

# Тема № 1.

## Теоретические основы построения систем вооружения ЗРВ

### Занятие № 5.

**«Принципы защиты от помех, реализованные в  
ЗРС»**

# Учебные вопросы:

---

1. Виды помех и их классификации
2. Принципы защиты от помех, реализованные в ЗРС

# Литература:

---

- Учебное пособие инв. 110;
- Учебное пособие инв. 323;
- Справочник офицера ПВО.

# Вопрос № 1

---

## **Виды помех и их классификации**

---

**Радиоэлектронные помехи (РЭП)**– непоражающие электромагнитные или акустические излучения, которые ухудшают качество функционирования радиоэлектронных средств (РЭС), управляемого оружия и военной техники или систем обработки информации.

# По происхождению различают:

---

- естественные помехи;
- искусственные помехи.

# Естественные помехи

- атмосферные, образуемые электрическими процессами в атмосфере, главным образом грозowymi разрядами (атмосферики);
- космические, вызываемые электромагнитным излучением Солнца, звёзд и Галактики;
- спорадические (нерегулярные) электромагнитные излучения околоземного пространства, вызываемые потоками заряженных частиц в ионосфере и магнитосфере;
- радиоизлучения полярных сияний и радиационных поясов Земли;
- отражения от метеорологических образований (дождь, снег, град, облака), земной и водной поверхности;
- акустические шумы океанов, морей и др.

# Искусственные помехи

---

В зависимости от источника образования:

- непреднамеренные;
- преднамеренные.



# Преднамеренные искусственные помехи

Радиоэлектронные помехи

По виду  
излучения

Электромагнитные

Акустические

По способу  
формирования  
(реализации)

Активные помехи РЭС

Пассивные помехи РЭС

По эффекту  
(характеру)  
воздействия  
на РЭС

Маскирующие

Имитирующие

По соотношению  
спектра помех и  
полезных сигналов

Прицельные

Заградительные

Прицельно-заградительные

По структуре  
излучения

Непрерывные

Импульсные

По  
интенсивности

Слабые

Средние

Сильные

Средствами радиоэлектронного подавления являются средства создания помех РЭС, ложные цели и ловушки, средства изменения электрических свойств среды распространения радиоволн. Средства создания помех РЭС (рис. 1) обеспечивают создание радиосигналов, которые, проходя в приемное устройство РЭС, снижают эффективность его применения. К их числу относят средства создания активных и пассивных помех.



- **Активные помехи** создаются специальными передатчиками помех, настроенными на рабочие частоты подавляемых РЭС и излучающими электромагнитную энергию. Различают два вида активных помех: маскирующие (подавляющие) и имитирующие (дезинформирующие).
- **Маскирующие помехи** создают на экранах подавляемых РЭС фон, на котором затрудняется выделение отметок целей. Для их создания применяют передатчики, генерирующие сигналы, модулированные напряжением по случайному закону (шумом). Различают заградительные и прицельные помехи по частоте.
- **Заградительной** называют помеху, ширина спектра которой соизмерима с диапазоном перестройки одного или нескольких РЭС, работающих на одной или нескольких частотах. Для создания заградительной помехи не требуется точного знания рабочей частоты РЭС. Эти помехи применяют для подавления РЭС, параметры которых недостаточно известны.

**Прицельная помеха** имеет ширину спектра, близкую к ширине полосы пропускания приемника подавляемого РЭС. Это позволяет сконцентрировать мощность помехи в узком спектре частот и увеличить эффективность ее воздействия. Ее создание требует знания рабочей частоты и ширины полосы пропускания РЭС.

- Сигналы маскирующей помехи могут засвечивать определенные области экранов РЭС в направлении главного и боковых лепестков диаграммы направленности антенны, ухудшают отношение  $P_c/P_{пх}$ , затрудняя выделение полезной информации.
- Передатчики маскирующих активных помех могут излучать непрерывные высокочастотные колебания, промодулированные напряжением шумов, прямошумовые помехи. Такие помехи называют **активными шумовыми (АШП)**. Они обладают широким спектром. Энергетические возможности передатчика определяются плотностью мощности, Вт/МГц:

■ (

$$P_{пх} = \frac{P_{пх} G_{пх}}{\Delta f_{пх}} \quad (1)$$

- **Скользящая помеха** (квазизаградительная) представляет собой маскирующую помеху, имеющую сравнительно узкий спектр с быстрым изменением несущей частоты. Она создается передатчиком помех с перестраиваемой частотой излучения. Имея большую плотность мощности, скользящая помеха по своему воздействию близка к прицельной.
- **Имитирующие** (дезинформирующие) помехи— радиосигналы, излучаемые передатчиком помех в ответ на излучаемые сигналы радиолокационной станции.
- На каждый импульс радиолокационной станции передатчик помех может излучать несколько импульсов помехи, имитируя несколько целей. Такие помехи называют **ответными** (ретранслирующими). Передатчики помех могут излучать импульсные помехи, частота следования которых не равна частоте  $F_n$  импульсов РЛС. Такие помехи называют **импульсными несинхронными**. Они создают на экранах РЛС перемещающиеся сигналы, затрудняющие определение местоположения истинных целей.

- **Пассивные помехи** — мешающие сигналы, создаваемые отражением радиоволн телами. В качестве таковых могут использоваться дипольные отражатели, уголкового отражатели и др. Сигналы РЛС, отраженные от облака дипольных помех, создают фон на индикаторах, маскирующий отметки целей. Отраженные от уголкового отражателей сигналы могут имитировать отметки целей. Поэтому пассивные помехи делят на маскирующие и имитирующие (см. рис. 1).
- **Маскирующие помехи** могут создаваться путем сбрасывания с самолета полуволновых дипольных отражателей, представляющих собой металлизированные нити из нейлона, стекловолокна, металлизированной бумаги и др.

## Облако дипольных отражателей имеет эффективную поверхность рассеяния

$$\sigma_0 = N\sigma_d,$$

где  $N$  — количество диполей в облаке;  
 $\sigma_d \approx 0,17\lambda^2$  — величина эффективной поверхности рассеяния одного полуволнового диполя ( $\lambda$  — длина волны РЛС).

$$N = \frac{S_{\text{эф}}}{\sigma_d},$$

где  $S_{\text{эф}}$  — эффективная отражающая площадь цели.

$$t_{\text{п}} = \frac{c\tau_{\text{п}}}{2} \frac{\sigma_{\text{п}}}{V_{\text{с}}K_{\text{п}}S_{\text{эф}}}.$$

где  $\tau_{\text{п}}$  — длительность импульса РЛС;  
 $\sigma_{\text{п}}$  — эффективная поверхность рассеяния пачки диполей;  
 $S_{\text{эф}}$  — эффективная отражающая площадь цели;  
 $V_{\text{с}}$  — скорость самолетов, летящих под прикрытием помех;  
 $K_{\text{п}}$  — коэффициент подавления.

- **Противорадиолокационные покрытия** являются средством маскировки целей. Они делятся на поглощающие и интерференционные. **Поглощающие материалы** могут наноситься на маскируемую поверхность в виде многослойных покрытий, что значительно снижает отражение радиоволн и создает большое поглощение их энергии. **Интерференционные покрытия** ослабляют энергию отраженной волны в несколько десятков раз, значительно снижая эффективную площадь отражения целей.
- Для имитации целей могут использоваться уголковые отражатели, сбрасываемые с самолетов — постановщиков помех, подвешиваемые на парашютах. Это могут быть отражатели с треугольными, прямоугольными и секторными гранями.



Их максимальная эффективная отражающая поверхность определяется из выражений:

$$\left. \begin{aligned} S_{\text{эф } \Delta} &= \frac{4}{3} \pi \frac{a^4}{\lambda^2}; \\ S_{\text{эф } \square} &= 12\pi \frac{a^4}{\lambda^2}; \\ S_{\text{эф } \triangleright} &= 2\pi \frac{a^4}{\lambda^2}. \end{aligned} \right\}$$

где  $a$  — длина ребра отражателя;  
 $\lambda$  — длина волны.

Другим средством создания ложных отметок на экранах РЛС могут служить линзы Люнеберга. Эффективная отражающая поверхность такой линзы

$$S_{\text{эф.л}} = 4\pi^3 \frac{R^4}{\lambda^3},$$

где  $R$  — радиус линзы.

# Вопрос № 2

---

**Принципы защиты от помех, реализованные в  
ЗРС**

*В основу борьбы РТСН ЗРС положены следующие технические принципы, которые можно разделить на три группы.*

- ***К первой группе относятся принципы помехозащиты, заложенные в основы построения РТСН:***
- *высокий энергетический потенциал РТСН и канала управления ЗУР;*
- *применение оптимальной обработки отраженных сигналов;*
- *применение моноимпульсного метода угловой пеленгации цели;*
- *узкий луч*
- *применение доплеровской селекции целей и помех по скорости*

*Ко второй группе относятся меры помехозащиты, имеющие специальную техническую (аппаратурную) реализацию:*

---

- *применение аппаратуры автокомпенсатора помех (АКП);*
- *применение двух независимых ППК настроенных на разные частотные литеры;*
- *применение аппаратуры автомата выработки тревог (АВТ);*
- *применение РРУ, ШАРУ;*
- *применение бортового радиопеленгатора ЗУР;*
- *применение технических мер защиты при передаче информации.*

*К третьей группе относятся алгоритмические меры помехозащиты:*

---

- *применение алгоритма стрельбы в режиме РАД (режим априорной дальности);*
- *применение специальных алгоритмов ЦВК противодействия помехам - АВТОМАТ АП;*
- *применение алгоритма стрельбы по маловысотным целям - ЛОФИЛ (логическая фильтрация).*

*На основании технических возможностей станций применяют следующие тактические способы защиты от помех:*

- *выбор позиции радиотехнических средствах наведения ЗРС;*
- *электромагнитная совместимость станций (частота, обороты вращения станций).*
- *подъём антенны радиотехнической станции;*
- *работа в режиме ППК1-ППК2*
- *изменение поляризации (НВО)*
- *работа в пассивном режиме*
- *увеличение количества станций (мощность на всех)*
- *поиск забрасываемых источников помех*
- *триангуляция*

- *Оценить помехозащищенность радиолокатора - это значит проанализировать, с одной стороны - какими основными способами РЭ защиты располагают РТСН и с другой стороны оценить его ПЗ при известных возможностях противника по подавлению РЭС.*
- **Технические способы защиты РТСН от помех:**
- *Основными способами РЭ защиты являются:*
- *жесткая временная регламентация излучения,*
- *перестройка частот,*
- *использование высокого потенциала РЛ,*
- *применение специальных логических программ захвата и сопровождения сигналов целей,*
- *когерентно-фильтровой метод обработки сигналов.*



- Временную регламентацию излучения определяет временная диаграмма работы РТСН, которая обеспечивает кратковременное обращение к Ц и Р, выделяет время для работы АКП, передачи команд управления и приема информации с борта ракет.
- Частотная отстройка РТСН от АШП осуществляется использованием одного из двух ППК настроенных на максимально разнесенные частоты (чтобы помехи воздействующие на 1-й ППК максимально ослаблялись во 2-м ППК).
- Высокий потенциал РТСН . обеспечивается большой энергетикой квазинепрерывного зондирующего сигнала и высокой чувствительностью приёмного устройства, которая определяется узкой полосой пропускания приёмного устройства РТСН

$$P = \frac{P_{и}}{\Delta f}; \text{ для сравнения } C - 75 \Delta f = 4 \text{ МГц}$$

$$\text{РПН } \Delta f = 500 \text{ Гц,}$$

- Применение для пеленга цели и ракеты метода мгновенной равносигнальной зоны обеспечивает защиту РТСН от помех, уводящих по угловым координатам.
- Применение АКП обеспечивает защиту РТСН от АШП по боковым лепесткам ДН.
- Для защиты от АШП уводящим по  $D$  и  $V$  используются специальные алгоритмы обработки сигнала. Сущность алгоритмов помехозащиты заключается в обеспечении работы приемных устройств РТСН путем анализа информации о целях, полученной от различных источников и расчетом координат целей методом триангуляции.
- Защита РТСН от пассивных помех и сигналов отраженных от земли обеспечивается применением корреляционно-фильтрового метода оптимальной обработки сигнала цели.

# *Оценка возможностей РПН по защите от помех.*

---

- . РПН обеспечивает сопровождение целей летящих под прикрытием АШП со спектральной плотностью = 200 Вт/МГц.
- Защита от пассивных помех обеспечивается при плотности помех - 10 пачек/100 м пути.

# *Возможности противника по постановке помех*

■ заградительные Вт/МГц	Прицельные Вт/МГц	
ТА	3÷5	30÷50
СА	15÷20	150÷200
Спец. Самолет ПП	30÷40	300÷400

При плотностях мощности помех, превышающих вышеуказанные значения боевые возможности ЗРК ограничиваются. Это объясняется тем, что в условиях интенсивных помех невозможно определить координаты  $D$  и  $V$ . Но угловые координаты  $C$  определить можно. Поэтому для полной реализации боевых возможностей включается алгоритм помехозащиты и обстрел производится ракетами типа "Р".