

*Мишин П.А.,*

*Курсант*

*4 курс, факультет «Радиотехнические комплексы»*

*Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны*

*Россия, г. Ярославль*

*Латфулин Р.Б.,*

*Курсант*

*4 курс, факультет «Радиотехнические комплексы»*

*Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны*

*Россия, г. Ярославль*

*Кобзев М.С.,*

*Сержант*

*4 курс, факультет «Радиотехнические комплексы»*

*Ярославское высшее военное училище противовоздушной обороны*

*Россия, г. Ярославль*

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОМПЕНСАЦИИ ШУМОВЫХ ПОМЕХ В ПЕРЕДАТЧИКЕ**

*Аннотация:* Важным тактическим показателем радиотехнических систем (РТС) является их способность функционировать на фоне помех. Если в области защиты РТС от пассивных помех разработана достаточно эффективная теория, то задача защиты от активных помех (АП) далека от своего решения в связи с постоянным эффективным совершенствованием средств радиоэлектронного подавления (РЭП). Из-за усложнения задачи приема полезного сигнала на фоне данного типа помех целесообразно разрабатывать новые и совершенствовать известные методы и алгоритмы

защиты РТС.

**Ключевые слова:** радиолокация, многофункциональная РЛС, фазированная антенная решетка активная, зондирующий сигнал обзора пространства.

**Annotation:** *An important tactical indicator of radio engineering systems (RTS) is their ability to function against interference. If a sufficiently effective theory has been developed in the field of protection of RTS from passive interference, the problem of protection from active interference (AP) is far from being solved due to the constant effective improvement of electronic jamming (RAP). Due to the complexity of the task of receiving a useful signal against this type of interference, it is advisable to develop new and improve known methods and algorithms for protecting RTS.*

**Keywords:** *radar, multi-functional radar, phased array active, probing signal of space survey*

Важным тактическим показателем радиотехнических систем (РТС) является их способность функционировать на фоне помех. Если в области защиты РТС от пассивных помех разработана достаточно эффективная теория, то задача защиты от активных помех (АП) далека от своего решения в связи с постоянным эффективным совершенствованием средств радиоэлектронного подавления (РЭП). Из-за усложнения задачи приема полезного сигнала на фоне данного типа помех целесообразно разрабатывать новые и совершенствовать известные методы и алгоритмы защиты РТС. В реальной ситуации, для которой характерна априорная неопределенность помеховой обстановки, перспективно применять угловую селекцию целей на основе адаптивного формирования ДН ФАР. Рассмотрим общие сведения об активных помехах и их классификацию.

Активные помехи (АП) – это электромагнитные (ЭМ) излучения, создаваемые источником радиоволн, затрудняющие прием полезных сигналов радиоэлектронными средствами и выделение их информации. То есть в

основе возникновения АП лежит явление излучения ЭМ волн(ЭМВ)сторонними источниками.

Классификация.

По происхождению АП бывают естественные(ЕАП) и искусственные(ИАП).

ЕАП- это помехи природного происхождения, источниками которых являются ЭМ излучения(ЭМИ) Солнца, звезд и космического пространства, тепловое излучение атмосферы и земли, а также грозовые разряды. В пределах полосы пропускания(ПП) радиоприемных устройств(РПрУ) спектральные плотности мощности этих помех постоянны, следовательно их воздействие на радиоэлектронные средства(РЭС) эквивалентно воздействию внутреннего шума РПрУ(«белого» шума).

ИАП-это помехи, создаваемые устройствами, излучающими энергию ЭМ колебаний(ЭМК). В зависимости от целей создания они могут быть непреднамеренными(НИАП) и преднамеренными(ПИАП).

ПИАП- помехи, которые создаются специально для подавления РЛС, поэтому они вызывают больший интерес с точки зрения помехозащищенности РЛС.

НИАП-индустриальные помехи и взаимные помехи, создаваемые соседними РЭС. В настоящее время важную роль начинают играть взаимные помехи, так как по мере стремительного увеличения числа используемых РЭС резко возрастает опасность их взаимных влияний.

Также по характеру воздействия на РЛС помехи делятся на маскирующие и имитирующие.

Маскирующие активные помехи — это мешающие излучения, маскирующие полезные сигналы и тем самым затрудняющие излучения полезной информации. Они создают на входе приемника подавляемый РЛС фон которой затрудняет обнаружение полезных сигналов и измерение информативных параметров. В свою очередь, маскирующие по временной

структуре излучения делятся на непрерывные и импульсные, а по способу наведения прицельные и заградительные.

Динамический диапазон приемного тракта РЛС всегда ограничен, по этой причине импульсы большой мощности, попадающие в радиоприемное устройство могут приводить к срабатыванию по ним системы автоматической регулировки усиления, снижению чувствительности и искажений амплитудных соотношений. Маскировка эхосигнала цели при помощи импульсных помех может обеспечиваться и без снижения чувствительности приемника за счет создания в оконечных устройствах РЛС множество мешающих импульсов среди которых трудно выделить эхосигнала цели. Именно этим и обосновывается актуальность выбранной мной темы. Важнейшим техническим показателем РТС является её помехозащищенность. Проблема защиты РТС от помех включает помехоустойчивость и скрытность. Под помехоустойчивостью принято понимать способность РТС нормально функционировать в условиях как естественных, так и организованных радиопомех. Скрытность РТС — это её способность противостоять разведки противником радиосигналов и тем самым затруднить ему формирование преднамеренных помех.

Методы защиты РЛС от активных маскирующих помех можно условно разделить на две группы: методы, основанные на увеличении отношение сигнал помеха на входе радиоприемного устройства радиолокационной станции и методы, основанные на увеличении отношение сигнал помеха в тракте радиоприемного устройства радиолокационной станции.

К группе методов основанных на увеличении отношение сигнал помеха на входе РПрУ РЛС относят увеличение энергетического потенциала РЛС, а также пространственную и поляризационную селекцию.

Реализации данных методов совершенно разные, например, увеличение энергетического потенциала РЛС достигается использованием мощных генераторных приборов, а пространственная селекция подразумевает

рациональное распределение энергии зондирующего сигнала по пространству, а также повышения помехозащищенности РЛС за счет использования пространственных различий в направлении приёма полезных сигналов и помех.

А вот на некоторых аспектах методов, основанных на увеличении отношение сигнал помеха в тракте радиоприемного устройства радиолокационной станции, остановлюсь подробнее. К ним относят расширение динамического диапазона временную и амплитудно временную селекцию. Для расширения динамического диапазона в радиолокационных приемниках нашли широкое применение автоматическая регулировка усиления (Структурная схема супергетеродинного приемника с АРУ и АПЧ) различных типов и логарифмические усилители, а для временной селекции используют различия во временных характеристиках.

Амплитудная селекция основана на использовании в радиотракте приемника ограничителя. Обычно импульсная помеха во много раз выше уровня сигнала. В этом случае ее можно частично подавить в ограничителе. При амплитудной селекции площадь импульсной помехи уменьшается, однако помеха по уровню остается равной сигналу.

Принцип работы схемы амплитудно временной селекции описывается несколькими пунктами. Широкая  $\Delta f_u$  и узкая  $\Delta f_y$  полосы пропускания усилителей симметричны относительно центральной частоты входного напряжения. Полоса пропускания  $\Delta f_y$  согласуется с полосой, занимаемой спектром сигнала  $\Delta f_y \approx \Delta f_c$ .

П

о

л Уровень ограничения устанавливается в соответствии с амплитудой сигнала  $V_c(t)$  на выходе широкополосного усилителя.

с Через усилитель Ш оба импульса проходят практически без искажений, после ограничения амплитуда помехи будет во много раз уменьшена, после

Δ

«Научно-практический электронный журнал Аллея Науки» №7(46) 2020

А

І

ІІ

е

прохождения фильтра с узкой полосой сигнал не исказится импульс помехи растянется во времени и уменьшится по амплитуде в несколько раз.

Таким образом, подробно изучив методы борьбы с импульсными помехами я сделал вывод о необходимости моделирования принципиальной схемы, на мой взгляд, самого эффективного устройства, решающего поставленную ранее задачу. А именно ФОФ. Дальнейшую работу выполнять буду в ППП электронного моделирования MULTISIM, основываясь на знаниях, полученных на дисциплинах кафедры электроники. За основу будут взяты типовые принципиальные схемы (ШУ, О, УУ) с последующим аналитическим и эмпирическим подбором параметров для получения ожидаемого результата на выходе. В случае не сложной практической реализации смоделированного устройства, произведу моделирование его в ППП AD, с целью воссоздать данное устройство в виде платы.

#### **Список использованной литературы:**

1. Бакулев П.А., Степин В.М. Методы и устройства селекции движущихся целей. М.: Радио и связь. 1986. 286 с.
2. Трухачёв А.А. Радиолокационные сигналы и их применения. М.: Военное издательство, 2005. — 320 с. — ISBN: 5-203-01972-X
3. Куприянов А. И., Шустов Л. Н. Радиоэлектронная борьба. Основы теории. — М.: Вузовская книга, 2011. 800с.