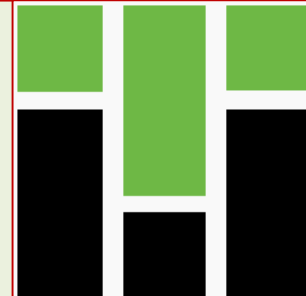




# Военный учебный центр при Томском политехническом университете



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

# Вопросы занятия:

1. Радиоэлектронная борьба (РЭБ) и ее составные части.
2. Помехи радиоэлектронным средствам и их классификация.
3. Воздействие помех на РЛС.

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. Тухканен, А.Н. Покладов

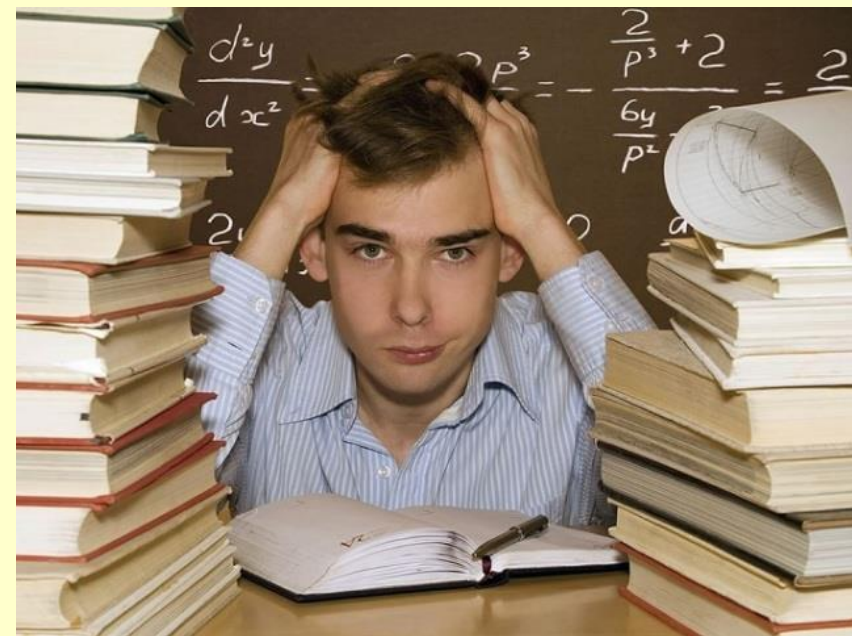
ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ  
РАДИОЛОКАЦИОННЫХ  
СТАНЦИЙ ОБНАРУЖЕНИЯ  
И РАДИОЭЛЕКТРОННАЯ БОРЬБА





# Задание на самостоятельную работу:

1. **Изучить** материал занятия по презентации и указанной литературе.
2. **Законспектировать** краткое содержание вопросов.



# Вопрос 1

## Радиоэлектронная борьба (РЭБ) и ее составные части

### Радиоэлектронная борьба (РЭБ)

**РЭБ** - совокупность согласованных по целям, задачам, месту и времени мероприятий и действий войск, по выявлению системы и средств управления их радиоэлектронной защитой своих систем, и противодействию т

**РЭБ** - вид боевого с  
Мероприятия по I  
действиями других  
мероприятиями дру

1. РЭП
2. РЭЗ
3. ПдТРС

### 1. Радиоэлектронное подавление (РЭП)

РЭП условно делится:

а) – ради

б) - опти

в) - гидро

#### А) Радиоэлектронное подавление

##### Радиоэлектронно

- воздействием на систем  
оружием, а также на сред  
радиоэлектронными изл

- уводом самонаводящего  
поражения от прикрывае

- передачей дезинформир  
условий РРВ и радиолок

Для решения задач РЭП  
используются средства создания помех:

- космические

Кроме того

- инфр

- уг

- пиро

### 2. Радиоэлектронная защита (РЭЗ)

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

- защита РЭС от поражения оружием;
- защита от РЭП;
- защита от воздействия ионизирующих излучений;
- обеспечение электромагнитной устойчивости 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.

**РЭБ** - вид боевого обеспечения боевых действий.

Мероприятия по РЭБ проводятся в тесном взаимодействии с действиями других родов войск и специальных войск и с мероприятиями других видов обеспечения (разведка, маскировка и т.п.)

## Составные части РЭБ:

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

# 1. Радиоэлектронное подавление (РЭП)

РЭП условно делится:

```
graph TD; A[РЭП условно делится:] --> B[а) – радиоэлектронное подавление]; B --> C[б) - оптико-электронное подавление]; C --> D[в) - гидроакустическое подавление];
```

а) – радиоэлектронное подавление

б) - оптико-электронное подавление

в) - гидроакустическое подавление

## **А) Радиоэлектронное подавление**

### **Радиоэлектронное подавление осуществляется**

- воздействием на системы и средства управления войсками и оружием, а также на средства разведки противника специальными радиоэлектронными излучениями (помехами);

- уводом самонаводящегося на излучение и управляемых средств поражения от прикрываемых объектов;

- передачей дезинформирующих сигналов, а также изменением условий РРВ и радиолокационной контрастности местности.



**Для решения задач РЭП  
используются средства создания помех:**

**- космические**

**- воздушные**

**- наземные**

**Кроме того применяются Средства:**

**- дымь;**

**- аэрозоли;**

**- инфракрасные прожекторы;**

**- лазеры;**

**- угловые отражатели;**

**- пиротехнические устройства**

## 2. Радиоэлектронная защита (РЭЗ)

**РЭЗ** - комплекс организационных и технических мероприятий, направленный на обеспечение устойчивой работы систем и средств управления своими войсками и оружием в условиях ведения противником РЭБ, а также на исключение взаимного влияния своих РЭС.

### Состав РЭЗ:

- защита РЭС от поражения самонаводящимся на излучение оружием;
- защита от РЭП;
- защита от воздействия ионизирующих и электромагнитных излучений;
- обеспечение электромагнитной совместимости (ЭМС) 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.



# Вопрос 2

# Помехи радиоэлектронным средствам и их классификация

## Радиоэлектронные помехи

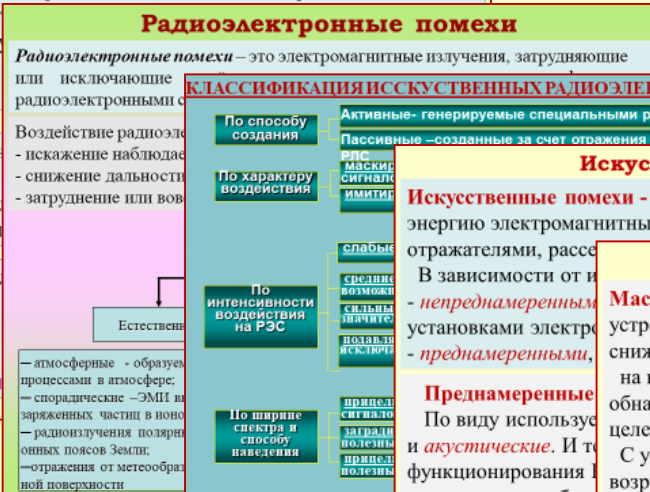
Радиоэлектронные помехи – это непоражающие элект...

которые управяемого

Воздействуя на затрудняют и ведение радиоп

Радиоэ...

ест



## КЛАССИФИКАЦИЯ ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ПОМЕХ

### Искусственные помехи

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

### Маскирующие помехи

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

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

#### Непрерывные помехи

Непрерывные помехи - электромагнитные (акустические) колебания с постоянной амплитудой, частоте или фазе.

#### Импульсные помехи

Импульсные помехи - электромагнитные (акустические) колебания с непостоянной амплитудой, частоте или фазе. В зависимости от интенсивности излучения различают слабые, средние, сильные, называемые интенсивными.

#### 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 непоражающие электромагнитные и акустические излучения, которые ухудшают качество функционирования РЭС, управляемого оружия и военной техники или систем обработки информации.

Воздействуя на приемные устройства, **помехи** имитируют или искажают наблюдаемые сигналы, затрудняют или исключают выделение полезной информации, ведение радиопереговоров и обнаружение целей с помощью РЭС.

**Радиоэлектронные помехи классифицируют по различным признакам.**

По происхождению различают **естественные и искусственные помехи**

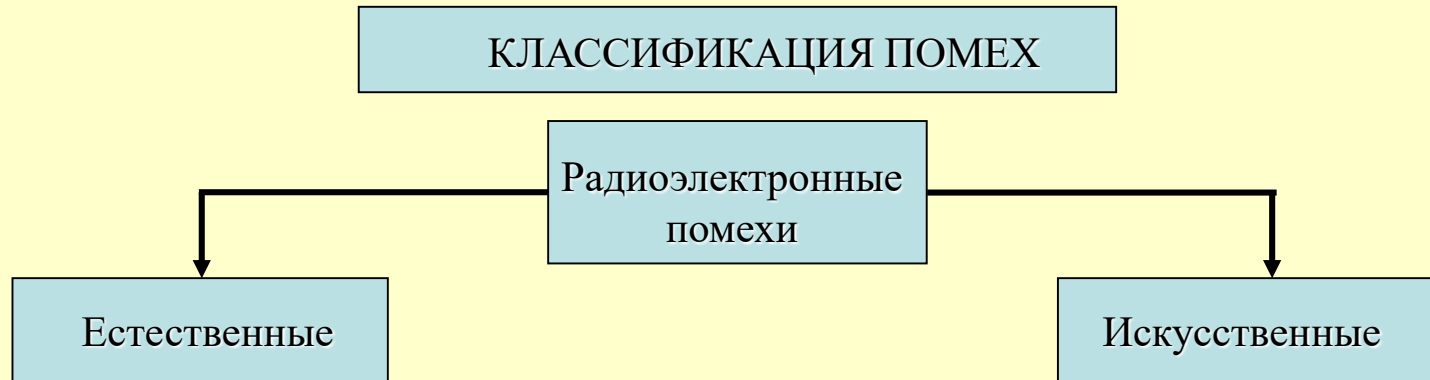


# Радиоэлектронные помехи

*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 ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ ПОМЕХ

По способу создания

**Активные- генерируемые специальными радиопередатчиками**

**Пассивные –созданные за счет отражения (рассеяния) излучения РЭС**

По характеру воздействия

**маскирующие – исключают или затрудняют выделение полезных сигналов.**

**имитирующие –имитируют ложные цели.**

По интенсивности воздействия на РЭС

**слабые –вызывают потери полезной информации до 20 %**

**средние –вызывают потери полезной информации до 40 % и снижают возможность выполнения РЭС боевых задач.**

**сильные –приводят к потере полезной информации до 60 % и значительно снижает возможность выполнения РЭС боевых задач.**

**подавляющие –приводят к потере более 80 % полезной информации и исключает выполнение РЭС боевых задач.**

По ширине спектра и способу наведения

**прицельные – имеют полосу частот соизмеримую с полосой частот сигналов, подавляемых РЭС.**

**заградительные – по полосе частот значительно превышают спектры полезных сигналов.**

**прицельно-заградительные – по ширине спектра в 10-15 раз превышают полезные сигналы.**

По структуре и характеру излучения

**непрерывные**

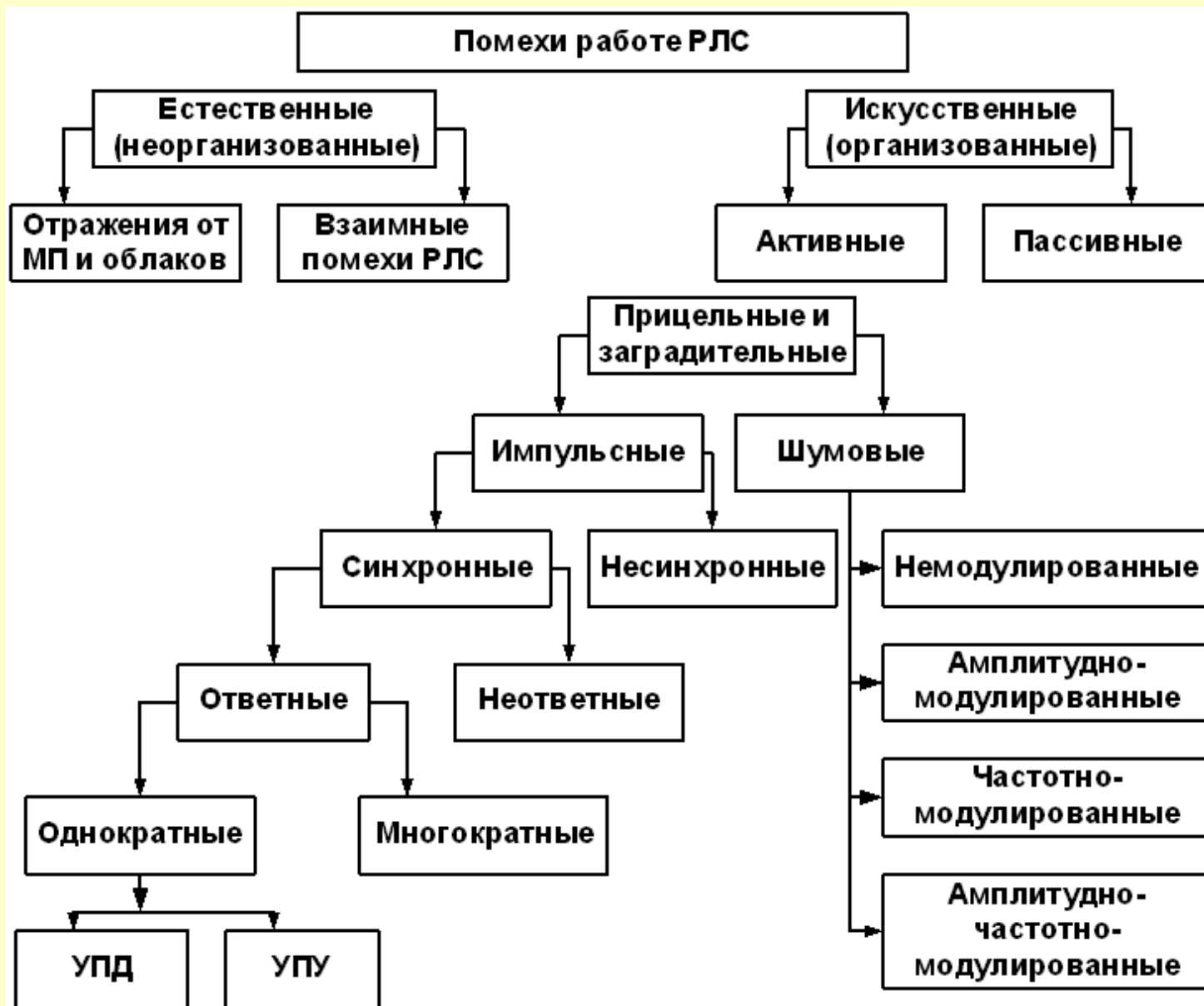
**импульсные**

**немодулированные**

**модулированные**

**синхронные**

**несинхронные**



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

Помехи создаваемые в диапазоне радиоволн называют *радиопомехами*; в диапазоне световых (оптических) волн *световыми* (оптикоэлектронными) помехами.



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

**1. Активные, генерируемые специальными передатчиками помех**

**2. 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 3

# Воздействие помех на РЭС

## 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 индикаторы несколько близка частоте на к

## 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 сигнала под воздействием



Импульс цели без помехи

## Вид экрана радиолокационной станции при амплитудно-модулированной помехе



Амплитудно-модулированная форма развертки, причем экрану трубки. 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. На ИКО шумовая помеха образует

Вид экрана индикатора при действии



## 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.

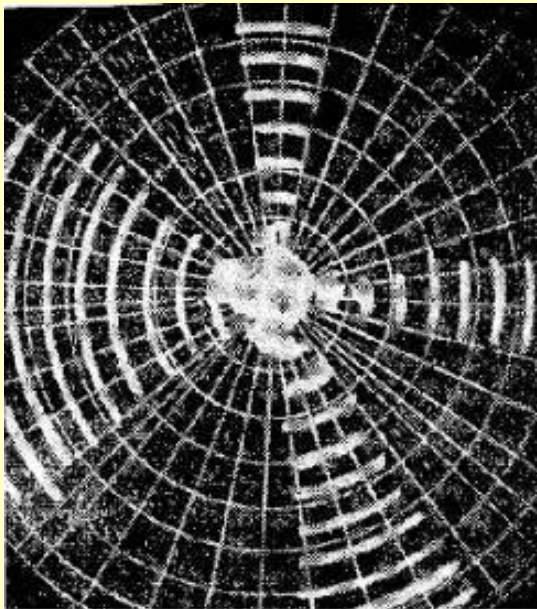
**Искусственные ШП** являются результатом рассеяния электромагнитных (акустических) волн дипольными, уголковыми и линзовыми отражателями, отражающими антенными решетками, ионизированными средами и аэрозольными образованиями.



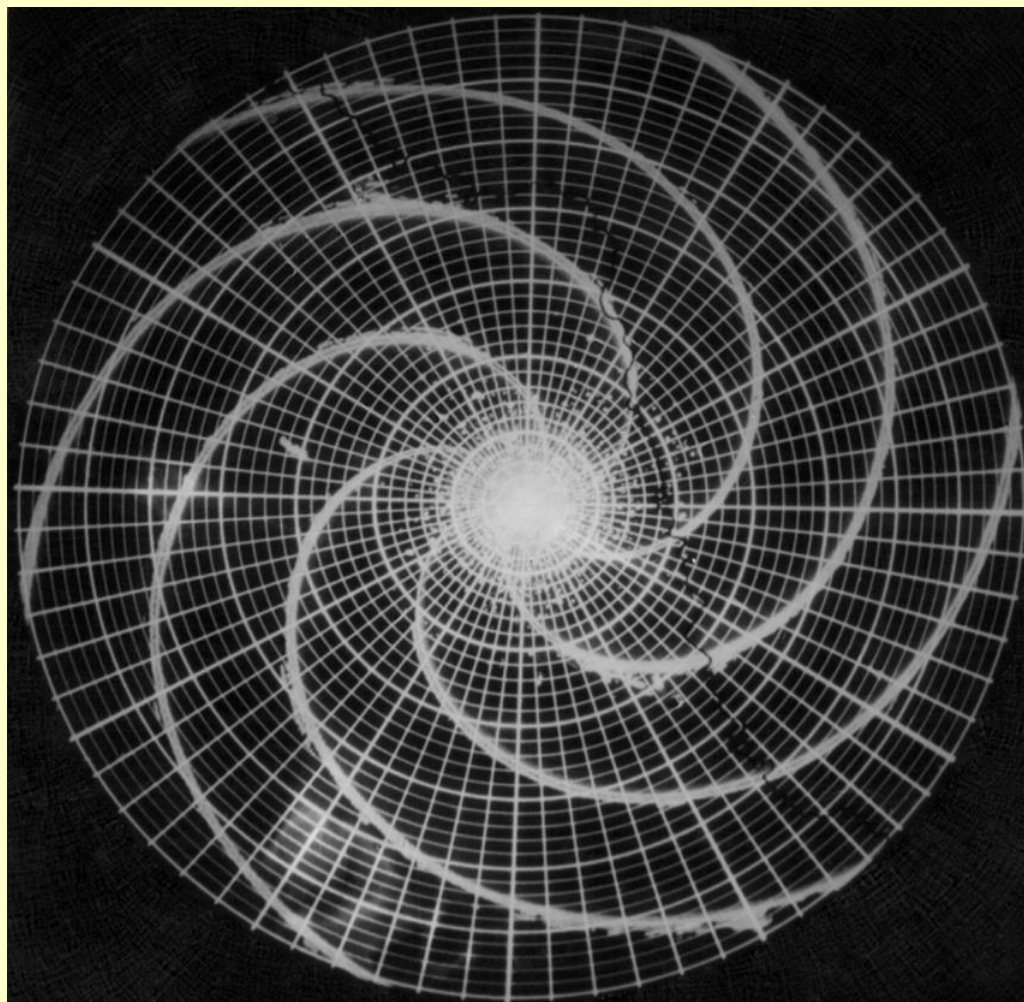
# Модулированная и немодулированная импульсная помеха

Генераторы импульсных помех вырабатывают импульсы с частотой повторения равной или кратной частоте повторения импульсов подавляемой РЛС

*Вид экрана радиолокационной станции при действии синхронной импульсной помехи*

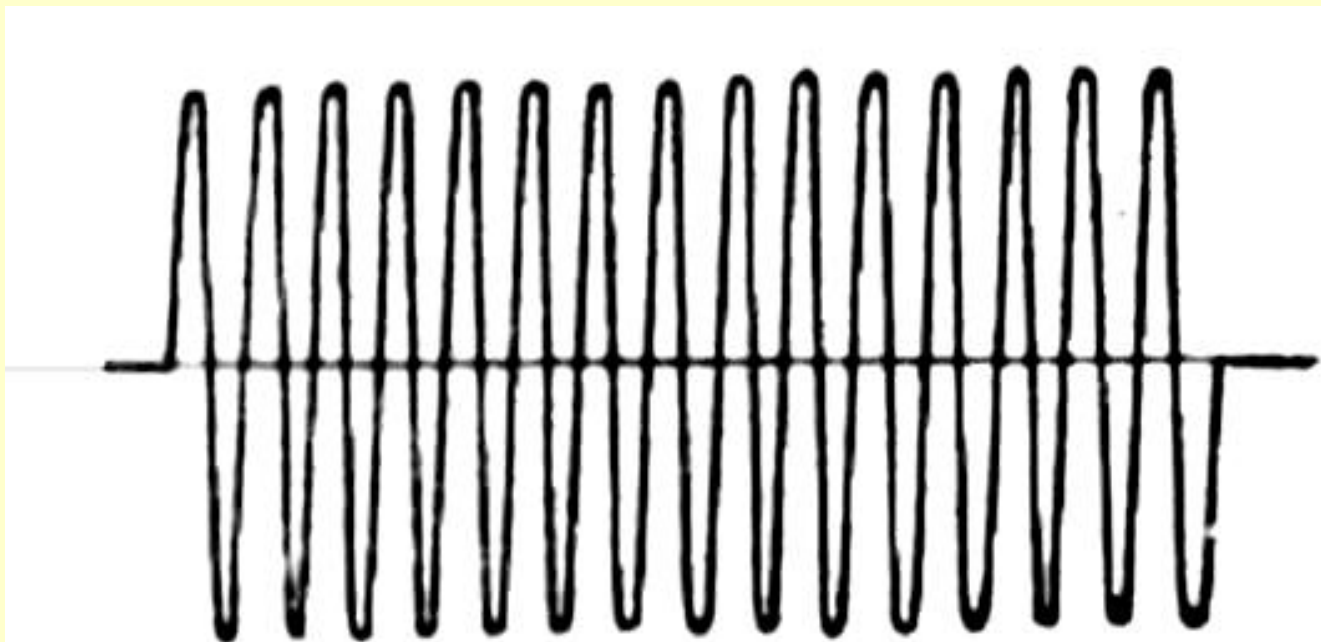


**Вид экрана кругового обзора  
при действии несинхронной импульсной помехи**



# Немодулированная помеха

Источник немодулированной помехи создает на входе приемника синусоидальное напряжение высокой частоты, амплитуда и частота которого не изменяются (немодулированы)

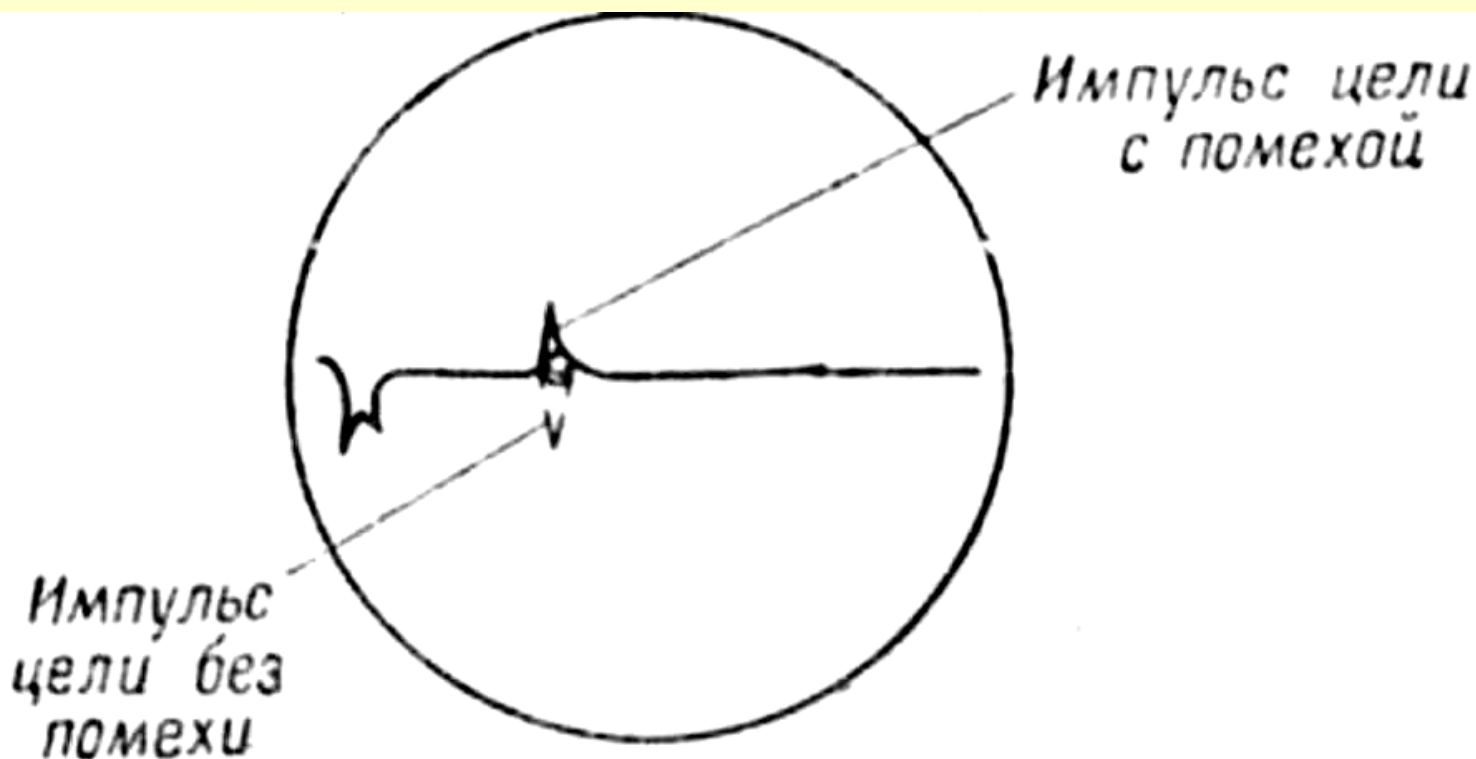


Эффективность воздействия немодулированной помехи на приемник и индикаторы зависит от ее мощности и от того, насколько близка частота помехи к частоте полезного сигнала, на которую настроен приемник

# 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 является основной причиной потери сигнала под воздействием помехи.





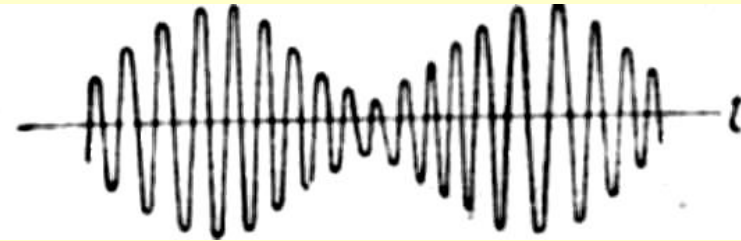
# Модулированная помеха

**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 радиолокационной станции при амплитудно-модулированной помехе



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

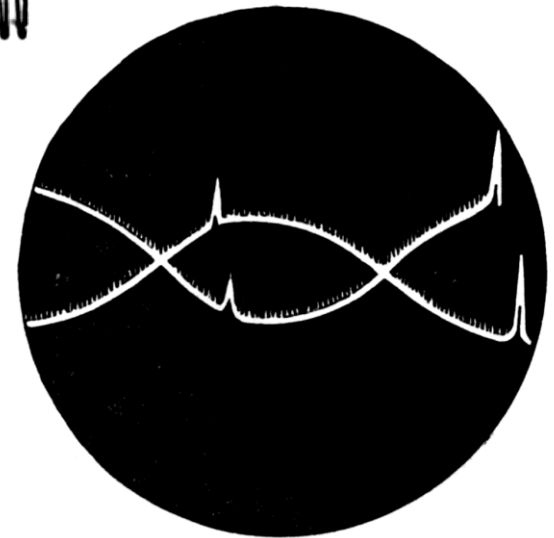
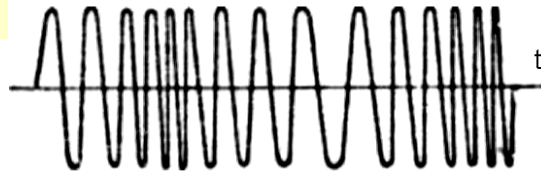
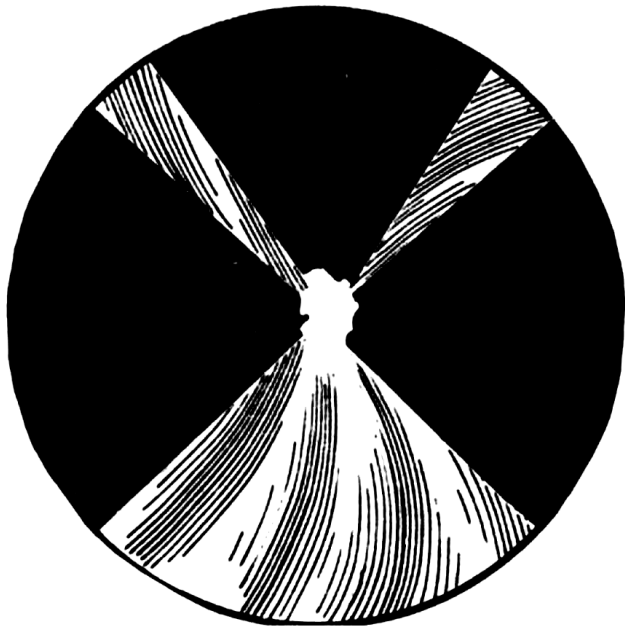
На ИКО образуются засвеченные сектора неравномерной яркости.



# Вид экрана радиолокационной станции при Частотно-модулированной 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.

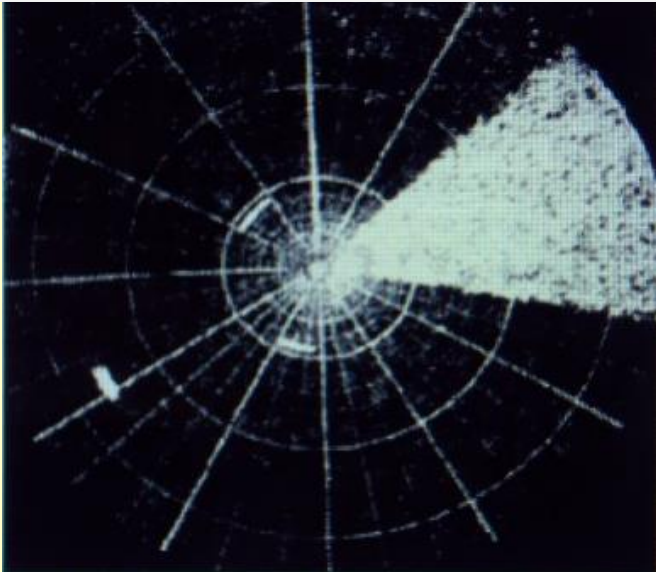
В результате этого на индикаторе дальности получаются импульсы, перемещающиеся по развертке, а на ИКО — полосы, как при амплитудно-модулированной помехе.



# 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.



# Задание на самоподготовку:

## Изучить:

- материал занятия по конспекту, презентации и указанной литературе.

### Вопросы занятия:

1. Радиоэлектронная борьба (РЭБ) и ее составные части.
2. Помехи радиоэлектронным средствам и их классификация.
3. Воздействие помех на РЛС.



- 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.



# 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			