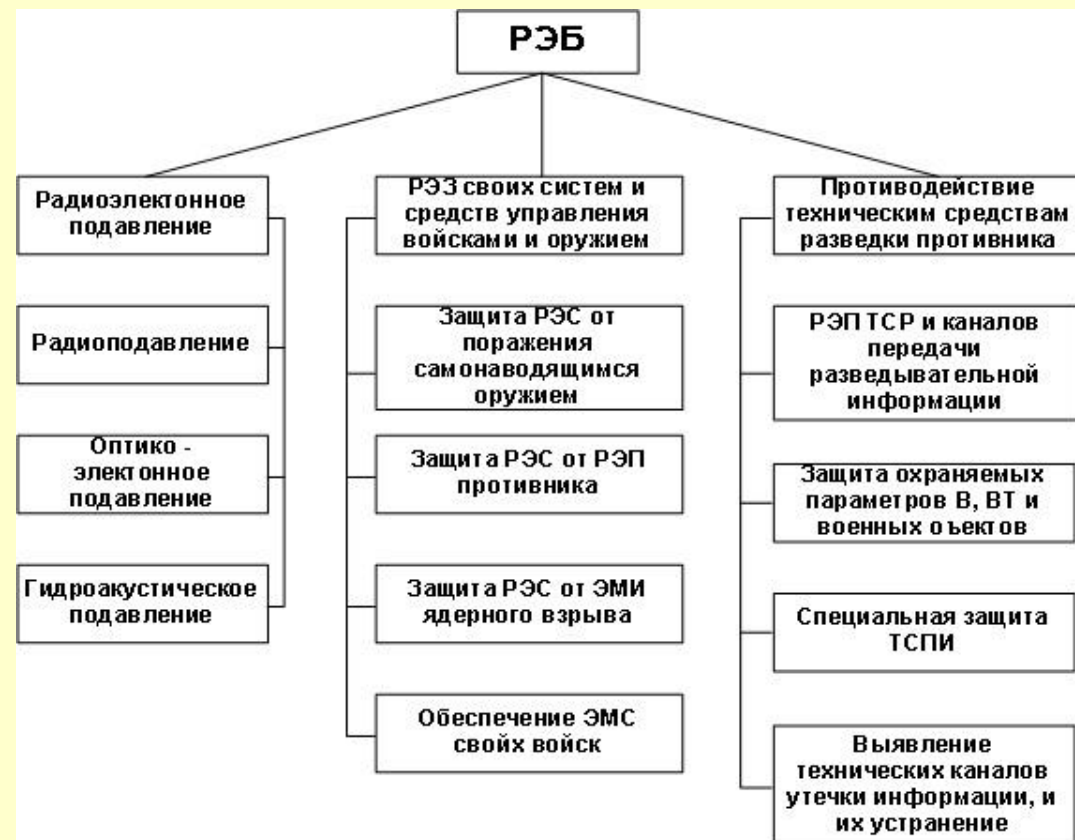
#### Состав ПдТРС:

- радиоэлектронное подавление ТРС и каналов передачи разведывательной информации;
- защита охраняемых параметров вооружения, техники и объектов;
- специальная защита технических средств обработки и передачи информации;
- выявление технических каналов утечки информации и их устранение.



# Радиоэлектронная борьба (РЭБ)

**РЭБ** - совокупность согласованных по целям, задачам, месту и времени мероприятий и действий войск, по выявлению системы и средств управления войсками и оружием противника, их *радиоэлектронному подавлению*, а также по *радиоэлектронной защите* своих систем и средств управления войсками и *противодействию* техническим средствам разведки противника.



## Составные части РЭБ:

1. РЭП (радиоэлектронное подавление).
2. РЭЗ (радиоэлектронная защита).
3. ПдТСР (противодействие техническим средствам разведки).

# 1. Радиоэлектронное подавление

**РЭП** - комплекс мероприятий и действий по нарушению работы или по снижению эффективности боевого применения РЭС противника.

Радиоэлектронное  
подавление

Радиоподавление

Оптико -  
электронное  
подавление

Гидроакустическое  
подавление

**РЭП** включает в себя:

- радиоподавление;
- оптико-электронное подавление;
- гидроакустическое подавление.

**РЭП** достигается:

- созданием активных и пассивных помех,
- применением ложных целей и ловушек,
- изменением свойств среды, в которой распространяются электромагнитные волны,
- уменьшением радио-электронной, оптической и тепловой контрастности военной техники и объектов, а также радиодезинформацией.

Объектами **РЭП** являются средства радиосвязи, радиолокации, радионавигации и другие РЭС, составляющие основу систем управления и разведки.

## Радиоэлектронное поражение

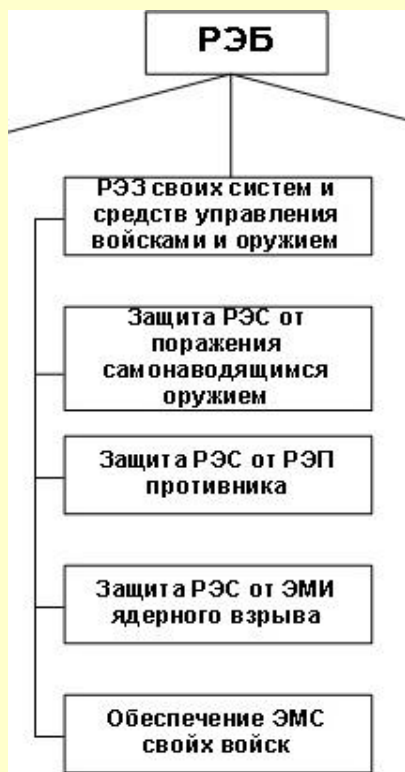
Радиоэлектронное поражение осуществляется воздействием на радиоэлектронные объекты (РЭО) систем управления войсками и оружием противника средствами функционального поражения (ФП), радиоэлектронного подавления (РЭП), срывающихся на излучение оружием, а также изменением условий распространения (отражения) электромагнитных (акустических) волн.



Радиоэлектронные станции типа РЭП-30.  
Предназначены для радиоэлектронного подавления РЭО в радиолокационных системах противника. В том числе обеспечивают подавление РЭС воздушных базисов для защиты наземных и воздушных объектов.

## 2. Радиоэлектронная защита

**РЭЗ** - комплекс организационных и технических мероприятий, обеспечивающий устойчивую работу РЭС в условиях ведения противником РЭБ, а также обеспечивающий электромагнитную совместимость РЭС.



### Состав РЭЗ:

- защита РЭС от поражения самонаводящимся на излучение оружием;
- защита от РЭП;
- защита от воздействия ионизирующих, ЭМ излучений;
- обеспечение ЭМС РЭС своих войск.

### РЭЗ достигается:

- сокращением излучений РЭС от радиоразведки,
- защитой от радиоэлектронных помех и от поражения самонаводящимся оружием,
- обучением экипажей работе в условиях РЭП.



# 3. ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ

## техническим средствам разведки противника

**ПдТРС** - совокупность организационных и технических мероприятий, направленных на исключение или существенное затруднение добывания противником охраняемых сведений о войсках, их деятельности, вооружении, военной технике и военных объектах.

### Состав ПдТРС:

- радиоэлектронное подавление ТРС и каналов передачи разведывательной информации;
- защита охраняемых параметров вооружения, техники и объектов;
- специальная защита технических средств обработки и передачи информации;
- выявление технических каналов утечки информации и их устранение.

Противодействие  
техническим средствам  
разведки противника

РЭП ТРС и каналов  
передачи  
разведывательной  
информации

Защита охраняемых  
параметров В, ВТ и  
военных объектов

Специальная защита  
ТСПИ

Выявление  
технических каналов  
утечки информации, и  
их устранение



# Вопрос 2

## ознакомить

# Помехи радиотехническим средствам и их классификация

ознакомительно

### Радиотехнические помехи

Радиотехнические помехи – это непаразитные электромагнитные излучения, которые мешают работе управляемого радиоустройства.

электромагнитные излучения, которые мешают работе управляемого радиоустройства.

Воздействуя на радиоустройство, они затрудняют и нарушают его нормальное ведение радиосвязи.

Радиотехнические помехи

естественные

**Радиотехнические помехи**  
Радиотехнические помехи – это электромагнитные излучения, затрудняющие или исключающие работу радиоэлектронными средствами.

Воздействие радиотехнических помех:  
- искажение наблюдаемых сигналов;  
- снижение дальности действия;  
- затруднение или невозможность ведения радиосвязи.

Естественные радиотехнические помехи:  
- атмосферные - образуются в результате грозовых процессов в атмосфере;  
- спорадические - ЭМП в виде отдельных импульсов от заряженных частиц в ионосфере;  
- радиовозлучения полярных областей Земли;  
- отражения от метеорологических объектов.

### КЛАССИФИКАЦИЯ ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ПОМЕХ

По способу создания	Активные - генерируемые специальными радиопередатчиками
По характеру воздействия	Пассивные - созданные за счет отражения (рассеяния) излучения
По интенсивности воздействия на РЭС	слабые, средние, сильные, очень сильные, называемые экстремальными
По ширине спектра и способу наведения	узкополосные, широкополосные, направленные, ненаправленные
По структуре и характеру излучения	непрерывные, импульсные

### Искусственные помехи

**Искусственные помехи** - создаются устройствами, излучающими энергию электромагнитных (акустических) колебаний или отражателями, рассеивателями.

### Маскирующие помехи

**Маскирующие помехи** - ухудшают характеристики приемного устройства РЭС, что снижает информативность на котором затрудняется обнаружение, распознавание целей.

С увеличением мощности маскирующих помех возрастает вероятность обнаружения целей. По виду используют **преднамеренные** и **аккустические**. Их используют для усиления и преобразования радиосигналов.

В зависимости от ширины спектров помехи подразделяются на **непреднамеренные** и **преднамеренные**.

### По временной структуре излучения помехи подразделяются на непрерывные и импульсные:

#### Непрерывные помехи

Непрерывные помехи - электромагнитные (акустические) излучения с постоянной амплитудой, частоте или фазой. В соответствии с видом модуляции различают: амплитудно-модулированные, частотно-модулированные, фазомодулированные. В качестве модулирующего сигнала используют напряжение шума - шумовую модуляцию. В зависимости от интенсивности различают: слабые, средние, сильные.

#### Импульсные помехи

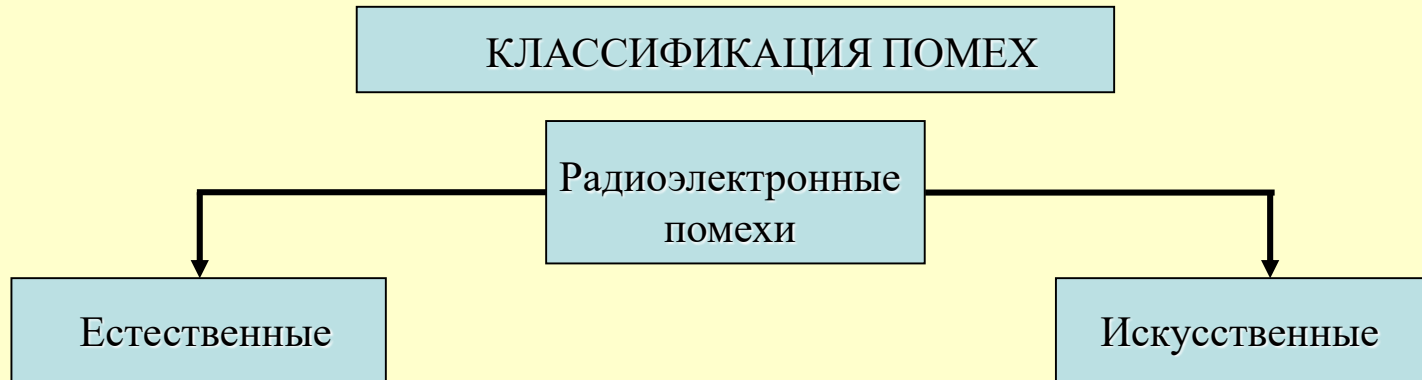
**Импульсные помехи** - представляют собой серию немодулированных или модулированных высокочастотных импульсов. **Модуляцией** по амплитуде, частоте следования, длительности высокочастотных импульсов помех или по нескольким из этих параметров повышается эффективность их воздействия на РЭС. Можно подобрать амплитуду и длительность сигнала помехи таким образом, что отличить их от истинного сигнала будет невозможно. При создании **ИП** передатчик излучает **ЭМЭ** кратковременно, то при незначительной его средней мощности можно получить высокую импульсную мощность. Импульсные помехи различаются как:  
- синхронные  
- несинхронные.

# Радиоэлектронные помехи

**Радиоэлектронные помехи** – это электромагнитные излучения, затрудняющие или исключают приём сигналов и выделение из них информации радиоэлектронными средствами (РЭС).

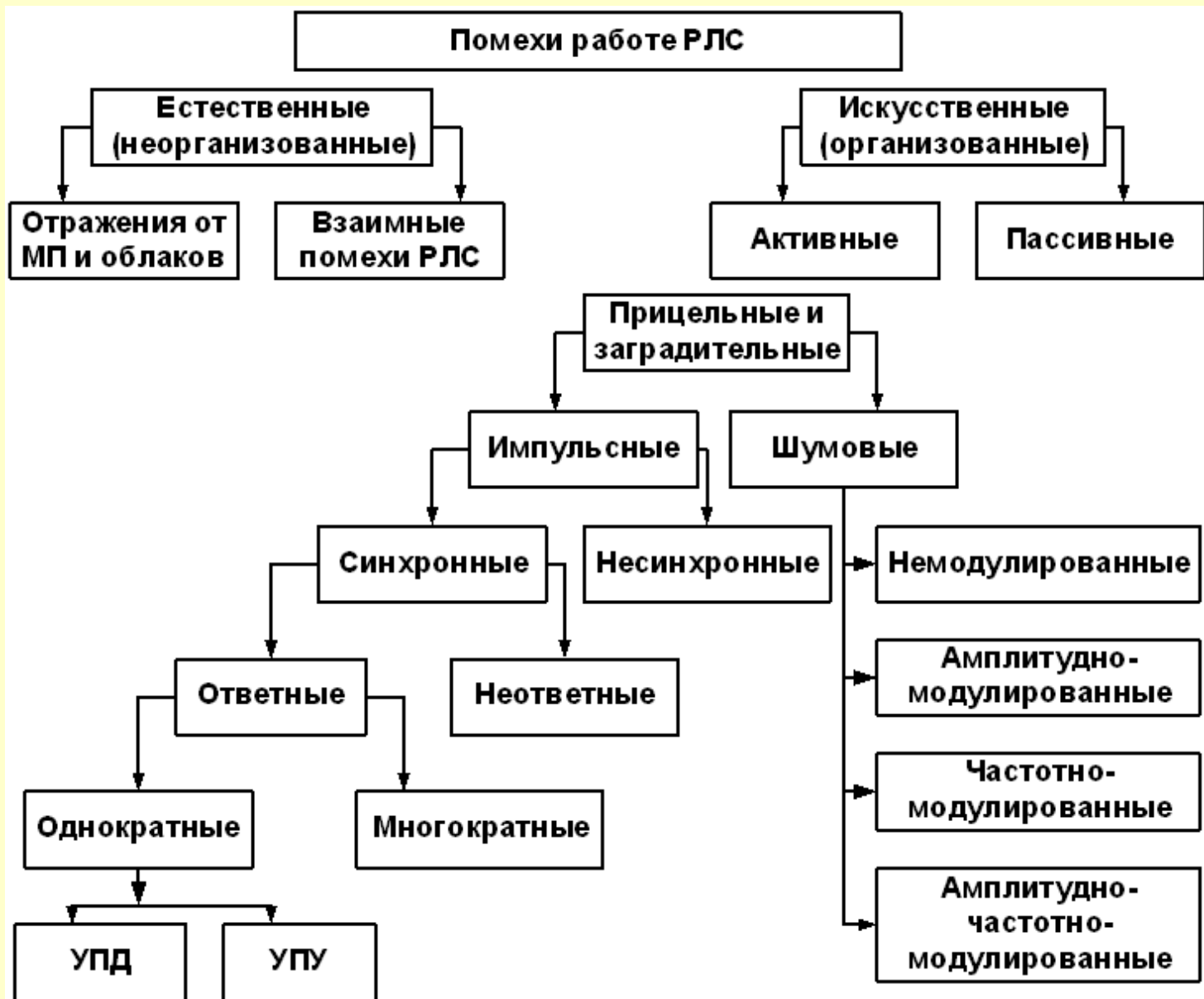
Воздействие радиоэлектронных помех на РЛС вызывает:

- искажение наблюдаемых сигналов;
- снижение дальности обнаружения летательных аппаратов;
- затруднение или вовсе исключения обнаружения целей.



— атмосферные - образуемые электрическими процессами в атмосфере;  
— спорадические –ЭМИ вызываемые потоками заряженных частиц в ионосфере и магнитосфере  
— радиоизлучения полярных сияний и радиационных поясов Земли;  
—отражения от метеообразований, земной и водной поверхности

# Классификация помех



Уводящая по дальности,  
углу места

Рис. 2.6. Виды помех, воздействующих на РЛК ЗСУ 23-4МЗ

## **Естественные помехи** (природного происхождения)

- атмосферные (грозовые разряды);
- космические (излучение солнца);
- спорадические (нерегулярные) электромагнитные излучения околоземного пространства, вызванные потоками заряженных частиц в ионосфере и магнитосфере;
- радиоизлучение полярных сияний и радиационных поясов Земли;
- отражение от метеорологических образований (дождь, снег, облака и т.д.), земной и водной поверхности;
- акустические шумы (океанов, морей и др.)

# Искусственные помехи

**Искусственные помехи** - создаются устройствами, излучающими энергию электромагнитных (акустических) колебаний или отражателями, рассеивающих энергию падающих на них волн.

В зависимости от источника образования эти помехи бывают:

- *непреднамеренными* (посторонними передатчиками РЭС, установками электрооборудования и др.);
- *преднамеренными*, созданными специально для подавления РЭС.

## Преднамеренные искусственные помехи:

По виду используемых излучений делятся на:

- *электромагнитные* и *акустические*.

**ПИП** - ухудшают качество функционирования РЭС, работающих на принципе приема, усиления и преобразования энергии эл. магнитных (акустических) волн.

Помехи создаваемые в диапазоне радиоволн - *радиопомехи*;

в диапазоне световых (оптических) волн - *световые*

(оптикоэлектронные) помехи.

## По способу формирования (реализации) искусственные помехи подразделяются на:

**Активные** - генерируемые специальными передатчиками помех.

**Пассивные** - образуемые в результате рассеяния (отражения) различными объектами волн, излучаемых РЭС.

## По эффекту (характеру) воздействия на РЭС различают:

**- маскирующие и имитирующие помехи.**

**Имитирующие (дезинформирующие) помехи** - это сигналы, излучаемые станцией помех для внесения ложной информации в подавляемые средства.

По структуре они близки к полезным сигналам и поэтому в приемниках РЭС:

- создают отметки ложных целей,
- снижают пропускную способность системы, вводят в заблуждение операторов,
- приводят к потере полезной информации,
- увеличивают вероятность ложной тревоги.

Воздействуя на средства управления оружием, они:

- срывают автоматическое сопровождение целей по направлению, дальности, скорости и перенацеливают их на цели, имитируемые помехой,
- вызывают ошибки сопровождения цели.

# Маскирующие помехи

**Маскирующие помехи** - ухудшают характеристики приемного устройства РЭС, что увеличивает количество принятых символов, снижающих информативность сообщения, создают фон, на котором затрудняется или полностью исключается обнаружение, распознавание, выделение полезных сигналов или целей.

С увеличением мощности помех их маскирующее действие возрастает.

В зависимости от способа наведения помех, соотношение ширины спектров помех и полезных сигналов маскирующие помехи подразделяют на:

- **заградительные**
- **прицельные.**



## **По временной структуре излучения помехи подразделяются на непрерывные и импульсные:**

**Непрерывные помехи** - представляют собой непрерывные электромагнитные (акустические) излучения, модулированные по амплитуде, частоте или фазе.

**Импульсные помехи** - имеют вид как модулированных, так и немодулированных радиоимпульсов.

В соответствии с видом модуляции различают:

- амплитудно-модулированные (**АМ**);
- частотно-модулированные (**ЧМ**).

В качестве модулирующего напряжения может использоваться и напряжение шума – шумовые помехи.

В зависимости от интенсивности воздействия на РЭС маскирующие помехи подразделяются на:

- слабые, средние, сильные.

# Импульсные помехи

**Импульсные помехи** - представляют собой серию немодулированных или модулированных высокочастотных импульсов.

**Модуляцией** по амплитуде, частоте следования, длительности высокочастотных импульсов помех или по нескольким из этих параметров повышается эффективность их воздействия на РЭС. Можно подобрать амплитуду и длительность сигнала помехи таким образом, что отличить их от истинного сигнала будет невозможно.

При создании **ИП** передатчик излучает **ЭМЭ** кратковременно, то при незначительной его средней мощности можно получить высокую импульсную мощность.

Импульсные помехи различаются как:

- **синхронные**
- **несинхронные.**



# Вопрос 2

## Воздействие помех на РЛС и защита от них

### Модулированная и немодулированная импульсная помеха

Генераторы импульсных помех вырабатывают импульсы с частотой повторения

Вид при действии



### Немодулированная помеха

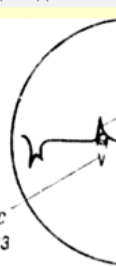
Источник немодулированной помехи создает на входе приемника синусоидальное напряжение высокой частоты, амплитуда и частота которого



Эффективность в приемник и индикаторе будет тем выше, чем ближе частота помехи к частоте сигнала.

### Немодулированная помеха

Если частота помехи близка к частоте сигнала и помеха имеет достаточную мощность, то она может вызвать перегрузку оконечных каскадов приемника. Перегрузка в приемнике приводит к искажению сигнала под воздействием помехи.



Импульс цели без помехи

### Вид экрана радиолокационной станции при амплитудно-модулированной помехе



Амплитудно-модулированная форма развертки, причем на ИКО образуются засветки.

### Шумовая помеха

ШП возникает, если амплитуду синусоидального напряжения СВЧ беспорядочно изменять, подобно тому как изменяется напряжение шумов.

Для создания ШП обычно используются лампы в результате неравномерного изменения амплитуды напряжения СВЧ. На индикаторах дальности ШП создается засветка, а на ИКО - шумовая помеха образует засветку.

Вид экрана индикатора при действии шумовой помехи



### Пассивные помехи

Пассивные помехи - образуются вследствие воздействия на РЭС энергии электромагнитных (акустических) волн, рассеянных (отраженных) искусственными и естественными отражателями (объектами) или отражающими средами.

Отражателем ЭМВ может быть любое тело с электрическими параметрами, отличными от параметров окружающей среды.

В зависимости от источника образования различают: - естественные и искусственные пассивные помехи.

Искусственные ШП являются результатом рассеяния электромагнитных (акустических) волн дипольными, уголковыми и линзовыми отражателями, отражающими антенными решетками, ионизированными средами и аэрозольными образованиями.



# 1. Воздействие помех на РЛС

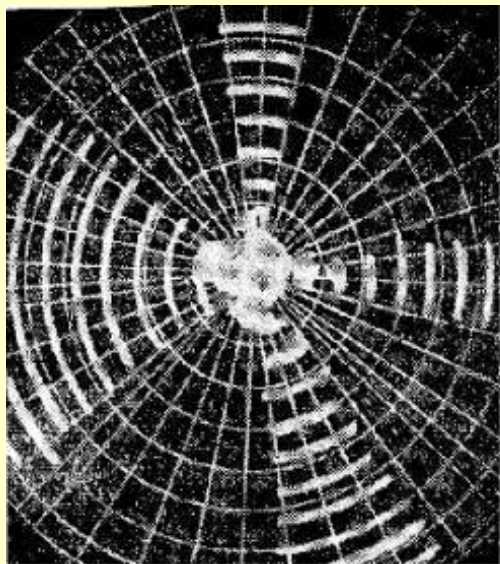
**Генераторы импульсных помех** вырабатывают:

- импульсы с частотой повторения равной или кратной частоте повторения импульсов подавляемой РЛС.

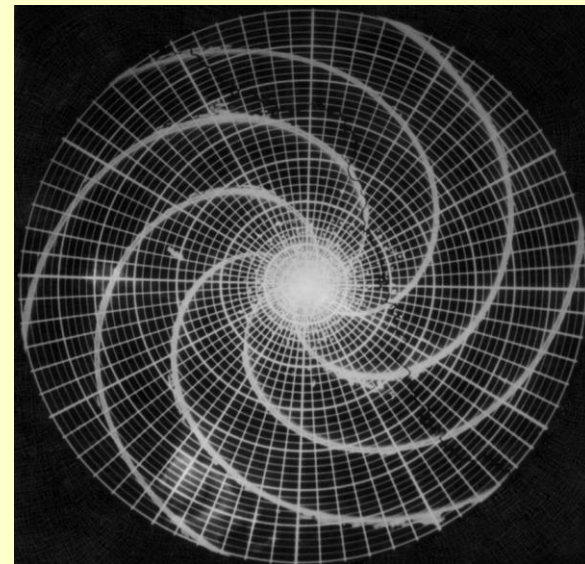
**Синхронная импульсная помеха** - если частота ее повторения совпадает с зондирующим импульсом РЛС.

## Вид экрана ИКО

при действии  
синхронной импульсной помехи



несинхронной  
импульсной помехи

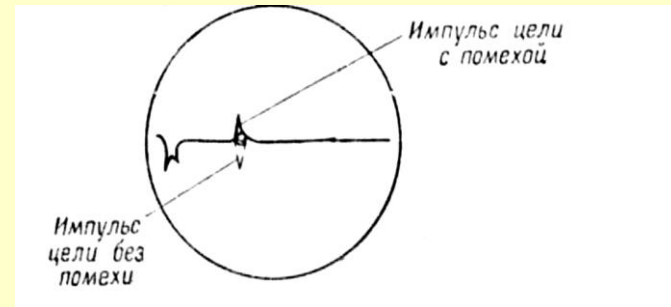
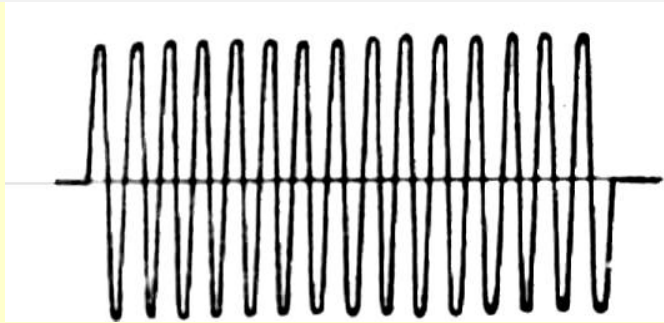


# Модулированная и немодулированная импульсная помеха

## 1) Немодулированная помеха

Источник **немодулированной** помехи создает:

- на входе приемника синусоидальное напряжение высокой частоты, амплитуда и частота которого не изменяются (немодулированы).



Эффективность воздействия **немодулированной** помехи на приемник и индикаторы зависит от ее мощности и от того, насколько близка частота помехи к частоте полезного сигнала, на которую настроен приемник

Если частота помехи близка к частоте сигнала и помеха имеет достаточную мощность, то она может вызвать перегрузку окончных каскадов приемника. Перегрузка в приемнике является основной причиной потери сигнала под воздействием помехи.

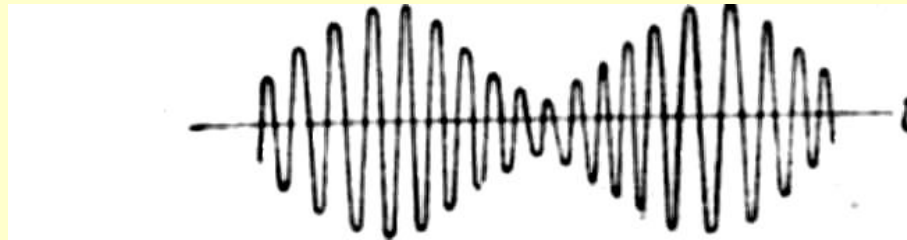
## 2) Модулированная помеха

**Модулированная помеха** - создает на входе приемника непрерывное напряжение, у которого изменяется:

- амплитуда (амплитудно-модулированная помеха),
- или частота (частотно-модулированная помеха)

Если такая помеха имеет достаточную мощность и ее частота близка к частоте сигнала, она вызывает перегрузку приемника подобно *немодулированной* помехе.

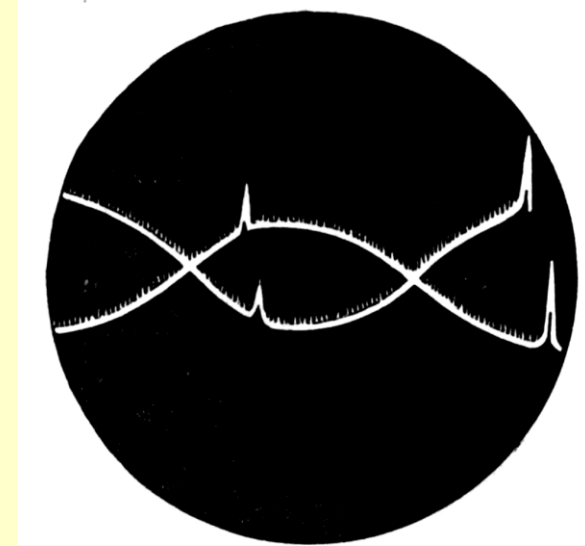
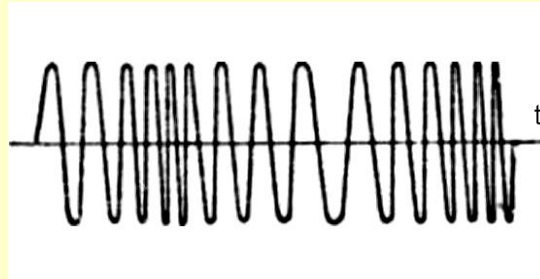
### Вид экрана РЛС при АМ-помехе



**Амплитудно-модулированная помеха**, напряжение которой изменяется по синусоидальному закону, вызывает искривление формы развертки, причем развертка непрерывно перемещается по экрану трубки.

На ИКО образуются засвеченные сектора неравномерной яркости.

## Вид экрана РЛС при ЧМ-помехе



**Частотно-модулированная помеха** применяется в том случае, если частота станции противника точно неизвестна (что обычно и бывает).

Так как частота этой помехи непрерывно изменяется, в некоторые моменты времени возможно совпадение ее частоты с частотой сигнала.

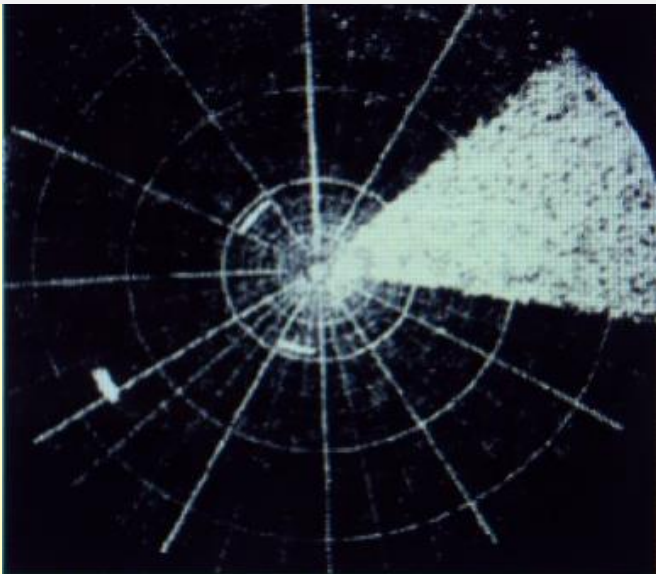
В результате этого:

- на индикаторе дальности получают импульсы, перемещающиеся по развертке,
- на ИКО — полосы, как при амплитудно-модулированной помехе.

# Шумовая помеха

**ШП** возникает, если амплитуду синусоидального напряжения СВЧ беспорядочно изменять, подобно тому как изменяется напряжение шумов. Для создания **ШП** обычно используется напряжение шумов, возникающее в лампе в результате неравномерного излучения электронов катодом. Это напряжение усиливается несколькими каскадами и используется для изменения амплитуды напряжения СВЧ. На индикаторах дальности **ШП** создает изображение такого же вида, как и внутренние шумы приемника, только значительно более интенсивное. На **ИКО** шумовая помеха образует сплошные светящиеся полосы.

## Вид экрана индикатора кругового обзора при действии шумовой помехи






# Пассивные помехи

**Пассивные помехи** - образуются вследствие воздействия на РЭС энергии электромагнитных (акустических) волн, рассеянных (отраженных) искусственными и естественными отражателями (объектами) или отражающими средами.

Отражателем ЭМВ может быть любое тело с электрическими параметрами, отличными от параметров окружающей среды.

В зависимости от источника образования различают:

- *естественные* и *искусственные* пассивные помехи.

**Искусственные ПП** являются результатом рассеяния электромагнитных (акустических) волн дипольными, уголковыми и линзовыми отражателями, отражающими антенными решетками, ионизированными средами и аэрозольными образованиями. 

## 2. Защита РЭС от помех

Защита РЭС от преднамеренных радиопомех достигается проведением комплекса: - *организационно-тактических*; - *технических мероприятий*.

### **Технические мероприятия:**

- выполняются боевыми расчетами на основе использования имеющихся в составе РЛС аппаратуры защиты от помех.

**ТМ** указаны в эксплуатационной документации и рассматриваются в ходе изучения материальной части.

*Создаются помехи только тем РЭС, которые действуют на принципе приема ЭМВ, например РЛС. Причем отметки на экранах ИКО, образуемые помехой могут, практически, не отличаться от отметок реальных объектов.*

*Энергия, рассеянная множеством близко расположенных друг к другу объектов, может вызвать частичную или полную засветку экрана, имитировать или маскировать отметки от целей.*

### **Организационно - тактические мероприятия:**

- комплексное использование РЭС различных частотных диапазонов;
- рациональное размещение РЭС в группировках войск, их умелое использование и организация взаимодействия;
- маскировка, резервирование РЭС, дезинформация противника;
- подготовка войск к ведению боевых действий в условиях РЭБ.

# Эффективная поверхность рассеивания

Отражающие (рассеивающие) свойства объектов и местности оценивают *эффективной поверхностью рассеивания* (ЭПР), характеризующей их способность отражать падающую ЭМВ в направлении облучающего устройства.

**ЭПР объекта:** эквивалентная ему площадь поперечного сечения, которая будучи помещенная в точку нахождения объекта, рассеивает во все стороны падающую энергию радиоволн, создавая в приемнике РЛС такую же плотность потока мощности, как и реальный объект.

**Значение ЭПР** зависит от отражающих свойств объекта (размеров, формы, материала) и его положения, от длины и поляризации волны излучаемой РЛС.

На практике обычно пользуется средним значением ЭПР.

## Примеры ЭПР:

Вертолет - 0,5-1,0 м<sup>2</sup>.

### Истребитель тактический:

- типа F-4 Фантом - 5-7 м<sup>2</sup>;

- типа F-15 "Игл" – 3 м<sup>2</sup> ;

- типа F-16 "Файтинг Фалкон" - 1,7 м<sup>2</sup>.

Радиоотражатели дипольные (пачка) – 10-20 м<sup>2</sup>

### Стратегический бомбардировщик:

- типа B-52 - 100 м<sup>2</sup>

- типа B - 1 - 10 м<sup>2</sup>

# Дипольный отражатель (ленточный)

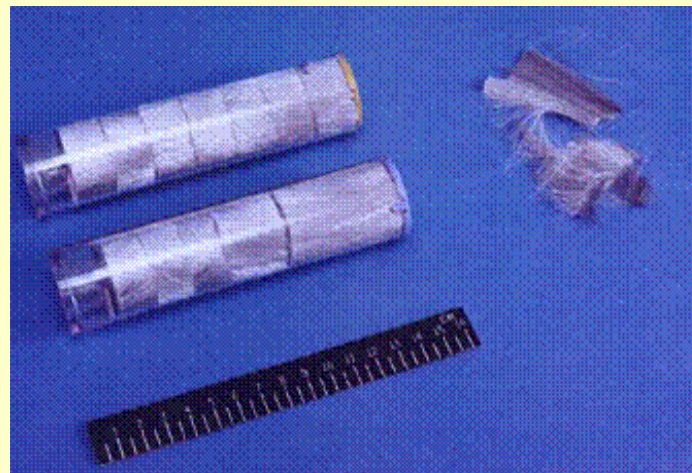
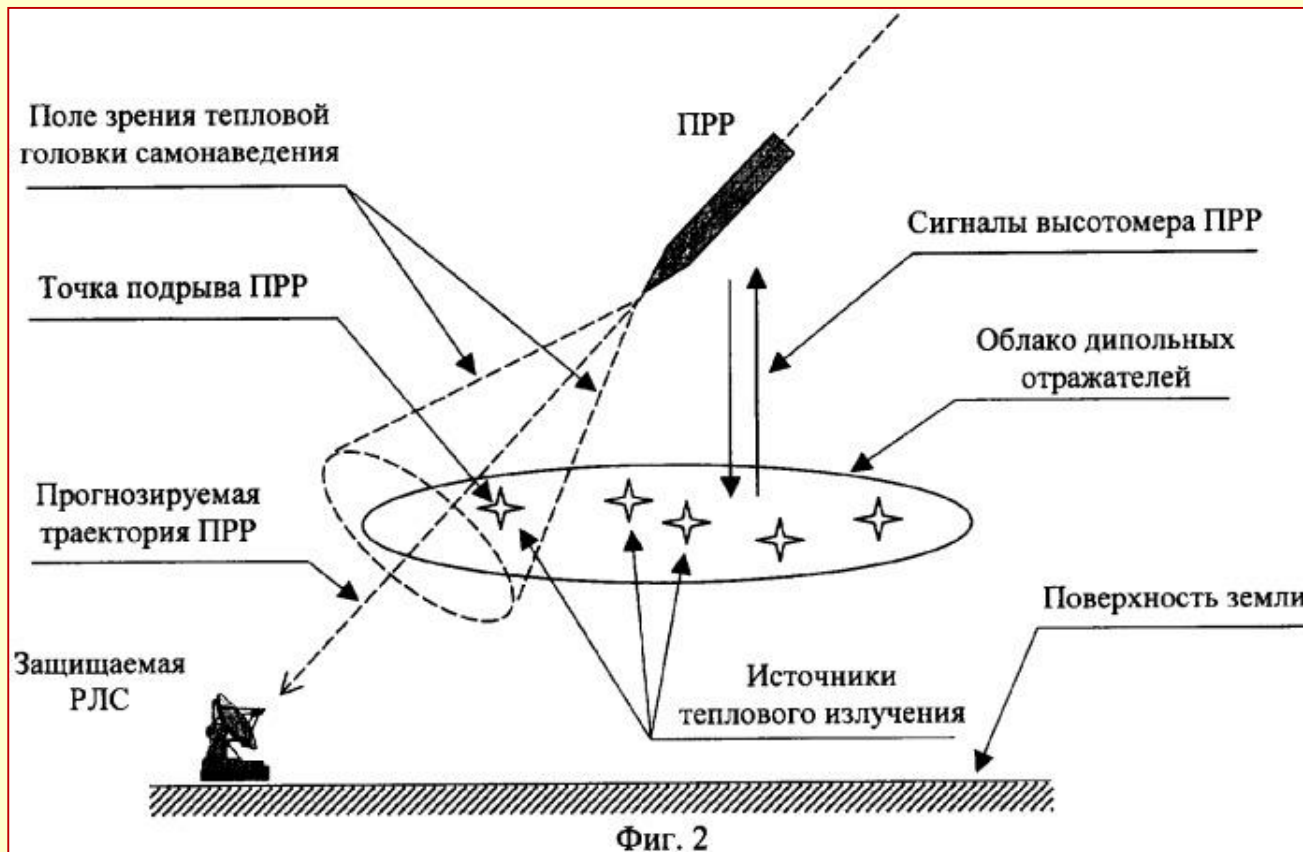


Рис.3 Выстреливаемые авиационные ДО.

# Дипольный радиальный отражатель



Максимальный рассеивающий эффект имеет ДРО с длиной, близкой к половине длины волны подавляемой РЛС.



# Угловой радиолоотражатель (РО)

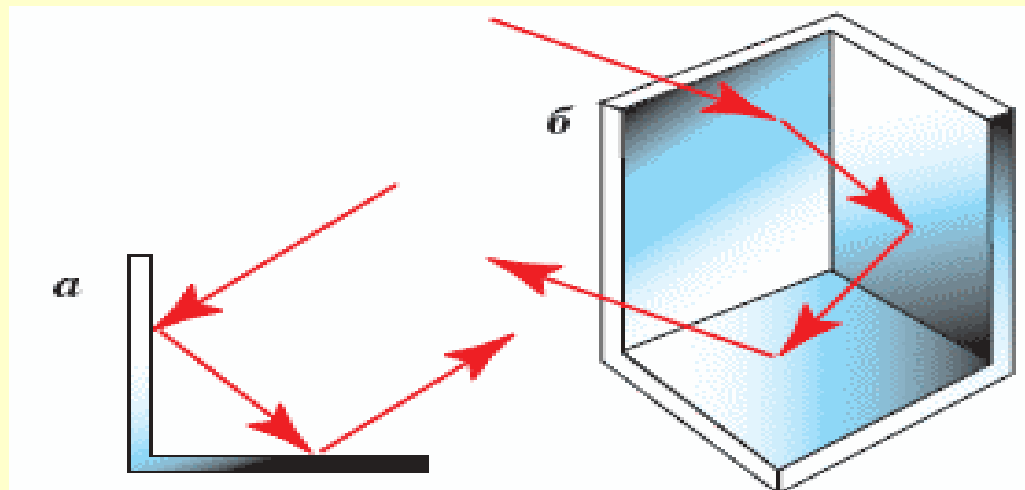
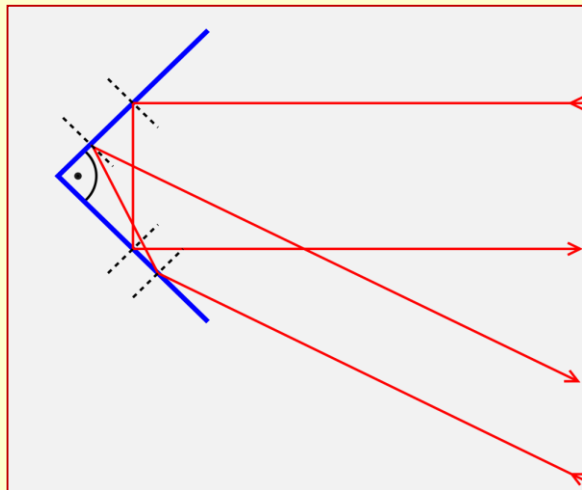
**Угловой радиолоотражатель (РО)** - состоит из жестко связанных между собой взаимно перпендикулярных плоскостей.

Важнейшим свойством *угловых отражателей* является то, что значительная доля ВЧ - энергии подающей на них с любого направления в пределах внутреннего угла, отражается обратно, в сторону облучающей РЛС.

Благодаря этому *угловой отражатель* даже небольших размеров обладает *значительными ЭПР*.

Наиболее часто используют трехгранные отражатели с гранями:  
- треугольной, секторной, квадратной формы.

Угловые отражатели изготавливаются тщательно, т.к. отклонение от прямого угла на 1 град. уменьшает ЭПР в 5 раз.



# Уголко́вый радиоотража́тель (РО)

На практике чаще используют *уголко́вый радиоотража́тель (РО)* с треугольными гранями,

т.к. они менее чувствительны к погрешностям изготовления, хотя и уступают в ЭПР отражателям другой формы.

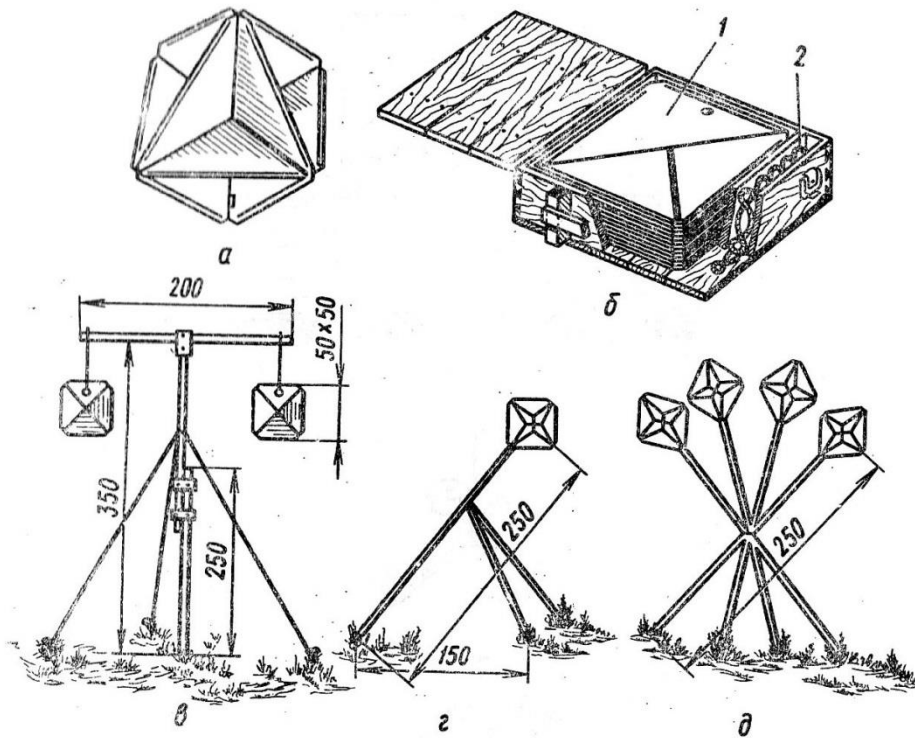


Рис. III. Уголко́вый отража́тель ОМУ (размеры в см):

*а* — отража́тель в развернутом виде; *б* — укладка отража́телей для транспортирования; *в* — подвеска двух отража́телей на Т-образную опору; *г* — установка одного отража́теля на наклонной опоре; *д* — группа отража́телей на кустовой опоре; 1 — отража́тели в укладочном ящике (20 шт.); 2 — подвесы (шнуры)



# Переизлучающие антенные решетки

**Переизлучающие антенные решетки** - по устройству аналогичны обычным антеннам РЭС, но используются в *режиме переизлучения (РП)* принимаемых сигналов.

**Режим РП** - обеспечивается при коротком замыкании входа антенны в точке подключения фидера или волновода.

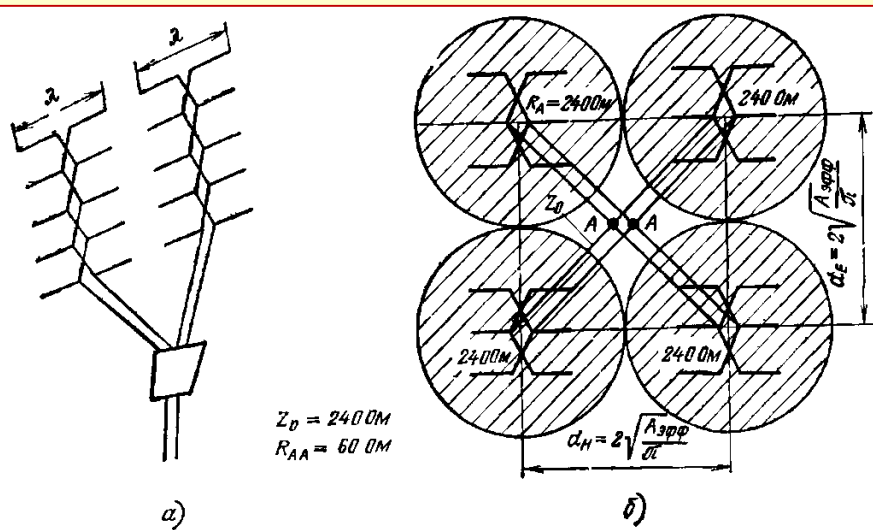
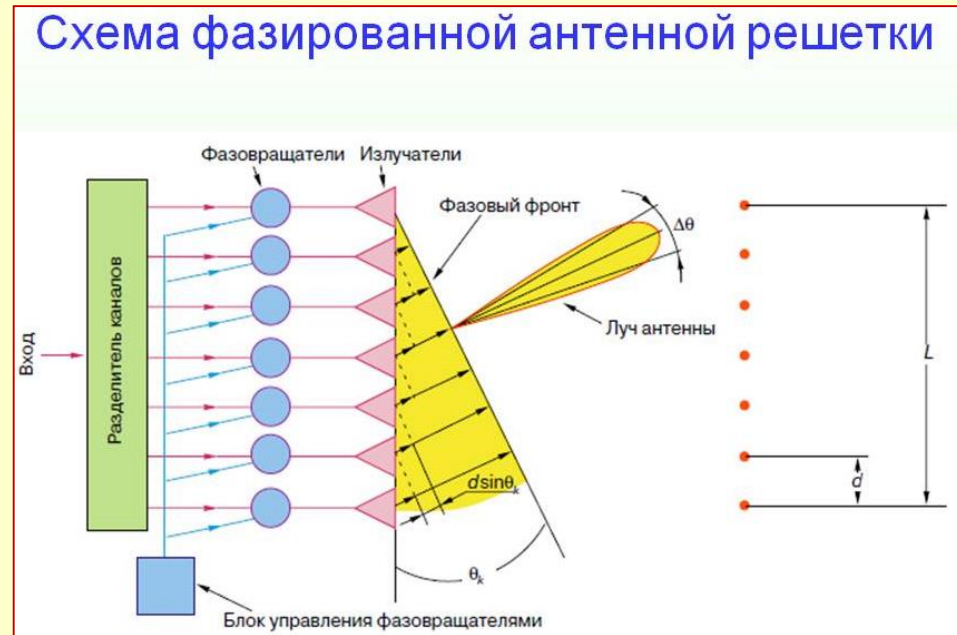


Рис 6 48 Антенная решетка  
а — элементы антенны расположены равномерно, б — способ расположения элементов антенной решетки, при котором эффективные площади поверхности раскрытия отдельных элементов касаются друг друга





# Аэрозоли и ионизация воздуха

## Ионизация воздуха:

- происходит вследствие применения противником термоядерного оружия, которое по совокупности поражающих факторов либо выводит РЭС из строя, либо делает их работу невозможной.

## Аэрозоли:

- представляют собой взвешенные в газообразной среде мельчайшие частицы различных веществ, которые образуют дым (пыль, туман).

Эти завесы затрудняют или исключают возможность наблюдения военной техники и объектов с помощью разведывательных средств, работающих в ультрафиолетовом, инфракрасном и видимом диапазоне волн.



# Селекция движущихся целей (СДЦ)

**Селекция движущихся целей (СДЦ)** – режим работы РЛС, при котором из всей совокупности сигналов, поступающих в приемник РЛС, производится выделение сигналов, отраженных от движущихся предметов, при этом сигналы от неподвижных объектов компенсируются.

**Таким образом:** для поддержания нормальной работы РЭС необходимо: - *искусственным путем выделить отметку от цели на фоне помех.*

Задача выявления отметки цели на фоне местных предметов или пассивных помех сводится:

- *к выделению сигналов, отраженных от движущихся предметов, из всей совокупности сигналов поступающих в приемник РЛС.*

## Селекция движущихся целей

Существует несколько методов селекции движущихся целей. В войсках ПВО широко применяется - **когерентно-импульсный метод**. В нем сочетается определение дальности импульсным методом с выявлением радиальной составляющей скорости цели на основе **эффекта Доплера**.

Суть **эффекта Доплера** заключается в следующем:

- частота сигнала отраженного движущейся целью, отличается от частоты колебаний излученных передатчиком на частоту  **$f_d$**  (*частота Доплера*) определяемую радиальной скоростью движения цели относительно РЛС и длиной волны передатчика.

$$F_{дон} = \pm \frac{2V_r}{\lambda}$$

**$V_r$**  - радиальная составляющая скорости цели;

**$\lambda$**  - длина волны передатчика;

«+» - цель приближается к РЛС;

«-» - цель удаляется от РЛС.

## Селекция движущихся целей

При определенных скоростях цель, за период повторения импульсов, будет перемещаться на расстояние кратное  $\lambda/2$ .

При этом фазовые отношения меняться не будут, а амплитуда сигнала на экране индикатора остается постоянной (как от неподвижной цели).

Такие скорости называют «слепые». Это один из **недостатков когерентно - импульсного метода**. Для его устранения изменяют частоту повторения импульсов.

Еще одним недостатком является то, что невозможно отличить движущуюся цель, обладающую нулевой радиальной скоростью. Например, летающую по кругу вокруг РЛС (не удаляясь и не приближаясь). Этот недостаток смягчается тем, что такой маршрут цели маловероятен.

# Селекция движущихся целей

*Используя когерентно импульсный метод можно отличать движущиеся цели на экране РЛС от неподвижных.*

*Но для удобства работы, особенно при автоматическом сопровождении цели необходимо отметки от неподвижных объектов исключать. Для этого производится компенсация сигналов с помощью специального устройства, которое включается после приемника. Оно позволяет сохранить сигналы только от движущихся целей, устраняя полностью сигналы мешающих объектов.*

*В результате экран индикатора очищается от помех. В компенсирующем устройстве производится взаимное вычитание отраженных импульсов, задержанных на определенный интервал времени.*

*В зависимости от времени задержки различают:*

- **череспериодную компенсацию** - время задержки равно периоду повторения импульсов  $T_n$ ;*
- **кадровую компенсацию** - время задержки равно периоду вращения антенны  $T_A$ .*



# Вопрос 3

# Способы защиты РЭС от ПРР. Электромагнитная совместимость

## Способы защиты РЭС от ПРР

Способы защиты РЭС от противорадиолокационных ракет (ПРР) делятся на активные и пассивные.

**Активные** – это уничтожение с пуска ПРР и уничтожение самих ракет.

**Пассивные** способы делятся на:



1. Способы эквивалентности сторон
- дополнительные передатчики
- пассивных поверхностей
- нескольких

## Электромагнитная совместимость

**Электромагнитная совместимость (ЭМС) РЭС** - способность технических средств одновременно функционировать в реальных условиях эксплуатации с требуемым качеством при воздействии на них непреднамеренных электромагнитных помех и не создавать недопустимых электромагнитных помех и не создавать помех другим средствам.

1. Из-за особенностей распространения ЭМ волн радиостанции и другие РЭС так же работают в одном диапазоне. Кроме того, на вооружении, как правило, используются радиостанции и другие РЭС так же работают в одном диапазоне. Кроме того, на вооружении, как правило, используются радиостанции и другие РЭС так же работают в одном диапазоне.
2. Увеличение мощности передатчиков и чувствительности приемных устройств современных РЭС создает соответственно более мощные помехи соседям и принимает более мощный помехи от других РЭС. При этом технически обоснованно, что в интересах повышения помехоустойчивости предпочтение повышается мощности передатчиков и чувствительности приемных устройств.

## Способы обеспечения ЭМС РЭС

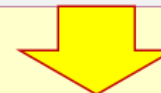
1. Введение ограничения на боевое применение РЭС ПВО (без снижения эффективности, как средств ПВО, так и эффективности действий прикрываемых войск).

Достигается

- четким распределением усилителей мощности передатчиков, рубежом или выделением частотных диапазонов.
- Сложность выполнения в том, что при выполнении общей задачи определяются действиями противника, а они прогнозируются.
- Временные ограничения обычно вводятся для обеспечения выполнения общей задачи, а уровень помех на выполнение общей задачи бо́льший ущерб наносящегося РЭС.
- Такие ограничения в первую очередь будут

## Частотно-территориальный разнос РЭС (2-й способ обеспечения ЭМС РЭС)

На практике могут возникать случаи, когда соблюдение этих норм может оказаться невозможным или нецелесообразным (условия местности, высокая плотность РЭС и т. д.). В этих случаях помехой приходится пренебрегать или вводить ограничения технического характера:



- **частотные ограничения** - применяются для средств РЭБ (на этих частотах помеха ставится, а на других нет) и для средств связи (централизованно для каждой сети назначается своя основная и запасные частоты, работа на других частотах запрещена);
- **пространственные ограничения** - вводятся для РЛС направленного действия путем назначения им рабочих секторов запрета.



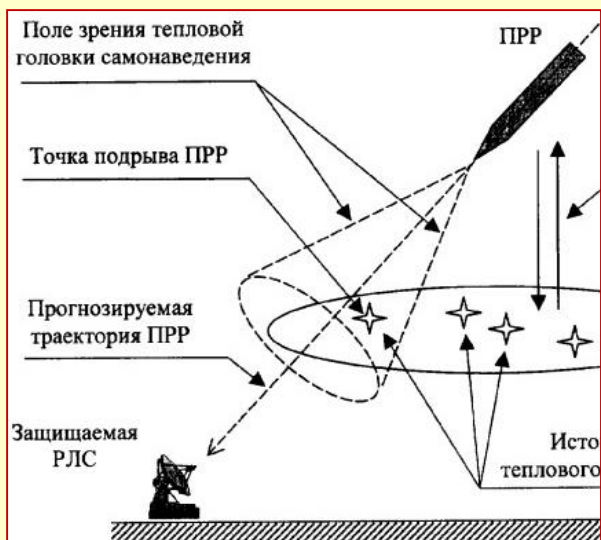
# Способы защиты РЭС от ПРР

Способы защиты РЭС от противорадиолокационных ракет (ПРР) делятся на: - **активные** и **пассивные**.

**Активные:** - уничтожение самолетов до пуска ПРР;  
- уничтожение самих ракет на траектории полета.

**Пассивные** способы делятся на три группы:

1. Способы, реализующие смещение эквивалентного центра излучения в сторону от РЛС, и применение:
  - дополнительных (отвлекающих) передатчиков активных переизлучателей;
  - пассивных ретрансляторов и отражателей поверхности земли;
  - нескольких синхронизированных РЛС.



# Пассивные способы защиты РЭС от ПРР

## 2. Способы, уменьшающие информацию об излучении РЛС

(во время их разведки и захвата ГСН за счет ухудшения селективности параметров излучения РЛС на борту самолета и ПРР):

- временная регламентация излучения РЭС;
- работа РЭС в режиме непрерывной перестройки несущей частоты;
- изменение частоты следования импульсов;
- малые мощности излучения;
- пассивные средства обнаружения и сопровождения;
- РЛС, работающие в различных диапазонах частот в режиме Мерцание ;
- применение помех на несущей частоте РЛС другими источниками излучения;
- применение передатчиков помех, маскирующих параметры излучения основной РЛС;
- выключение излучения РЛС на конечном участке траектории ПРР.

## 3. Способы, повышающие живучесть РЭС в целом:

- инженерное оборудование позиций РЭС;
- использование естественных укрытий;
- организационно-тактические мероприятия (дублирование, резервирование РЭС, создание ложной радиоэлектронной обстановки и. т. д.);
- специальная и психологическая подготовка расчетов.



# Электромагнитная совместимость

*Электромагнитная совместимость (ЭМС) РЭС* - способность технических средств одновременно функционировать в реальных условиях эксплуатации с требуемым качеством при воздействии на них непреднамеренных электромагнитных помех и не создавать недопустимых электромагнитных помех другим техническим средствам.

**1.** Из-за особенностей распространения ЭМВ большинство РЭС работают в одном диапазоне.

Кроме того, на вооружении, как правило, находятся однотипные РЛС, радиостанции и другие РЭС так же работающие в одном диапазоне волн.

**2.** Увеличение мощности передатчиков и чувствительности приемников, современных РЭС создает соответственно более мощную помеху соседям и принимает более мощный помеховый сигнал.

При этом технически обоснованно, что в интересах ЭМС надо отдавать предпочтение повышению мощности передающих устройств, а не чувствительности приемных.

# Электромагнитная совместимость

Проблема ЭМС обусловлена возрастающей плотностью РЭС в войсках и неравномерным их распределением по фронту и глубине. При этом только в войсках ПВО общевойсковой армии может одновременно функционировать более 1000 РЭС, на удалении до 20 км от переднего края средняя плотность размещения РЭС достигает до 5 РЭС на км<sup>2</sup>, а в районе КП (ПУ) до 25 РЭС на км<sup>2</sup>.

К этим средствам прибавляются РЭС других видов и родов войск, которые также используют однодиапазонные средства радиосвязи, РЛС разведки, а части РЭБ создают помехи своим РЭС также как и чужим.

# Способы обеспечения ЭМС РЭС

## 1. Введение ограничения на боевое применение РЭС ПВО (без снижения эффективности, как средств ПВО, так и эффективности действий прикрываемых войск).

### Достигается:

- четким распределением усилий по времени, районам применения, рубежам или выполняемым задачам.

*Сложность выполнения в том, что применение тех или иных средств определяется действиями противника, а они достоверно не прогнозируются.*

*Временные ограничения обычно вводятся, когда другими мерами ЭМС обеспечить не удастся, а уровень помех настолько высок, что приносит выполнению общей задачи больший ущерб, чем выключения мешающегося РЭС.*

*Такие ограничения в первую очередь будут вводиться для средств РЭБ.*

## 2. Частотно-территориальный разнос РЭС.

*Мощность или интенсивность непреднамеренных помех между РЭС главным образом зависит:*

*- от расстояния между ними, а также от соотношения полос частот принимаемых и излучаемых ими сигналов.*

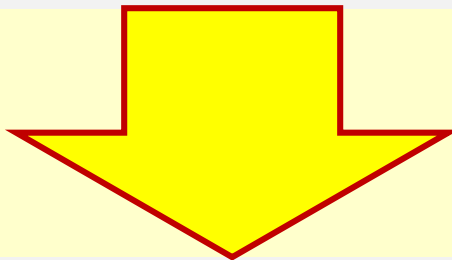
*В настоящее время разработан каталог норм **частотно-территориального разноса**, в котором указаны потенциально несовместимые РЭС и допустимые расстояния между ними, при соблюдении которых взаимные помехи между РЭС не превышают допустимых и не окажет существенного влияния на работоспособность РЭС.*

# Частотно-территориальный разнос РЭС

(2-й способ обеспечения ЭМС РЭС)

На практике могут возникать случаи, когда соблюдение этих норм может оказаться невозможным или нецелесообразным (условия местности, высокая плотность РЭС и т. д.).

В этих случаях помехой приходится пренебрегать или вводить ограничения технического характера:



- **частотные ограничения** - применяются для средств РЭБ (на этих частотах помеха ставится, а на других нет) и для средств связи (централизованно для каждой сети назначается своя основная и запасные частоты, работа на других частотах запрещена);
- **пространственные ограничения** - вводятся для РЛС направленного действия путем назначения им рабочих секторов запрета.



# Задание на самоподготовку:

Изучить:

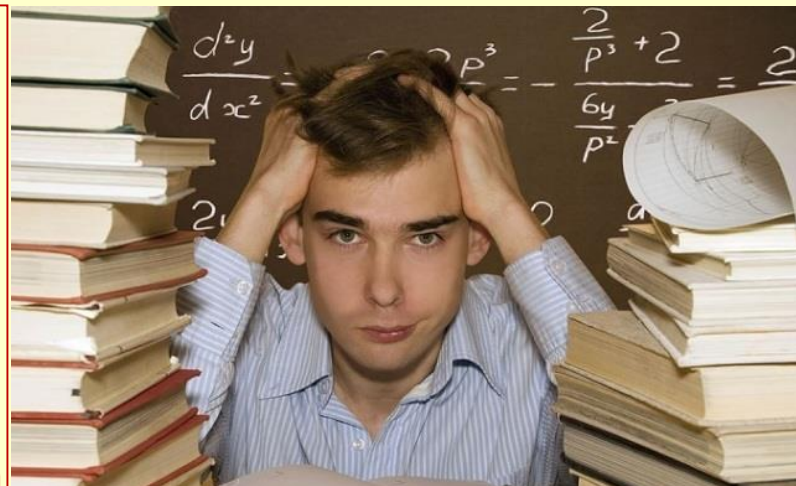
- материал занятия по конспекту, презентации и указанной литературе.

## Вопросы занятия:

1. Радиоэлектронная борьба. Структура РЭБ.
2. Воздействие помех на РЛС и защита от них.
3. Способы защиты РЭС от ПРР. Понятие электромагнитной совместимости.



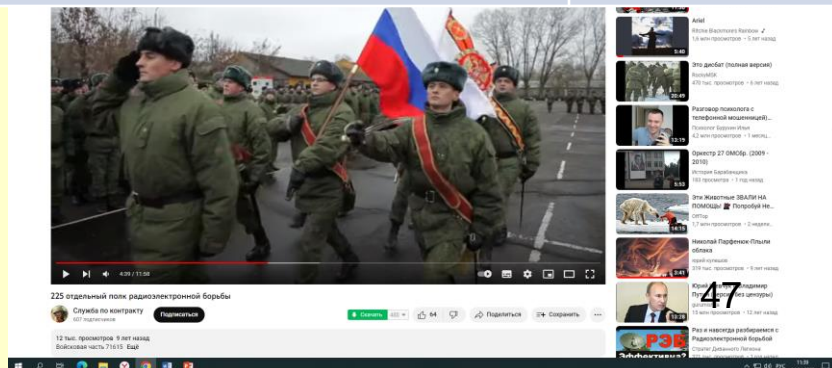
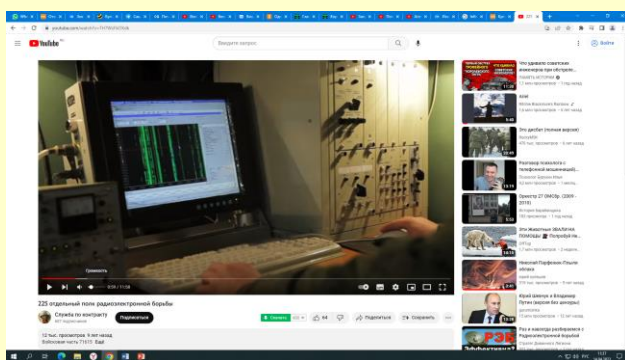
**Литература:**  
1. Учебное пособие  
«Основы построения ЗАК»-2013 г.,  
стр. 124-134  
2. Учебное пособие  
«Основы построения РАС  
обнаружения и РЭБ» ТУСУР - 2003  
г., стр. 103-112.



**Конец занятия**

# Дополнительные материалы

№	Название	Ссылка
1	225 отдельный полк радиоэлектронной борьбы	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=TH7WzFkOXdk">https://www.youtube.com/watch?v=TH7WzFkOXdk</a>
2	«Эшелон» — система радиоэлектронной разведки	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=4sv56hBPGiA">https://www.youtube.com/watch?v=4sv56hBPGiA</a>
3	"Военная программа" А.Сладкова. Радиоэлектронная борьба	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=onkXvj3iunU">https://www.youtube.com/watch?v=onkXvj3iunU</a>
4	Российские системы радиоэлектронной борьбы (РЭБ)   Сила   Телеканал "Страна"	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=LoiY50EJcTc">https://www.youtube.com/watch?v=LoiY50EJcTc</a>
5	На острие радиоэлектронной борьбы. Юрий Мажоров	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=IMltMdoZwKA">https://www.youtube.com/watch?v=IMltMdoZwKA</a>
6	Радиоэлектронная война	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=QDbjkzE3Wkg">https://www.youtube.com/watch?v=QDbjkzE3Wkg</a>
7	Части и подразделения радиоэлектронной борьбы. Учебное пособие "ТАКТИКА ВОЕННО-ВОЗДУШНЫХ СИЛ"	<a href="https://files.mai.ru/site/unit/institute-of-military-science/tvvs/data/g4/4-2-2.html?referer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F">https://files.mai.ru/site/unit/institute-of-military-science/tvvs/data/g4/4-2-2.html?referer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F</a>



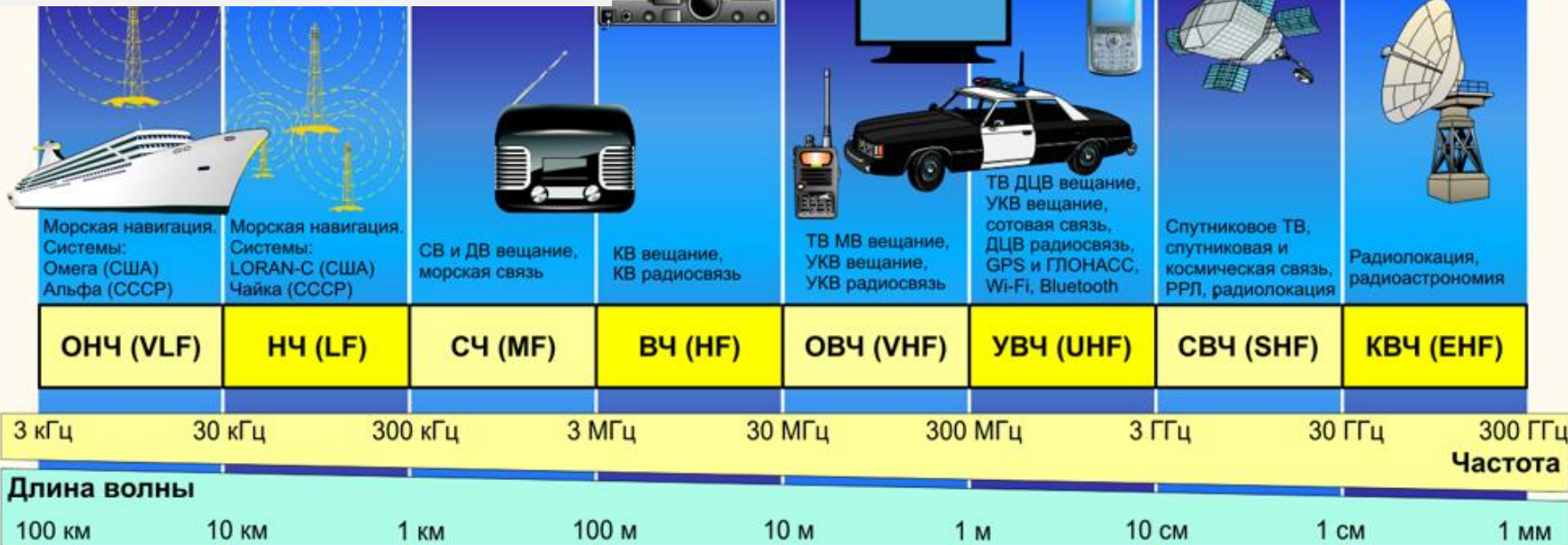
# Дополнительные материалы

№	Название	Ссылка	
1	День войск Радиоэлектронной борьбы (РЭБ)	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=j342rNpk3Uw">https://www.youtube.com/watch?v=j342rNpk3Uw</a>	
2	Секретная частота. РЭБ: вчера, сегодня, завтра	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=ZamJtBic02s">https://www.youtube.com/watch?v=ZamJtBic02s</a>	
3	От русских РЭБ НАТО бьётся в истерике глушилки перделки средства радиоэлектронной борьбы России	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=TwyOCFNQpTo">https://www.youtube.com/watch?v=TwyOCFNQpTo</a>	
4	Россия применила Систему помех на 600 км в Сирии	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=ke0bcGMpWTK">https://www.youtube.com/watch?v=ke0bcGMpWTK</a>	
5	Почему российская армия несокрушима	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=Hk6ZkOF6aRY">https://www.youtube.com/watch?v=Hk6ZkOF6aRY</a>	
6		<a href="https://www.youtube.com/results?search_query=%D0%92%D0%BE%D0%B7%D0%BC%D0%BE%D0%B6%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8+%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9+%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B9+%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8C%D0%B1%D1%8B+%D0%92%D0%BE%D1%82+%D1%87%D1%82%D0%BE+%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B8%D1%81%D1%85%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%82+19.06.2015">https://www.youtube.com/results?search_query=%D0%92%D0%BE%D0%B7%D0%BC%D0%BE%D0%B6%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8+%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%81%D0%B8%D0%B9%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9+%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B9+%D0%B1%D0%BE%D1%80%D1%8C%D0%B1%D1%8B+%D0%92%D0%BE%D1%82+%D1%87%D1%82%D0%BE+%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B8%D1%81%D1%85%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%82+19.06.2015</a>	
7			

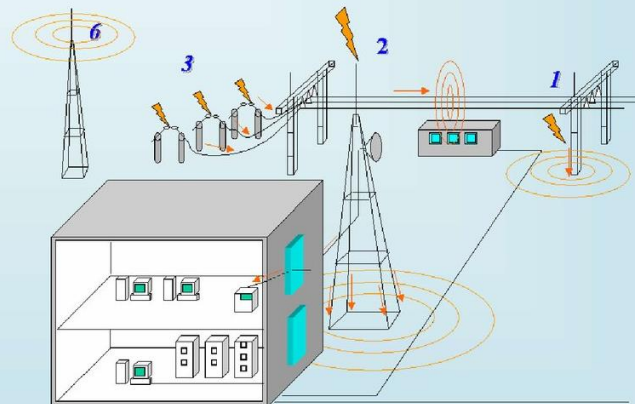


# Дополнительные материалы:

## Радиочастотный диапазон



Источники электромагнитных помех на электрических станциях и подстанциях



- 1 – короткие замыкания (КЗ) , 2 – грозовые разряды
- 3 – переходные режимы работы высоковольтного оборудования (в том числе, вызванные коммутациями)
- 6 - радиосредства

# Радиоэлектронное поражение

**Радиоэлектронное поражение** осуществляется воздействием на радиоэлектронные объекты (РЭС) систем управления войсками и оружием противника средствами функционального поражения (ФП), радиоэлектронного подавления (РЭП), самонаводящимся на излучение оружием, а также изменением условий распространения (отражения) электромагнитных (акустических) волн.



Модернизированная станция помех СПН-30.  
Предназначена для радиоэлектронного подавления (РЭП) в расширенном рабочем диапазоне частот существующих, в том числе прошедших модернизацию РЛС воздушного базирования для защиты наземных и воздушных объектов.

