

Байбаков
Александр Иванович,
начальник отдела, к.т.н.,
подполковник



Музыченко
Владимир Ефимович,
старший научный сотрудник, к.т.н.



Сухой
Владимир Федорович,
старший научный сотрудник, к.т.н.

Актуальные вопросы разработки и применения средств имитации радиосигналов РЭС вооружения ПВО (ВКО)

Имитация радиоизлучений радиоэлектронных средств (РЭС) необходима при создании ложной радиоэлектронной обстановки (РЭО) и показе жизнедеятельности ложных объектов (позиций) в интересах повышения правдоподобия воспроизведения признаков функционирования истинных объектов (позиций). В отдельных случаях имитаторы радиосигналов РЭС могут использоваться для отвращения постановщиков помех и противорадиолокационных ракет (ПРР).

В интересах защиты вооружения противовоздушной (воздушно-космической) обороны (ПВО (ВКО)) от средств радио- и радиотехнической разведок до настоящего времени для имитации сигналов РЭС использовались:

- имитаторы радиосигналов РЭС промышленного изготовления;
- передающие устройства техники 5 категории;
- имитаторы, изготовленные силами войск на основе аппаратуры демонтированных РЭС;
- средства отвращения ПРР промышленного изготовления;
- боевые РЭС связи и радиолокации, кратковременно размещаемые на ложных позициях или в районах создания ложной РЭО.

Обычно названные средства имитации применялись при проведении учений стационарно в одном пункте размещения или как «кочующие» РЭС путем перемещения в заданном районе. Наш центр, а ранее 2 ЦНИИ Войск ПВО, участвовал в организационных и проведении ряда исследовательских эпизодов на войсковых учениях, предусматривающих применение средств имитации. Так, на полигоне Сары-Шаган проверялась целесообразность применения для имитации средствам РТР сигналов радиолокатора подсвета целей ЗРС С-200 средства отвращения ПРР типа «Отвод». Результаты исследований были отрицательными, поскольку «Отвод» изначально предусматривал стационарный вариант применения с закапыванием

подходящих к излучателю волноводов и бронированием излучателя.

Также малоэффективным оказалось применение средства отвращения ПРР от станции наведения ракет ЗРК С-75 типа «Дублер» для имитации сигналов с ложной позиции. В штатном режиме работы «Дублера» его сигналы, принимаемые аппаратурой контроля, отличались от сигналов СНР ЗРК С-75. Это было обусловлено возбуждающей частоты повторения сигналов «Дублера» и вращением его антенны. При отключении этих режимов достаточная мощность излучения имитатора обеспечивалась только в узком пространственном секторе.

Практически все перечисленные выше виды и способы применения средств имитации сигналов РЭС были использованы при проведении широкомасштабного специализированного учения по разведке, РЭБ и оперативной маскировке «Дозор-86». На этом учении основное внимание уделялось имитации сигналов РЭС, для которых предусматривалось перемещение на запасные позиции, выдвижение в другие позиционные районы и смена боевых позиций.



Станция наведения ракет ЗРК С-75



Станция наведения ракет ЗРК С-75 после попадания ПРР



Расположение аппаратуры «Дублер» на позиции (ЗРК С-75)



Антенное устройство средства отвращения ПРП «Отвод» (ЗРК С-200)

По результатам радиотехнического контроля на учении «Дозор-86» и в ряде других учений высокую эффективность показали средства имитации на основе техники 5 категории, а также боевых РЭС, кратковременно размещаемых в пунктах имитации. Вместе с тем для новых образцов ВВТ техника 5 категории отсутствовала, а применение боевых РЭС в интересах имитации носило эпизодический характер, поскольку требовало отвлечения от решения боевых задач. Сигналы имитаторов, изготовленных силами войск, зачастую отличались от сигналов имитируемых РЭС. Так, например, в имитаторе сигналов РЛС П-12 не использовались вращающиеся антенны и не предусматривалась имитация огибающей пачки сигналов, принимаемых аппаратурой РТР и контроля. Вид пачек, обусловленный вращением антенны РЛС П-12, последовательно менялся во времени в соответствии с приемом сигналов по главному и боковым лепесткам диаграммы направленности антенны РЛС.

Общий вывод на основе обобщения опыта применения средств имитации на учениях состоял в необходимости внедрения в некоторые РЭС перспективного вооружения режимов имитации сигналов и разработки специализированных имитаторов сигналов РЭС.

Наметились два направления создания перспективных имитаторов:

- разработка индивидуальных имитаторов конкретных РЭС с использованием передающих устройств имитируемых РЭС;
- разработка индивидуальных и групповых имитаторов РЭС с использованием новых методов и элементной базы, в частности с цифровым формированием сигналов.

За последние десятилетия выполнено ряд ОКР, в рамках которых разработаны индивидуальные имитаторы

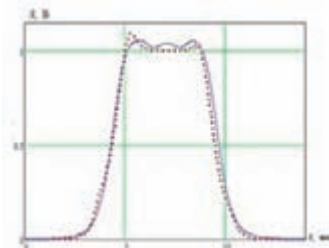
сигналов РЭС современного вооружения на базе передающих устройств имитируемых РЭС, а также предусмотрено внедрение в разрабатываемые РЭС режимов имитации сигналов. В РЛС с перестройкой частоты имитация сигналов позволяет распылить ресурсы постановщиков помех на подавление сигналов на ложных рабочих частотах. В современных РЛС ЗРВ предусмотрена имитация сигналов, соответствующих режимам пусков ракет для дезинформации летчиков самолетов, создающих потенциальную угрозу, и применения на учениях.

Вместе с тем в последние годы возникли трудности по обеспечению правдоподобной имитации сигналов РЭС, обусловленные повышением возможности РТР по поэкземплярному распознаванию РЭС.

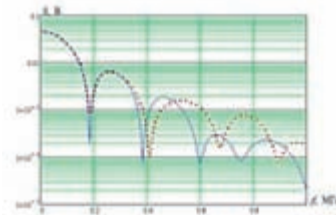
Известно, что радиосигналы, создаваемые радиоэлектронными средствами связи и радиолокации, имеют индивидуальные демаскирующие признаки (ИДП), позволяющие отличить источники их создания от других однотипных источников. Причины возникновения ИДП различны, но проявляются они в особенностях структуры спектров сигналов РЭС и их изменения в течение времени. Исторически сложились различные способы вскрытия этих особенностей. Еще в период Великой Отечественной войны источники радиосигналов опознавались по «почерку» радистов, передающих сообщения.

Во второй половине XX века экспериментальным путем было установлено наличие ИДП простых импульсных сигналов РЛС. Видеосигналы РЛС наблюдались на экранах осциллографов. Для устойчивого наблюдения сигналов выбирался ждущий режим работы осциллографа или частота его развертки синхронизировалась с частотой повторения импульсов РЛС.

Для различных экземпляров однотипных РЛС индивидуальные демаскирующие признаки, обусловленные тонкой структурой сигналов, проявлялись в виде отличий в длительности импульсов, форме переднего и заднего фронта импульсов, но наиболее заметны были различия в форме изрезанности вершин видеосигналов.



Импульсные сигналы РЛС



Спектр сигналов в логарифмической шкале их интенсивности

ИДП проявляются в спектрах сигналов. Для выявления ИДП необходимо провести сравнительный анализ спектров сигналов двух и более экземпляров однотипных РЭС, работающих в одинаковых режимах. Развитие методов цифровой обработки принятых сигналов существенно способствует разработке эффективных методов выявления ИДП РЭС и установлению таких ИДП для конкретных РЭС.

Принятый средством радиотехнической разведки (контроля) сигнал преобразуется в цифровую форму и сохраняется в цифровом виде. Далее в цифровом формате можно осуществлять различные методы обра-



ботки сигналов — амплитудное детектирование, которое использовалось в описанном выше примере выявления ИДП простых импульсных сигналов РЭС для формирования видеосигналов, вычитание сравниваемых спектров сигналов, сравнение отдельных участков спектров сигналов и другие методы.

Метод простого вычитания спектров для выявления их различий не всегда информативен. Это обусловлено нестабильностью передающих устройств и характеристик трассы распространения радиосигналов, вызывающих их замирания. Вследствие этого ИДП, проявляющиеся в тонкой структуре сигналов, то есть в малых энергетических составляющих спектра, могут не выявляться на фоне пульсации спектра сигнала.

Более информативно выявление участков спектров, значительно отличающихся для различных экземпляров РЭС. Для простых импульсных сигналов информативным ИДП является, в частности, ряд значений частот минимумов огибающей спектра сигнала.

Наличие ИДП и возможностей РТР по их выявлению может существенно повлиять на тактику и эффективность применения имитаторов и перспективы их развития.

Применяемые до настоящего времени имитаторы сигналов РЭС, названные выше, не могут имитировать ИДП показываемых РЭС и сами имеют собственные ИДП. В связи с этим неэффективными становятся, например, следующие мероприятия:

- оборудование макетами оставленной в результате маневра позиции и показ её жизнедеятельности путем имитации сигналов средств связи и радиолокации;
- применение «кочующих» имитаторов РЭС для показа множества средств в заданном районе или имитации жизнедеятельности нескольких ложных позиций.

Факт перемещения РЭС в другой район может быть вскрыт РТР по ИДП его сигналов.

ИДП присущи всем современным РЭС, однако их выявление затруднено обилием режимов работы большинства таких РЭС, каждому из которых соответствует специфическая структура сигналов и динамика изменения этой структуры во времени.

Для анализа ИДП предлагается модель передающего устройства, в структуре которой можно выделить три группы устройств, особенности функ-

ционирования которых обеспечиваются возникновением ИДП: формирование передаваемых сигналов, активные устройства передатчика, пассивные устройства передающего тракта.

Примерами формирователя передаваемых сигналов являются:

- телеграфный ключ, управляемый радистом;
- микрофон, преобразующий речевой сигнал оператора;
- устройства формирования тактовой частоты и длительности зондирующих сигналов РЭС с простым импульсным сигналом;
- цифровые формирователи сигналов современных РЭС.

Активные устройства создают колебания, излучаемые в эфир. К ним относятся генератор несущей частоты, модулятор, различные не предусмотренные конструктором вредные связи между элементами передающего тракта, создающие паразитные колебания.

Пассивные устройства передающего тракта служат для усиления, передачи сигналов между устройствами передающего тракта и излучения радиосигналов. К ним относятся усилители, фидеры, волноводы, передающие антенны, фильтры, аттенюаторы. В совокупности эти устройства являются фильтром, амплитудно-частотная характеристика которого влияет на формирование спектра излучаемого сигнала.

Анализ предлагаемой модели позволяет уяснить место и причины возникновения ИДП и разработать предложения по их устранению или искажению в защищаемых от радиотехнической разведки РЭС и воспроизведению в имитаторах радиосигналов.

По ИДП РЭС можно вскрыть изменение местоположения наземного, воздушного или морского подвижного объекта, оснащенного данным РЭС. Для обеспечения скрытия маневренных действий объекта необходимо устранить или исказить ИДП его РЭС.

Для обеспечения скрытия (искажения) ИДП предлагается:

- устанавливать в передающем тракте защищаемого РЭС или имитатора сигналов на базе передающего устройства имитируемого РЭС настраиваемых (управляемых) фильтров, изменяющих амплитудно-частотную характеристику передающего тракта;
- устанавливать в передатчике защищаемого РЭС или имитатора сигналов на базе передающего устройства

имитируемого РЭС маломощного управляемого (настраиваемого) генератора сигналов для изменения спектра передаваемого сигнала.

Для обеспечения возможности воспроизведения имитаторами сигналов ИДП отдельных экземпляров РЭС данного типа и имитации нескольких типов РЭС, работающих в диапазоне частот, используемых имитатором, целесообразна разработка группового имитатора РЭС с цифровым синтезом показываемых сигналов.

Таким образом, в настоящее время в связи с широким использованием для обработки разведывательных данных вычислительной техники, развитием методов цифровой обработки сигналов существенно повысились возможности РТР по распознаванию не только типов, но и отдельных экземпляров РЭС на основе выявления их индивидуальных демаскирующих признаков, содержащихся в структуре спектров сигналов РЭС.

Для снижения информативности ИДП для РТР и, соответственно, ущерба для обороны (наших войск), возникающего вследствие применения противником эффективных контрмер на основе получаемой путем анализа ИДП информации, предлагается:

- развернуть исследования (в том числе экспериментальные) по установлению ИДП различных типов РЭС и разработке методов их технического контроля;
- разработать активные и пассивные методы и устройства, интегрируемые в мобильные РЭС, для искажения ИДП;
- разработать имитаторы на основе цифрового формирования сигналов, способные воспроизводить ИДП экземпляров РЭС.