

## ***Розділ IV***

# ***“Експлуатація і ремонт радіоелектронного обладнання літаків, вертольотів та авіаційних ракет”***



## ***Тема 15. “Системи розвідки і радіоелектронної боротьби “***

**Доцент кафедри  
кандидат технічних наук, доцент Войчук В. А.**

# Навчальна та виховна мета

1. Ознайомити з призначенням, різновидами, принципами побудови, особливостями технічної експлуатації і бойового застосування систем радіотехнічної розвідки та радіоелектронної боротьби.
2. Виховувати у студентів – майбутніх фахівців авіації Повітряних Сил ЗСУ самостійність, творчу ініціативу, наполегливість та високу відповідальність за якісну організацію технічної експлуатації та вміле бойове застосування засобів радіоелектронної боротьби.

## Навчальні питання

1. РЕБ як вид оперативного забезпечення операцій (бойових дій).
2. Бортове обладнання групового захисту.
3. Бортове обладнання індивідуального захисту.
4. Бортові засоби РЕБ авіації ПС.
5. Радіоелектронний захист бортового РЕО.

# Контрольні завдання (Р і РЕБ)

1. Поясніть дію маскуючих перешкод на РЛС огляду повітряного простору (1 бал).
2. Запропонуйте імітуючу перешкоду слідкуючому дальноміру РЛС (1 бал).
3. Запропонуйте імітуючу перешкоду слідкуючому доплерівському вимірювачу швидкості РЛС (1 бал).
4. Запропонуйте перешкоду для порушення роботи запитувача системи Мк-12 в режимі IV (1 бал).
5. Поясніть, чому ефективність перешкод, що створюються САП Мі-8ППА, *не залежить* від кількості РЛС, що опинились у зоні дії САП (1 бал).
6. Поясніть, чому ефективність перешкод, що створюються САП Мі-8СМВ, *залежить* від кількості РЛС, що опинились у зоні дії САП (1 бал).
7. Поясніть механізм захисту вертольоту ІЧ пастками від враження ПЗРК “Стінгер” (1 бал).
8. Поясніть, чому ІЧ пастки на вертольотах відстрілюються в нижню напівсферу, а на літаках – у верхню (1 бал).

Примітка. Мінімальна сума балів по цій темі для отримання позитивної оцінки – 3.0.  
Максимальна сума зарахованих балів по темі – 5.0.



# 1. РЕБ як вид оперативного забезпечення операцій (бойових дій)

## Основні положення РЕБ

### РАДІОЕЛЕКТРОННА БОРОТЬБА (РЕБ) –

сукупність узгоджених за метою, завданнями, місцем і часом одночасних і послідовних дій з *радіоелектронного **подавлення*** систем управління військами і зброєю противника і *радіоелектронного **захисту*** своїх систем і засобів управління, які спрямовані на забезпечення переваги у використанні електромагнітного спектру

### Радіоелектронне подавлення (РЕП) –

сукупність узгоджених за метою, завданням, місцем і часом радіоелектронних впливів на радіоелектронні системи і засоби управління військами і зброєю *противника*, які здійснюються силами та засобами РЕБ по єдиному замислу і плану відповідно з радіоелектронною обстановкою

### Радіоелектронний захист (РЕЗ)

своїх радіоелектронних систем і засобів – це комплекс організаційно-технічних заходів і дій, спрямованих на забезпечення їх стійкої роботи і переваги у використанні електромагнітного спектру

# Радіоелектронна боротьба (РЕБ)

## Радіоелектронне подавлення (РЕП)

Радіоподавлення

Оптико-електронне подавлення

Гідроакустичне подавлення

Електромагнітне подавлення

Програмно - комп'ютерне подавлення

## Радіоелектронний захист (РЕЗ)

Захист від радіоелектронної розвідки противника

Захист від ураження високоточною зброєю

Захист від радіоелектронних перешкод противника

Захист від електромагнітного та іонізуючого випромінювання

Управління радіочастотним ресурсом військових користувачів

Електронне забезпечення РЕП

\*

# Мета і завдання РЕБ

Мета - створення умов для найбільш ефективного застосування своїх військ (сил) в операціях (бойових діях) шляхом:

- дезорганізації управління військами та зброєю противника, зниження його можливостей щодо ведення розвідки, радіоелектронного подавлення та вогневого ураження,
- забезпечення стійкої роботи своїх радіоелектронних систем та засобів управління військами (силами) і зброєю.

## Завдання РЕБ:

- дезорганізація системи управління противника шляхом РЕП найбільш важливих радіоелектронних об'єктів, систем управління військами (силами) та зброєю;
- організація та проведення заходів щодо радіоелектронного захисту своїх систем управління військами (силами) та зброєю.

# Радіоелектронне подавлення (РЕП)

**Радіоподавлення** - це комплекс заходів з порушення (зриву) роботи радіоелектронних систем та засобів управління військами (силами) та зброєю, радіо, радіорелейного, тропосферного, супутникового зв'язку, радіолокації і радіонавігації противника шляхом:

- застосування удаваних радіолокаційних цілей і пасток;
- передачі в радіомережах противника або своїх військ повідомлень, що дезінформують;
- демонстраційної (оманної) роботи своїх радіоелектронних засобів та імітації роботи РЕЗ противника;
- впливу активними та пасивними радіоперешкодами;
- зміни умов розповсюдження радіохвиль.

Радіоподавлення ведеться з метою тимчасового ускладнення або неможливості застосування противником радіо-, радіорелейних, тропосферних та супутникових засобів зв'язку, засобів радіолокації та радіонавігації для вирішення завдань управління військами (силами) та зброєю в операціях (бойових діях).

За результатами радіоподавлення у засобах радіо -, радіорелейного, тропосферного, супутникового зв'язку та радіонавігації під впливом перешкод відбувається *повне або часткове викривлення інформації*, а в радіолокаційних засобах – *повне або часткове маскування відміток від цілей* на екранах радіолокаторів або *зрив автоматичного супроводження цілей*.

**Гідроакустичне подавлення (ГАП)** - це комплекс заходів з порушення (зриву) роботи засобів гідроакустичного виявлення і зв'язку, гідроакустичних систем самонаведення торпедної і протичовнової зброї, підривачів торпед, ракетоторпед і мін противника шляхом:

- впливу на них гідроакустичними перешкодами,
- імітації підводних човнів і удаваних цілей,
- зміни умов розповсюдження гідроакустичних хвиль.

Гідроакустичне подавлення здійснюється за допомогою самохідних і дрейфуючих приладів гідроакустичних перешкод, бортових станцій перешкод підводних човнів і надводних кораблів, вибухових джерел перешкод, самохідних і дрейфуючих імітаторів підводних човнів і хибних (оманних) цілей.



**Оптико-електронне подавлення (ОЕП)** - це комплекс заходів з порушення (зриву) роботи інфрачервоних, тепловізійних, телевізійних, лазерних і оптико-візуальних систем і засобів розвідки, спостереження, зв'язку і управління зброєю противника шляхом:

- впливу на них активними і пасивними оптико-електронними перешкодами,
- застосування оманних оптичних цілей, пасток і аерозолів,
- виведення з ладу електромагнітними випромінюваннями оптичних і фоточутливих елементів цих систем і засобів.

Оптико-електронне подавлення здійснюється за допомогою наземних, корабельних, авіаційних станцій оптико-електронних перешкод, спеціальних ракет, снарядів і патронів з інфрачервоними і плазмовими перешкодами, лазерних і інфрачервоних відбивачів (розсіювачів), спеціальних покриттів, які зменшують помітність об'єктів, а також за допомогою оманних цілей, пасток, димів і аерозолів та виведенням з ладу електромагнітними випромінюваннями оптичних і фоточутливих елементів оптико-електронних систем та засобів.

# Радіоелектронний захист (РЕЗ)

**Радіоелектронний захист (РЕЗ)** своїх систем і засобів – це комплекс організаційно-технічних заходів, спрямований на:

- *зниження ефективності ведення противником РЕР, РЕП, застосування ВТЗ та радіокерованої зброї;*
- *забезпечення стійкої роботи* своїх радіоелектронних засобів.

Радіоелектронний захист організовується і здійснюється з метою забезпечення стійкої роботи своїх систем і засобів управління військами і зброєю.

Радіоелектронний захист включає:

- захист *від РЕР* противника;
- захист своїх РЕЗ *від радіоелектронних перешкод* противника;
- захист радіоелектронних засобів *від ураження високоточною та самонавідною* на випромінювання зброєю;
- захист *від іонізуючого та електромагнітного* випромінювання;
- захист *від взаємних перешкод* (забезпечення електромагнітної сумісності - EMC).

# Завдання радіоелектронного захисту

1. Забезпечення стійкої роботи своїх систем управління військами (силами) та зброєю.
2. Радіоелектронне прикриття військ і об'єктів від прицільних ударів авіації, високоточної зброї та зброї, що наводиться на випромінювання.
3. Зниження ефективності ведення противником технічної розвідки.

# Електронне забезпечення

Електронне забезпечення включає:

- електронну розвідку,
- управління силами та засобами РЕБ,
- попередження (оповіщення) обслуг (екіпажів) бойових засобів та військової техніки про опромінювання, застосування противником засобів перешкод та керованої зброї.

Електронна розвідка включає:

- оптико-електронну розвідку - добування розвідувальної інформації про противника за допомогою пасивних та активних оптико-електронних засобів шляхом виявлення та аналізу випромінювань систем, засобів та об'єктів у оптичному діапазоні довжин хвиль,
- гідроакустичну розвідку - добування розвідувальної інформацію про противника за допомогою пасивних та активних гідроакустичних засобів шляхом виявлення та аналізу випромінювань об'єктів у діапазоні гідроакустичних хвиль,
- радіоелектронну розвідку - добування розвідувальної інформації про противника за допомогою пасивних і активних радіоелектронних засобів шляхом виявлення та аналізу випромінювань його радіоелектронних систем, засобів та об'єктів, у радіодіапазоні довжин хвиль.

# Радіоелектронна розвідка

Радіоелектронна розвідка добуває інформацію про радіоелектронну і оперативну обстановку - про функціонуючі радіоелектронні засоби противника, їх тактико-технічні характеристики (ТТХ), оперативну приналежність, місце розташування, органи й об'єкти управління, про характер бойової діяльності противника.

Технічні та оперативні можливості РЕР:

- охоплює великі простори, межі яких визначаються умовами поширення електромагнітних хвиль і характеристиками активних і пасивних засобів локації;
- добуває інформацію в найкоротші терміни й у багатьох випадках у реальному масштабі часу;
- забезпечує одержання достовірних даних;
- функціонує безупинно і при будь-якій погоді;
- діє потайно, тому що противник не в змозі установити факт ведення розвідки при застосуванні пасивних засобів;
- добуває розвідувальну інформацію, яку неможливо одержати іншими видами розвідки.

Радіоелектронна розвідка поділяється на:

- радіорозвідку,
- радіотехнічну розвідку,
- радіолокаційну розвідку.

# Радіорозвідка

Радіорозвідка ведеться шляхом *пошуку, виявлення і перехоплення радіопередач*, здійснюваних засобами радіо -, радіорелейного, тропосферного і супутникового зв'язку, а також шляхом *пеленгування засобів*, що передають, з метою визначення їх місця розташування.

Радіорозвідка ведеться розвідприймачами і засобами радіопеленгації.

Розвіддані, добуті за допомогою засобів РР дозволяють:

- виявляти, розпізнавати, визначати ТТХ і місце розташування засобів радіозв'язку, радіотелеметрії і передачі даних,
- виявляти склад систем зв'язку,
- дешифрувати перехоплені кодовані і формалізовані повідомлення,
- виявляти, розпізнавати і визначати місце розташування військових об'єктів,
- визначати характер діяльності військ.

## Радіотехнічна розвідка

Радіотехнічна розвідка ведеться:

- шляхом *пошуку, виявлення, перехоплення й аналізу радіовипромінювань засобів радіолокації і радіонавігації, використовуваних противником для керування військами і зброєю,*
- шляхом *пеленгування випромінювання даних засобів із метою визначення їх місця розташування.*

Радіотехнічна розвідка ведеться:

- спеціальними станціями радіотехнічної розвідки,
- станціями безпосередньої радіотехнічної розвідки (станціями попередження про опромінювання),
- вбудованими каналами розвідки станцій активних перешкод.

## Радіолокаційна розвідка

Радіолокаційна розвідка ведеться *шляхом пошуку, виявлення і спостереження космічних, повітряних, наземних і морських радіолокаційно-контрастних об'єктів противника.*

Радіолокаційна розвідка ведеться радіолокаційними станціями.

# Сили і засоби РЕБ авіації ПС

В авіації ПС для вирішення задач радіоелектронної боротьби призначені авіаційні підрозділи та наземні частини РЕБ. Крім спеціальних частин і підрозділів РЕБ для рішення задач РЕБ можуть притягуватись ще і засоби РЕБ авіаційних частин.

Задачі РЕБ вирішуються із застосуванням *бортових і наземних станцій активних перешкод (АП), бортових пристроїв викидання (відстрілювання) витратних засобів пасивних перешкод (ПП) та інфрачервоних перешкод, ракет класу “повітря – РЛС”, які самонаводяться на їх радіовипромінювання.*

Відповідно до їх призначення бортові авіаційні засоби РЕБ поділяються на *групові і індивідуальні.*

Групові засоби РЕБ призначені *для дезорганізації управління противника шляхом придушення перешкодами або вогневого враження його радіоелектронних систем управління військами і зброєю ППО, авіацією та технічними засобами РЕБ.*

Індивідуальні засоби РЕБ призначені *для захисту літальних апаратів від їх виявлення і враження засобами ППО та винищувачами противника шляхом порушення роботи радіоелектронних систем управління зброєю.*



### Бортові групові засоби РЕБ:

- станції безпосередньої розвідки та аналізу;
- станції активних перешкод;
- пристрої викидання, відстрілювання;
- ракети класу “повітря-РЛС”;
- передавачі одноразового використання.

### Бортові індивідуальні засоби РЕБ:

- станції безпосередньої розвідки;
- станції активних перешкод;
- пристрої викидання, відстрілювання;
- станції оптико-електронного подавлення;
- протирадіолокаційні ракети та патрони;
- екрануючі вихлопні пристрої вертольотів.

### Наземні засоби РЕП:

- станції радіорозвідки та радіолокаційної розвідки;
- станції активних перешкод РЛС;
- станції активних перешкод засобам радіозв'язку, радіонавігації та радіолокації;
- станції активних перешкод засобам високоточної зброї.

### Наземні засоби маскуваня:

- кутникові відбивачі;
- поглинаючі покриття та щити;
- маскувальні сітки;
- імітатори техніки;
- дими, аерозолі.

# Засоби РЕБ авіації ПС

## Бортові

## Наземні

### Групові

Ст. без. роз., анал.

Ст. активн. пер.

Пр. вик., відстр

Рак. "пов.-РЛС"

Перед. одн. викор.

Аппаратура управління.

### Індивідуальні

Ст. безп. розвідки.

Ст. активн. пер.

Пр. вик., відстр.

Ст. ОЕП

ПРРак. ПРПатр

Екр. вихл. прис.

Аппаратура управління.

### Засоби РЕП

Ст. РР, РЛР

Ст. акт. пер. РЛС

САП Р, РН, РЛ

САП ВТЗ

Аппаратура управління.

### Засоби маскув\_

Кутникові відб.

Погл. пок, щити

Маск. сітки

Імітат. техніки

Дими, аерозолі

\*

## 2. Бортове обладнання групового захисту

В авіації ПС ЗСУ бортовими засобами РЕБ групового захисту оснащені:

1. Вертольоти РЕБ Мі-8ППА (станції активних перешкод для РЛС виявлення, наведення і цілевказання).
2. Вертольоти РЕБ Мі-8СМВ (станції активних перешкод для РЛС підсвітлювання цілі і РГС ракет ЗРК “У. Хок”).
3. Бойові літаки та вертольоти, які можуть застосовувати:
  - удавані теплові цілі ЛІ-250 (літаки МіГ-29, Су-24, Су-27 та ін., які можуть транспортувати контейнери КМГ-У);
  - некеруємі ракети-постановники пасивних перешкод С-8П;
  - ракети Р-58У класу “повітря-РЛС” (літаки Су-24М).

У складі обладнання літаків (за винятком Су-24 – станція “Філін”) та вертольотів авіації ПС відсутні бортові станції радіотехнічної розвідки.

В станціях активних перешкод літаків МіГ-29, Су-24 і Су-27 є вбудовані приймачі для безпосередньої розвідки працюючих РЛС ВНЦ та управління зброєю противника.

# Станції активних перешкод

## Вертольот Мі-8ППА

Вертольот РЕБ Мі-8ППА призначений для забезпечення бойових дій авіації шляхом створення активних перешкод РЛС ВНЦ противника *із зон баражування над своєю територією*. Перешкоди створюються в трьох різних діапазонах довжин хвиль:

- в 10-сантиметровому діапазоні станцією СПС-63 “Азалія” (2 комплекти),
- в 23-сантиметровому діапазоні станцією СПС-66 “Азалія”,
- в метровому діапазоні станцією СПС-5М2 “Фасоль”.

***Об'єктами радіоелектронного подавлення засобами РЕБ вертольотів Мі-8ППА являються РЛС виявлення, наведення і цілевказання.***

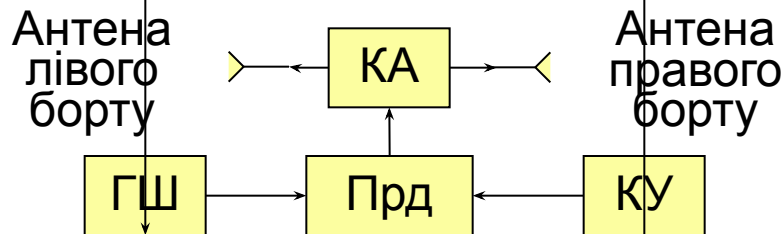
Утруднення виявлення повітряних цілей, дезорганізація оповіщення і розподілення цілей досягається завдяки:

- а) створенню активних перешкод в усіх частотних діапазонах роботи РЛС ВНЦ,
- б) широкому частотному діапазону станцій СПС-63 і СПС-66,
- в) високому енергетичному потенціалу станцій СПС-63 і СПС-66 і структурою активних перешкод, які створюються ними.

## Станції перешкод СПС-63, СПС-66

Станції перешкод СПС-63, СПС-66 створюють перешкоди шляхом випромінювання високочастотних безперервних сигналів, які модульовані по частоті високочастотним шумом. Ці сигнали перешкод випромінюються з лівого або з правого борту в напрямку перпендикуляру до осі вертольоту і найбільш ефективні в межах секторів  $\pm 15^\circ$  по горизонталі і  $\pm (4 \dots 8)^\circ$  по вертикалі. До складу кожної із станцій входить 2 передавача перешкод потужністю не менше 250 Вт кожен.

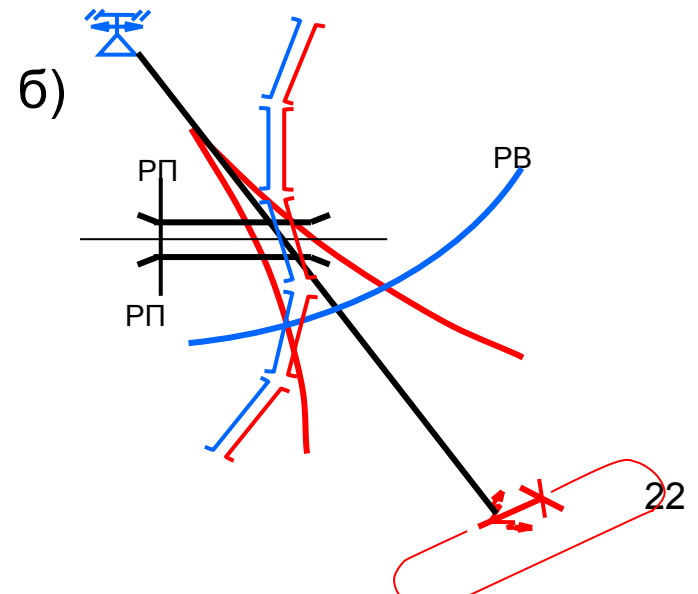
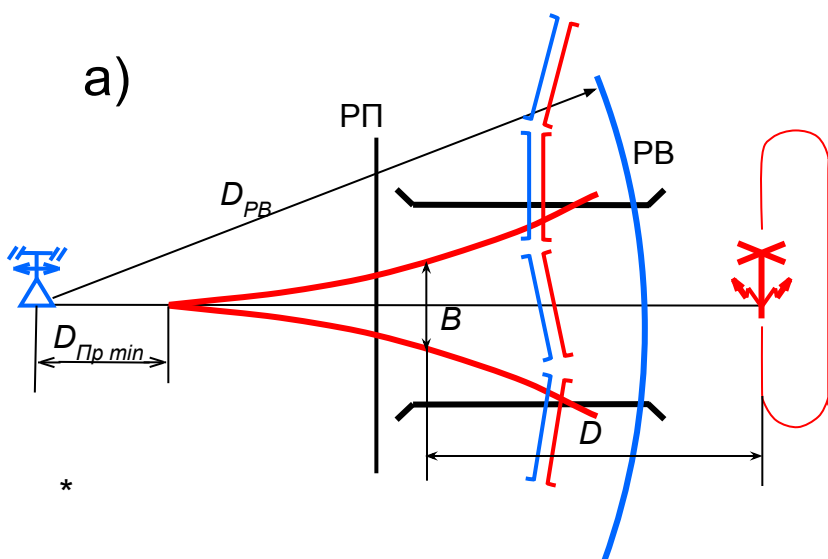
У складі станцій перешкод і бортового РЕО вертольоту *відсутні розвідувальні приймачі* для виявлення і визначення характеристик працюючих РЛС ВНЦ. Тому ці станції створюють тільки *неприцільні по частоті перешкоди*.



КА – комутатор антен,  
Прд - передавач,  
ГШ – генератор шуму,  
КУ – канал управління.

# Зона подавлення РЛС ВНЦ

Зона подавлення має форму клина (червоного кольору), симетричного відносно лінії вертоліт-РЛС. Зона баражування призначається на відстані, більшій за рубіж виявлення (РВ) РЛС, що подавлюється і так, щоб зона подавлення прикривала призначений коридор (чорного кольору) прольоту через лінію бойового зіткнення та щоб баражування здійснювалось над своєю територією поза зоною враження засобів ППО противника. Зона баражування повинна бути перпендикулярною до лінії вертоліт-РЛС. При збільшенні відстані прикриття  $D$  ширина  $B$  зони прикриття зменшується і, починаючи з відстані  $D_{Пр min}$  від РЛС, прикриття перешкодами неефективне. Потрібний рубіж прикриття (РП) повинен охоплювати весь коридор прольоту. При подавленні фронтальної РЛС (а) прикриття одним вертольотом більш ефективно, ніж при подавленні флангової РЛС (б). Щоб прикрити перешкодами весь коридор, може знадобитись кілька вертольотів.



# Вертольот Мі-8СМВ

Вертольот РЕБ Мі-8СМВ призначений для забезпечення бойових дій авіації шляхом створення активних перешкод РЛС СПЦ та радіолокаційним голівкам самонаведення ракет ЗРК “Хок” та “У.Хок” із зон баражування над своєю територією.

*Об'єктами радіоелектронного подавлення засобами РЕБ вертольотів Мі-8СМВ являються РЛС супроводження і підсвітлювання цілей та радіолокаційні голівки самонаведення ракет ЗРК “Хок” та “У.Хок”.*

Активні перешкоди для РЛС і РГС створюються шляхом ретрансляції зондуючих сигналів (сигналів підсвітлювання) з додатковим зміщенням частоти, що призводить до неможливості пуску ракет або зриває супроводження цілей РГС пущених ракет.

## Станція перешкод СПС-88

Станція СПС-88 “Смальта” створює шумові перешкоди в 3-сантиметровому діапазоні у відповідь і в тому напрямку, з якого надійшов сигнал РЛС. При цьому також створюються перешкоди всім РЛС, які опинились в межах головного пелюстка її діаграми спрямованості. Випромінювана потужність ділиться між цими РЛС, тому потужність сигналів перешкод кожній РЛС зменшується.

В зоні враження ЗРК через дію перешкод від станції СПС-88 з'являється *зона невраження* в вигляді клина шириною  $\alpha_n$  (слайд 27). Ширина зони невраження і її відстань  $D_{min}$  від позиції ЗРК залежать в основному від відстані  $D$  між вертольотом і позицією ЗРК та від кількості РЛС  $N$ , які опинились в зоні дії станції СПС-88 (в межах головного пелюстка діаграми спрямованості її антени). Ці обставини не дуже впливають на ширину зони невраження, тому при розрахунках вважають, що її ширина становить  $\pm 20^\circ$ ; вона симетрична відносно лінії, що з'єднує позицію батареї ЗРК і вертольот Мі-8СМВ. Внаслідок дії перешкод нижня границя зони враження ЗРК піднімається до висоти 800 ... 1000 метрів на відстані 4 ... 5 км від ЗРК і до 4000 метрів на відстані 10 км.



Станція СПС-88 має прийомну і передаючі антенні системи, які забезпечують створення перешкод по лівому або по правому борту в межах  $\pm 11^\circ$  по горизонталі і  $\pm 4^\circ$  по вертикалі відносно поперечної осі вертольоту. Тому положення осі зони баражування повинне бути таким, щоб азимут ЗРК, якому створюються перешкоди, був в межах  $(80 \dots 100)^\circ$  або  $(260 \dots 280)^\circ$ , а висота баражування становила  $H = 0.03D$  над рівниною і не більше  $H = 0.07D$  над пересіченою місцевістю. Баражування здійснюється над своєю територією на відстані, яка не менше 45 км від ЗРК (з міркувань безпеки).

Основними режимами роботи станцій перешкод СПС-88 являються режими ПРИЙОМ і РЕТРАНСЛЯЦІЯ. В режимі ПРИЙОМ здійснюється виявлення РЛС підсвітлювання цілі і визначення її азимута. В режимі РЕТРАНСЛЯЦІЯ здійснюється прийом сигналів підсвітлювання кожної з РЛС, які опинились в зоні дії СПС-88, і створення перешкод в зворотному напрямку.

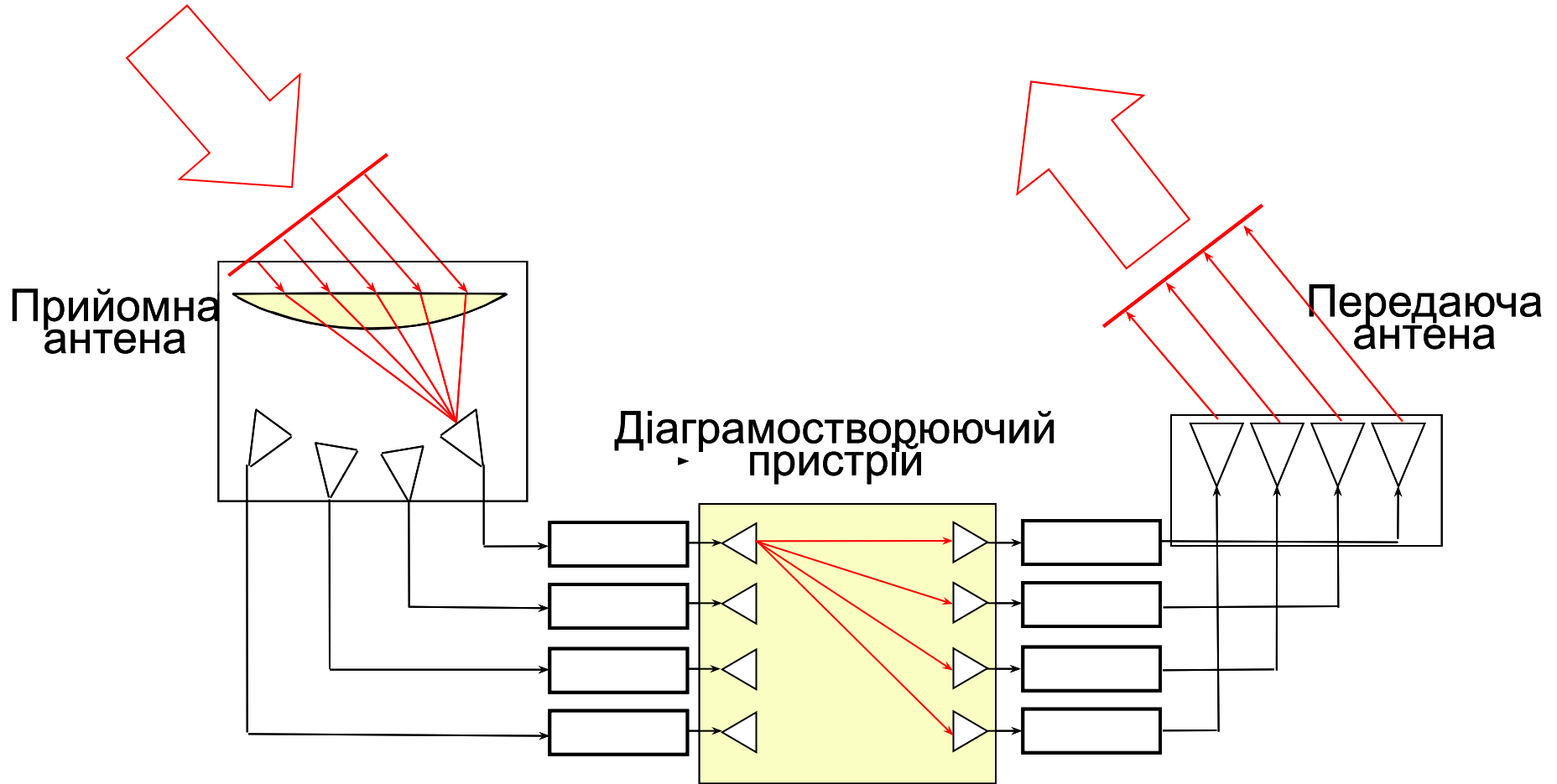
Управління напрямком постановки перешкод забезпечує конструкція антенно-фідерної системи.

Прийомна антена крім лінзи включає 4 прийомні рупорні антени, що забезпечує визначення напрямку на працюючу РЛС.

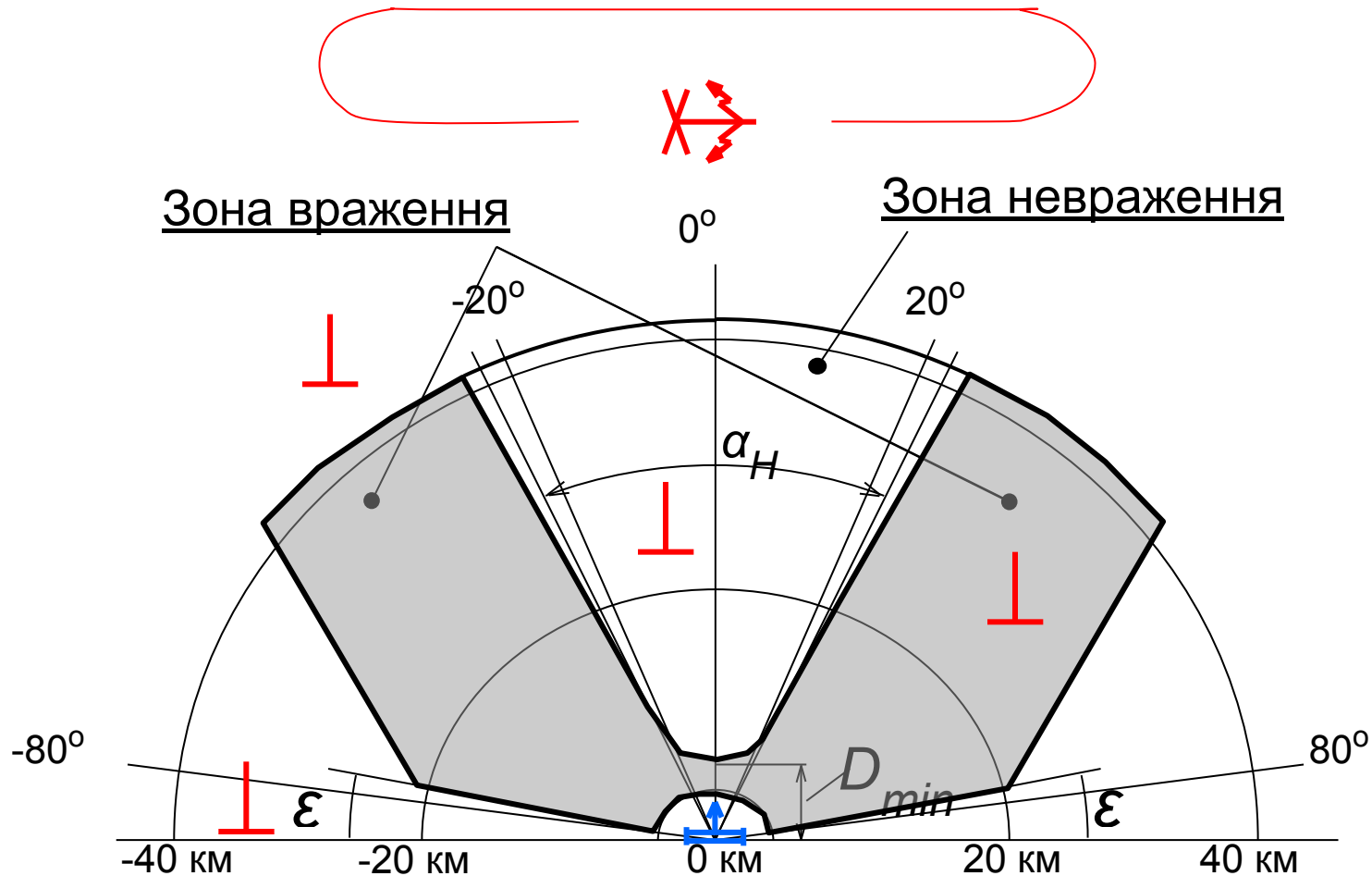
Діаграмостворюючий пристрій відповідно відстаням від опромінюючого рупора до кожного з 4-х його прийомних рупорів забезпечує співвідношення фаз сигналів 4-х рупорів передаючої антени, при якому сигнал перешкоди на відповідь випромінюється в тому напрямку, з якого надходить випромінювання РЛС.

В кожному з 4-х каналів є підсилювачі прийнятих сигналів і пристрої формування і введення перешкод в сигнали, що будуть випромінюватись.

# Управління напрямком постановки перешкод



# Зона враження ЗРК "У. Хок"



Мінімальна швидкість зближення  $V_{min} = 45 \text{ м/с}$  (162 км/год)

# Створення активних перешкод із зон баражування

## Переваги :

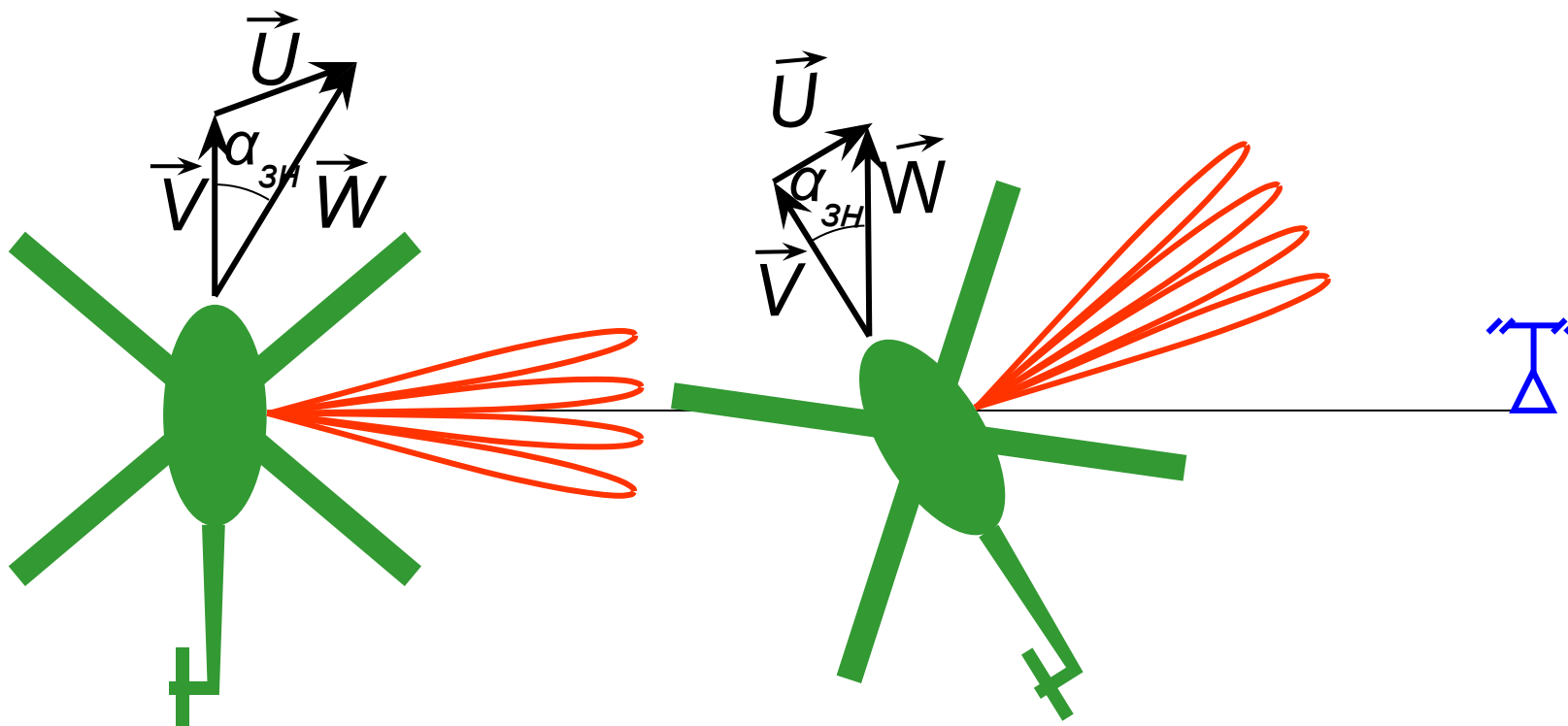
- літаки, що прикриваються, не демаскуються випромінюванням постановників перешкод,
- можливість прикриття різнотипних літаків,
- зона подавлення може використовуватись багаторазово,
- мала уразливість постановника перешкод (ПП) у випадку баражування над своєю територією.

## Недоліки :

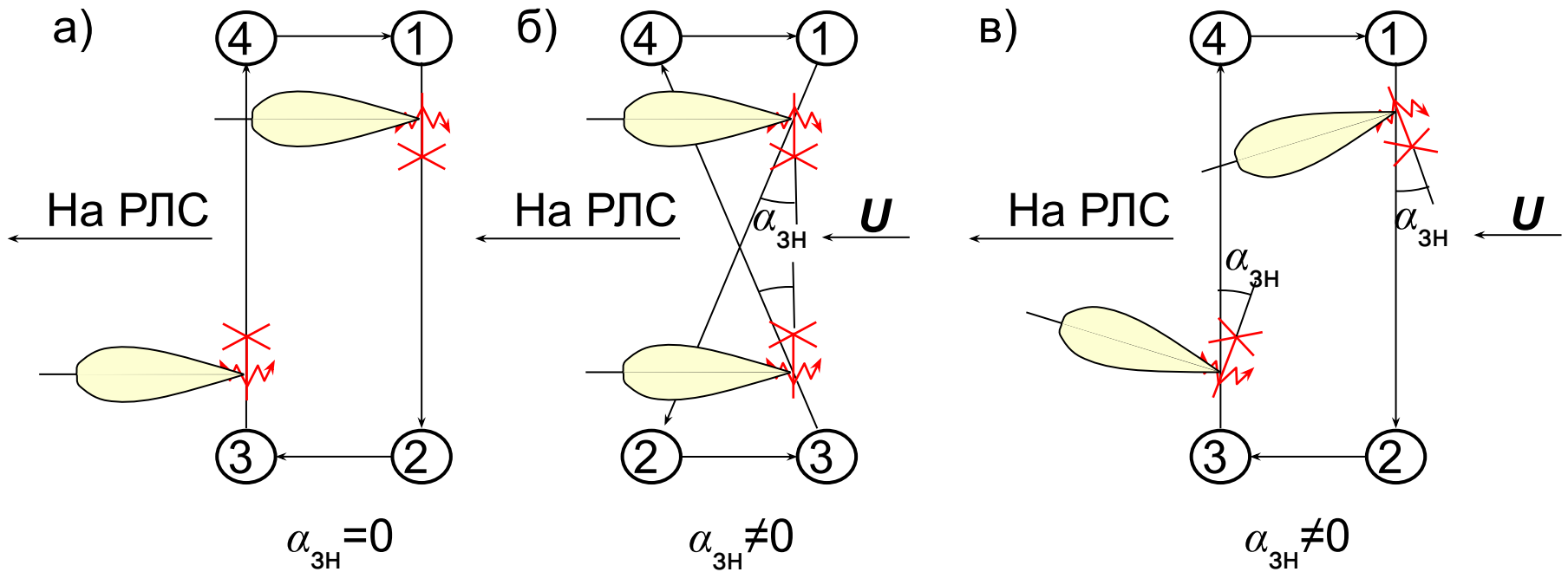
- мала глибина впливу перешкод на радіоелектронні засоби противника,
- складність організації взаємодії ПП і груп літаків, що прикриваються,
- велика ймовірність ураження ПП засобами ППО в разі баражування у зонах над територією противника;
- труднощі при забезпеченні електромагнітного захисту бортових і наземних радіоелектронних засобів.

# Особливості пілотування вертольотів при постановці перешкод

На бойовому курсі компенсація зносу вертольоту боковим вітром не здійснюється для збереження просторової умови подавлення РЛС – тобто орієнтації ДСА в напрямку РЛС.

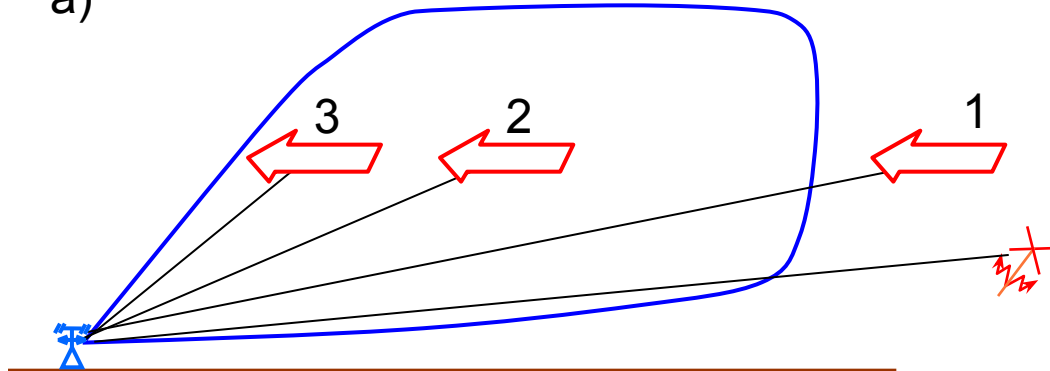


При боковому вітрі  $U$  компенсація зносу вертольоту здійснюється при розворотах на протилежний курс в кінці зони баражування (б). Якщо компенсувати знос вертольоту звичайним способом, тобто доворотом на кут зносу  $\alpha_{3H}$  у протилежному напрямку (в), то порушиться просторова умова – РЛС вийде з головного пелюстка ДСА антени станції перешкод.

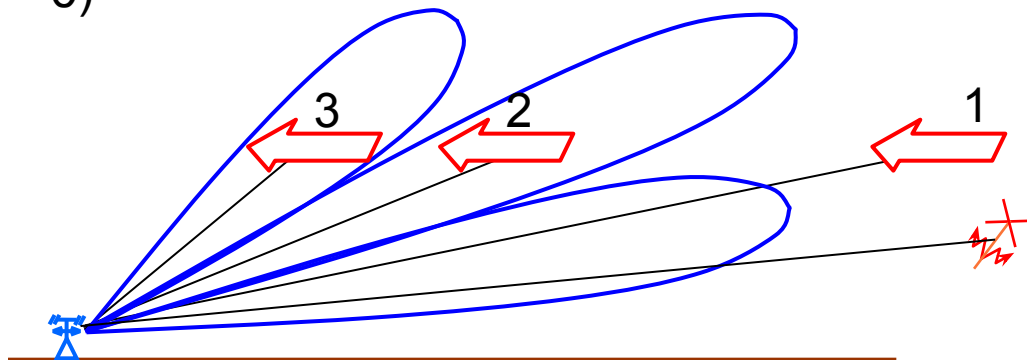


# Постановка перешкод однопроменевим і багатопроменевим РЛС

а)



б)



При постановці перешкод однопроменевим РЛС незалежно від висот вертольоту і бойового порядку сигнали цілей і перешкоди попадають в один прийомний канал РЛС.

Якщо РЛС багатопроменева у вертикальній площині, то висоту баражування вертольоту треба узгоджувати з висотою польоту і поточним положенням бойового порядку.

# Засоби створення пасивних та інфрачервоних перешкод

Пасивні перешкоди створюються хмарами напівхвильових дипольних відбивачів шляхом резонансного перевипромінювання зондуючих сигналів РЛС кожним диполем. Напівхвильовими дипольними відбивачами являються стрічки фольги або металізовані голки із скловолокна відповідного розміру. Диполі попередньо пакуються в пачки.

Для створення хмар шляхом викидання або відстрілювання пачок застосовують автомати викидання. Органи управління автомату викидання дозволяють встановлювати потрібний режим викидання – одиночними пачками чи залпами, серіями залпів. Після розкриття пачок диполі розсіюються і швидко гублять початкову швидкість скидання, тому хмари диполів імітують практично *нерухомі цілі* і можуть тільки маскувати рухомі цілі.

Інфрачервоні пастки групового захисту ЛІ-250 являються джерелами потужного ІЧ випромінювання в діапазоні робочих хвиль ТГС ракет. Вони скидаються на парашутах для прикриття бойових порядків від враження ракетами з ТГС класів “земля-повітря” або “корабель-повітря”.



# Ракети, самонавідні на випромінювання

Самонавідні на випромінювання ракети Р-58У з пасивними РГС призначені для враження наземних (корабельних) працюючих РЛС.

Ракети Х-58У призначені для застосування з літаків МіГ-25, МіГ-27, Су-17, Су-22, Су-24, Су-25, Су-30, Су-34, Су-35 для враження РЛС ЗРК „У.Хок”. Система наведення комбінована. Впродовж 5 с після пуску здійснюється автономне управління польотом, після чого починається самонаведення на випромінювання РЛС методом пропорційного зближення. Політ здійснюється на швидкості 450...600 м/с. Дальність пуску – 120 км (з літака МіГ-25БМ – 200 км).

Бортове обладнання носія ракети включає станцію розвідки - пасивну РЛС, яка виявляє працюючі РЛС ППО противника, визначає їх пеленги і здійснює цілевказання ракеті по напрямку і частоті.

Для визначення моменту пуску ракети крім пеленгу необхідно знати дальність РЛС. Методи визначення дальності:

- по орієнтиру,
- базовий,
- кутомістний.

# 3. Бортові обладнання індивідуального захисту

Бортові засоби індивідуального захисту літака (вертольоту) призначені для його захисту від враження атакуючими засобами ППО – винищувачами, зенітно-ракетними та зенітно-ствольними комплексами – шляхом постановки активних та пасивних перешкод для порушення роботи радіоелектронних систем управління зброєю атакуючого винищувача, ЗРК чи ЗСК.

При узгодженій роботі засобів постановки перешкод двох літаків забезпечується їх взаємний захист.

**Об'єкти радіоелектронного подавлення індивідуальними засобами РЕБ:**

- а) РЛС ЗРК супроводження і підсвітлювання цілей;
- б) бортові РЛС винищувачів;
- в) РЛС наведення зенітних ствольних комплексів;
- г) радіодальноміри ЗРК та ЗСК;
- д) інфрачервоні та лазерні приціли наземних (корабельних) комплексів і винищувачів;
- е) голівки самонаведення ракет;
- ж) радіопідірвачі.



## 4. Індивідуальні засоби РЕБ авіації ПС

1. Станції безпосередньої радіоелектронної розвідки і попередження екіпажів про опромінювання РЛС управління зброєю та пуск ракет СПО-10, СПО-15, “Мак-УЛ”, “Огоньок”;
2. Станції і передавачі активних перешкод радіоелектронним засобам управління зброєю СПС-141 (-142, -143), СПС-151 (-152, -153), СПС-161 (-162), СПС-171 (-172), “Гарденія”, “Сорбція”;
3. Пристрої типу АСО-2, АПП-22, АПП-50, КДС-16, КДС-155, КД-Е7Р для викидання (відстрілювання) протирадіолокаційних та протиінфрачервоних патронів;
4. Авіаційні гармати калібру 23 та 30 мм, блоки пуску некеруємих ракет калібру 8 см;
5. Витрачаємі засоби РЕБ - піропатрони ПРП-26, ПРП-50, ППІ-26, ППІ-50, протирадіолокаційні снаряди ПРЛ-23, ПРЛ-30, протиінфрачервоні снаряди ПІКС-23, протирадіолокаційні ракети С-8П;
6. Апаратура управління та відображення інформації (індикації).

# Станції попередження про опромінювання

## призначені

для попередження про опромінювання літака (вертольота) радіолокаційними станціями ЗРК та ЗСК, бортовими РЛС винищувачів і видачі інформації на застосування засобів РЕБ та виконання протиракетного, протизенітного і противинищувального маневрів.

## забезпечують:

- виявлення опромінювання,
- звукову та світлову сигналізацію,
- визначення напрямку на джерела опромінювання,
- виділення найбільш небезпечного джерела опромінювання,
- визначення режиму роботи найбільш небезпечної РЛС,
- визначення пеленгу головної цілі,
- визначення і індикацію зони враження головної цілі,
- визначення і індикацію динаміки зближення з головною ціллю,
- виявлення і індикацію пуску ракет і динаміки зближення з ними,
- вихід на РЛС для її візуального виявлення.

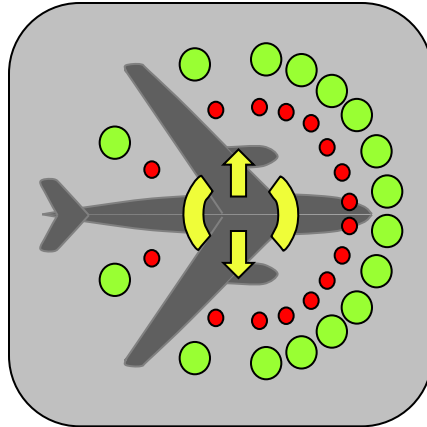
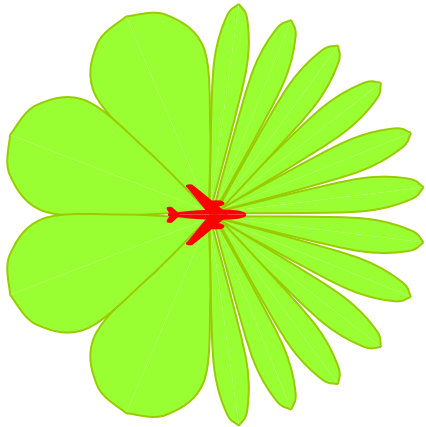
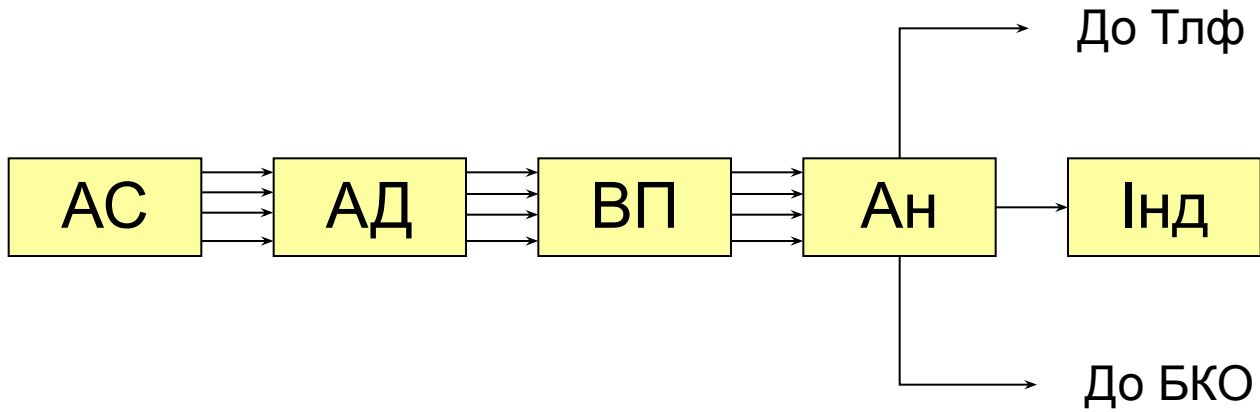
## дозволяють виявляти РЛС, які працюють:

- в безперервному режимі,
- в квазібезперервному режимі,
- в імпульсному режимі.

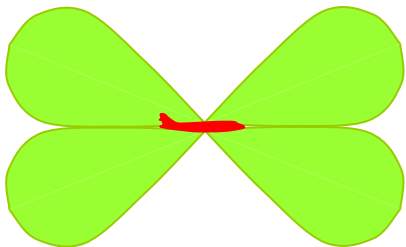
# Принципи побудови СПО

Багатопелюсткова (зеленого кольору) по горизонталі і двохпелюсткова по вертикалі антенна система (АС) СПО і багатоканальний приймач прямого підсилення (амплітудний детектор АД та відеопідсилювач ВП) і аналізатор (Ан) забезпечують виявлення і визначення напрямку на працюючу РЛС управління зброєю атакуючих засобів ППО. Аналіз параметрів прийнятих зондуючих сигналів дозволяє встановити тип носіїв РЛС і режими їх роботи. Ця інформація дозволяє з усіх атакуючих засобів ППО встановити найбільш небезпечний для організації відповідної протидії.

Отримана інформація видається у вигляді звукового сигналу попередження в телефони екіпажу, на світове індикаторне табло (Ін) і в бортовий комплекс оборони (БКО) для автоматизованого управління бортовими засобами протидії.



АС – антенна система,  
 АД – амплітудні детектори,  
 ВП – відеопідсилючі,  
 Ан – аналізатор,  
 Інд – індикатор.



\*

# Теплопеленгатор

Теплопеленгатор “Мак-УЛ” призначений для виявлення керованих ракет класу “повітря – повітря” при їх польоті в верхній напівсфері в секторі  $\pm 60^\circ$ , які атакують літак з ПНС або з ЗНС. Він здійснює пошук джерел інфрачервоного випромінювання в полі розміром  $\pm 20^\circ$  по горизонталі і  $0^\circ \dots 35^\circ$  по вертикалі. Поле пошуку встановлюється в потрібному напрямку по зовнішньому цілевказанню з точністю  $\pm 10^\circ$  за 0.7 сек. Час огляду поля – 1.2 сек. З усіх виявлених ІЧ сигналів виділяються тільки ті, ознаки яких відповідають ІЧ випромінюванню пусків ракет.

# Станції активних перешкод

Станції активних перешкод призначені для індивідуального і взаємного захисту літаків від ураження зенітними керованими ракетами, бортовою зброєю винищувачів та зенітною артилерією шляхом створення перешкод системам наведення ракет і РЛС управління зброєю, які працюють в імпульсному, безперервному та квазібезперервному режимах.

Перешкоди створюються шляхом додаткової модуляції прийнятих зондуючих сигналів РЛС і їх ретрансляції в зворотному напрямку. Характер і параметри сигналів перешкод встановлюються автоматично на основі аналізу прийнятих зондуючих сигналів РЛС і попередньо встановлених та оперативних команд.

Порушення роботи РЛС (РГС) здійснюється спеціально підібраними *комплексами перешкод*, послідовність застосування яких визначається відповідними *програмами*. Комплекси і програми перешкод адаптовані до типу РЛС (РГС), режиму її роботи і конкретної бойової обстановки.



# Комплекси перешкод

Комплекс перешкод є послідовність окремих типів перешкод (наприклад, перешкоди для уведення по дальності та імпульсної перешкоди для порушення роботи імпульсної РЛС або перешкода, що уводить по швидкості, та гребінка доплерівських частот для імпульсно-доплерівської РЛС) або одночасно створюваних перешкод (наприклад, шумової та імпульсної перешкоди).

Для порушення роботи каналу селекції по швидкості застосовуються вузькосмуговий доплерівський шум, перешкоду, що уводить по швидкості, удавані доплерівські частоти та їх комбінації.

Каналу супроводження по дальності ставляться перешкоди, що уводять по дальності вперед або назад, та маскуючі шумові перешкоди, а також їх комбінації.

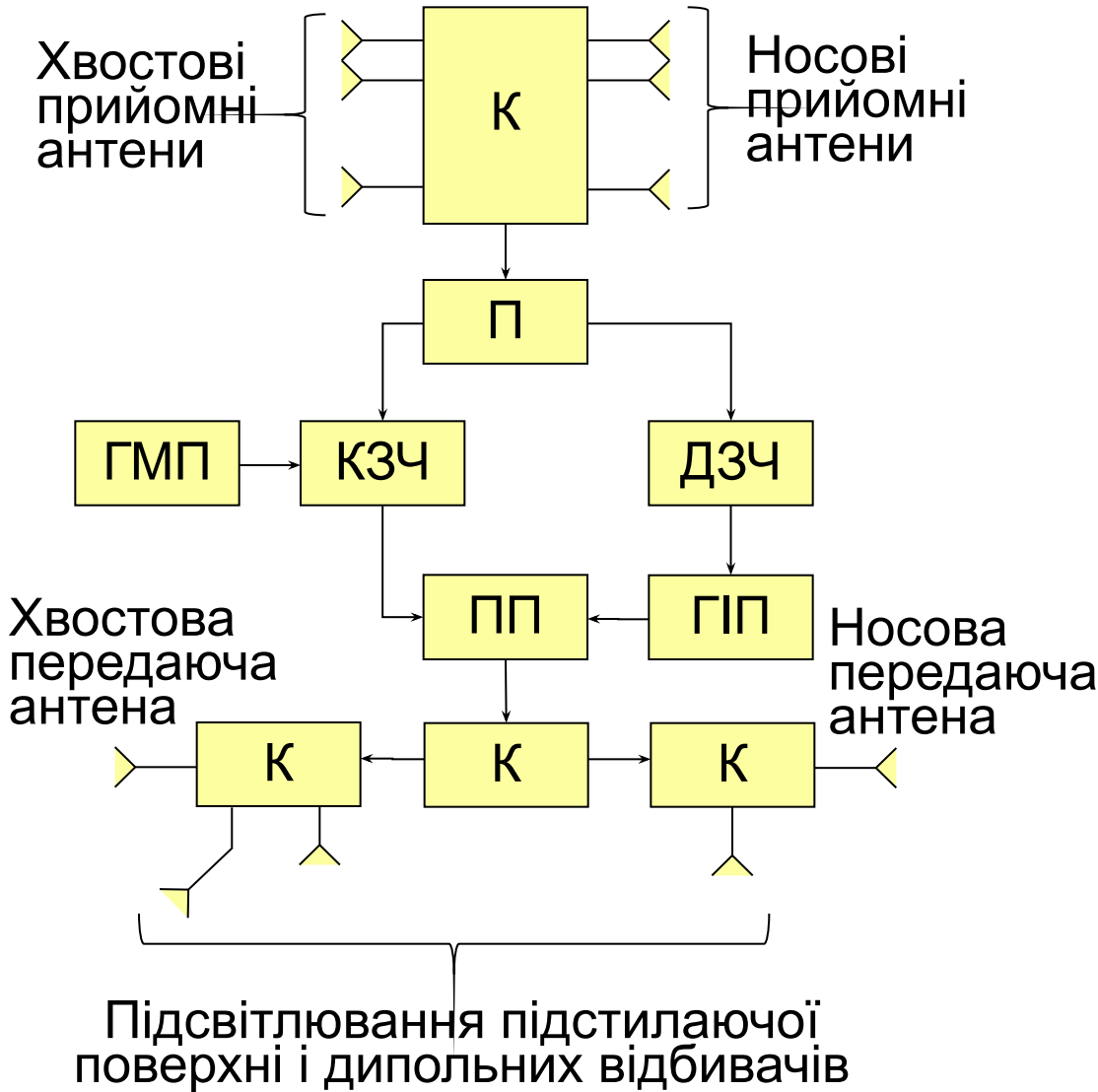
Каналу супроводження за напрямком створюються перешкоди по частоті сканування (“ковзаючі”, з виділенням обвідної або з лінійним скануванням) та імпульсні перешкоди, а для моноімпульсних РЛС (РГС) – блимаючі перешкоди з випромінюванням доплерівського шуму для РЛС з безперервним випромінюванням та імпульсно-доплерівських РЛС або високочастотного шуму для імпульсних РЛС.

# Принципи побудови САП

Багатопелюсткова ДСА створюється комбінацією різнотипних відповідно розміщених в хвостовій і носовій частинах літака прийомних і передаючих антен. Їх сумарна ДСА забезпечує захист літака від атак з будь якого напрямку. ДСА ще двох антен орієнтовані вниз (для створення перешкод від підстилаючої поверхні) і одної антени - вниз і назад (для створення перешкод від хмари дипольних відбивачів). Комутатори (К) підключають відповідні прийомні і передаючі антени до підсилювачів (П) прийнятих зондуючих сигналів РЛС і ретрансльованих сигналів активних перешкод (ПП).

В залежності від потрібного виду перешкод (затриманих відносно відбитих сигналів чи випереджаючих їх) кожен прийнятий зондуючий сигнал надходить в канал короткочасного (ККЗ) або довгочасного (ДЗЧ) запам'ятовування частоти. До короткочасно затриманого зондуючого сигналу з генератора маскуючих перешкод (ГМП) додаються відповідні перешкоди. Довгочасно затриманий зондуючий сигнал запускає генератор імітуючих перешкод (ГІП).

Створені сигнали перешкод підсилюються до потрібної потужності (ПП) і випромінюються тою передаючою антеною, ДСА якої орієнтована як і ДСА прийомної антени, або передаючою антеною, ДСА якої орієнтована на підстилаючу поверхню чи на хмару дипольних відбивачів.



К – комутатор,  
 П – підсилювачі,  
 ГМП, ГІП – генератори маскуючих та імітуючих перешкод,  
 КЗЧ, ДЗЧ – короткочасний та довгочасний запам'ятовувач частоти  
 ПП – підсилювачі потужності

\*

# Станція активних інфрачервоних перешкод

Станція активних інфрачервоних перешкод УМП-В1А “Іспанка” призначена для індивідуального захисту вертольотів від враження ракетами з ТГС. Для порушення роботи координатора ракети вона створює інфрачервоні перешкоди, модульовані по амплітуді з частотою сканування ГСН.

# Засоби створення пасивних перешкод

Для подавлення РЛС управління зброєю винищувачів, ЗРК та ЗСК можуть застосовуватись пасивні перешкоди, які створюються шляхом розсіювання напівхвильових дипольних відбивачів за допомогою пристроїв для їх викидання або відстрілювання.

Пасивні перешкоди застосовуються для створення удаваних радіолокаційних цілей (УРЦ). Їх можна використовувати для маскування дійсних цілей і для зриву атаки реальної цілі шляхом перенацілювання слідкуючих систем РЛС управління зброєю на такі удавані радіолокаційні цілі.

Інфрачервоні перешкоди імітують теплові цілі, які порушують роботу координаторів теплових голівок самонаведення (ТГС) ракет атакуючих засобів ППО. Постановка інфрачервоних перешкод здійснюється шляхом спалювання спеціальних піротехнічних сумішей.

Індивідуальний захист літаків шляхом постановки пасивних та інфрачервоних перешкод здійснюється автоматами викидання перешкод (АВП), некерованими ракетами (НР) і артилерійськими снарядами (АС).

# Бортові комплекси оборони

На літаках третього і попередніх поколінь засоби РЕБ функціонували тільки автономно. Порядок їх застосування, режими та конкретні параметри задавались екіпажем вручну.

На літаках четвертого і наступних поколінь наявні засоби РЕБ об'єднуються в єдину автоматизовану систему – бортовий комплекс оборони, до складу якого входять:

- інформаційна підсистема (станції попередження про опромінювання, теплопеленгатори),
- виконавча підсистема (засоби постановки активних, пасивних та інфрачервоних перешкод),
- система управління, основною складовою якої є спеціалізована ЕОМ.

Комплекси засобів індивідуального захисту – бортові комплекси оборони (БКО) - для різних типів літаків і навіть для літаків одного типу, але різних модифікацій чи різних років виготовлення відрізняються як складом, так і типом встановлених засобів РЕБ та алгоритмами їх застосування.

# 5. Радіоелектронний захист бортового РЕО

## Організаційні заходи РЕЗ

### Захист від радіоелектронної розвідки

Способи захисту від радіоелектронної розвідки:

1. Приховування – усунення чи недопущення прояву властивих об'єктам демаскуючих ознак. Досягається:

- власною *скритністю* об'єкту;
- усуненням чи недопущенням прояви *демаскуючих ознак*;
- *обмеженнями* (просторовими, часовими, частотними, територіальними, енергетичними, кількісними);
- *маскуванням*.

2. Технічна дезінформація – утруднення розпізнавання дійсних об'єктів, їх місцеположення, стану, ТТХ, режимів роботи, імітація удаваних режимів роботи дійсних об'єктів, створення удаваних об'єктів та імітація їх роботи. Досягається:

- створенням і роботою *удаваних об'єктів*,
- *легендуванням*.

3. Спецзахист – усунення можливості несанкціонованого доступу до інформації.

# Захист від активних перешкод

Захист від активних перешкод базується на використанні відмінностей в характеристиках корисних і перешкодових сигналів.

1. *Енергетична селекція* досягається підвищенням енергетичного потенціалу РЕЗ, тобто “силовим” подоланням перешкоди.

2. *Просторова селекція* досягається:

- звуженням головного пелюстка діаграми спрямованості антени (збільшенням коефіцієнту підсилення);
- зменшенням рівня бокових пелюстків ДСА;
- ослабленням перешкод, що приймаються по боковим пелюсткам, шляхом багатоканальної обробки.

3. *Поляризаційна селекція* – метод захисту РЕЗ від перешкод з регулярною поляризацією. При цьому методі треба, щоб вектор поляризації сигналу був ортогональним до вектору поляризації перешкоди, що досягається відповідними технічними рішеннями в радіоелектронних системах.

4. *Частотно-часова селекція*.

5. *Структурна селекція*.

6. *Перешкодостійкі алгоритми* обробки сигналів та інформації.



# Захист від пасивних перешкод

Захист від маскуючих пасивних перешкод полягає у використанні їх відмінностей від корисних сигналів:

По-перше, більшість цілей – точкові об'єкти, а джерела пасивних перешкод – просторово розподілені. Захист від дії таких перешкод забезпечується *просторовою селекцією*.

По-друге, існують відмінності поляризаційних характеристик корисних і перешкодових сигналів. Захист від дії таких перешкод забезпечується *поляризаційною селекцією*.

По-третє, переважна більшість джерел пасивних перешкод нерухома або малорухома. Захист від дії таких перешкод забезпечується *селекцією рухомих цілей*.

# Захист від високоточної зброї

Активними методами захист РЕЗ від враженн ВТЗ здійснюється

- знищенням самонавідної зброї,
- порушенням нормального функціонування її системи самонаведення за допомогою випромінювань:
  - передчасний підрив снарядів під впливом випромінювань, що діють на неконтактні радіопідірвачі снарядів;
  - використання маскуючих, імітуючих і відволікаючих заважаючих випромінювань.

Пасивні методи знижують ефективність самонавідної зброї шляхом удосконалення РЕЗ і способів їх бойового застосування.

# Захист від самонавідної на випромінювання зброї

1. Підвищення *стійкості* радіоелектронних засобів до *уразливих факторів* самонавідної зброї:

- спеціальна конструкція антенних систем,
- винос антен відносно основної апаратури,
- інженерне обладнанням позицій.

2. Збільшення *енергетичної і просторової прихованості*:

- використанням мінімально необхідних потужностей випромінювань,
- зменшенням ширини головного і рівня бокових пелюстків ДСА,
- застосуванням широкосмугових сигналів,
- компенсацією сигналів, що випромінюються по боковим пелюсткам,
- усуненням або зменшенням паразитного випромінювання.

3. *Зміна часових режимів* функціонування радіоелектронних засобів:

- максимальне скорочення часу роботи на випромінювання,
- повне виключення засобу, що атакується,
- виключення засобу в секторі, що відповідає орієнтації головного пелюстка його ДСА в напрямку на засіб ураження, який наводиться тільки по головному пелюстку діаграми спрямованості антени засобу;
- позмінна робота двох однотипних радіоелектронних засобів, які рознесені на певну базу.

# Захист від електромагнітного та іонізуючого випромінювань

До основних чинників ядерного вибуху, що впливають на працездатність радіоелектронних засобів, відносять *проникаючу радіацію і електромагнітний імпульс (ЕМІ)*.

Захист від іонізуючих випромінювань базується на використанні тих засобів, вплив на які по частотним діапазонам або по просторовому розташуванню є мінімальним.

Захист від електромагнітних випромінювань зводиться, в основному, до виключення впливу високих напруг і струмів, наведених ЕМІ.

Технічні методи захисту від ЕМІ:

- екранування апаратури і якісне з'єднання екранів, оболонок кабелів з контуром заземлення;
- оптимальний монтаж схем, вузлів і блоків апаратури;
- використання комплектуючих елементів з підвищеною стійкістю до дії ЕМІ;
- застосування схем або пристроїв, що обмежують величину сигналів або блокують апаратуру на час дії ЕМІ;
- використання симетричних кабельних ліній, зменшення відстаней між підсилюючими пунктами, відключення зовнішніх ліній і перехід на автономне електроживлення.

# Захист від взаємних перешкод

Захист радіоелектронних засобів від взаємних перешкод (електромагнітна сумісність - ЕМС) – це сукупність узгоджених за метою, завданням, місцю і часу організаційних і технічних заходів по запобіганню і виключенню взаємного впливу радіоелектронних засобів з метою надійного і безперервного управління військами і зброєю.

Основні напрямки забезпечення електромагнітної сумісності:

- раціональний розподіл, а при необхідності - і перерозподіл *діапазонів частот* між засобами різних типів з урахуванням їх відносної важливості, вирішуваних ними завдань і реальних або очікуваних умов сумісної роботи;
- опанування *новими ділянками радіочастотного діапазону*;
- розробка технічних заходів, які спрямовані на *запобігання причин виникнення ненавмисних перешкод*, і реалізація їх в радіоелектронній апаратурі;
- розробка і практична реалізація *організаційних заходів*, які направлені на забезпечення ЕМС радіоелектронних засобів.

# Технічні заходи РЕЗ

Технічні заходи РЕЗ зводяться до раціонального використання в конкретній ситуації закладених в конструкцію радіоелектронних систем та окремих засобів способів їх захисту від дії перешкод.

В радіоелектронних системах (комплексах) захист забезпечується вибором відповідних режимів роботи системи та алгоритмів управління, обробки і використання інформації.

В радіоелектронних засобах та пристроях захист забезпечується вибором режимів роботи та закладених в конструкцію способів амплітудної, частотної, часової, поляризаційної, просторової та структурної селекції корисних сигналів.

Захист РЕЗ від активних і пасивних перешкод технічними методами здійснюється:

- створенням умов, які виключають порушення нормального режиму приймальних пристроїв РЕЗ при дії перешкод;
- виділенням інформативних сигналів із перешкод;
- врахуванням особливостей формування імітуючих перешкод і їх впливу на системи супроводження цілей по дальності, швидкості і кутовим координатам;
- використанням сигналів перешкод для отримання інформації про координати носіїв перешкод і наведення на них засобів ураження.

# Питання для самоконтролю

1. Визначення РЕБ.
2. Складові РЕБ.
3. Способи радіоелектронного подавлення РЕЗ противника.
4. Способи радіоелектронного захисту своїх РЕЗ.
5. Засоби групового захисту авіації ПС.
6. Засоби індивідуального захисту авіації ПС.

# Завдання на самостійну роботу

1. Конспект по темі заняття доповнити матеріалом з навчального посібника і рекомендованих підручників.
2. Презентація Р і РЕБ.ppt.
3. Радиоэлектронное оборудование. Под ред. В.М. Сидорина. – М.: Воениздат, 1990, с. 248-267.
4. О.В.Власов, И.В.Смокин. Радиооборудование летательных аппаратов. – М.: Воениздат, 1971, с. 325-351.
5. В.А.Войчук, В.І.Романенко, Д.В.Васягін. Експлуатація й ремонт радіоелектронного обладнання літаків, вертольотів та авіаційних ракет. (Електронний підручник). – К.: НАУ, 2011, тема 15.