

А.И. Рымов, Р.Р. Шахтемиров  
Военный учебный научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия  
имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж)  
394064, Воронеж, ул. Старых большевиков, 54а  
e-mail: Rymov69@mail.ru

### Оценка скрытности работы радиолокационной станции

Радиотехническая разведка, как правило, предполагает последовательное выполнение следующих задач: обнаружение факта работы радиолокационной станции (РЛС) (обнаружение сигнала), определение структуры обнаруженного сигнала (определение ряда его параметров), что позволяет определить тип РЛС. Для связных скрытных систем дополнительно решается задача раскрытия передаваемой информации.

Перечисленным задачам радиотехнической разведки (РТР) могут быть противопоставлены три вида скрытности: энергетическая, структурная, информационная [1].

Энергетическая скрытность характеризует способность противостоять мерам, направленным на обнаружение сигнала приемником станции РТР. Как известно, обнаружение сигнала происходит в условиях, когда на приемник станции РТР действуют помехи (шумы), и может сопровождаться ошибками двух видов: пропуск сигнала при его наличии на входе и ложное обнаружение (ложная тревога) при отсутствии сигнала. Эти ошибки носят вероятностный характер. Наиболее полной количественной мерой энергетической скрытности может являться вероятность правильного обнаружения  $D$  (при заданной вероятности ложной тревоги  $F$ ), которая, в свою очередь, зависит от отношения сигнал/помеха.

Структурная скрытность характеризует способность противостоять мерам радиотехнической разведки, направленным на раскрытие сигнала, т.е. выявляют необходимые для радиопротиводействия параметры сигнала. Это означает распознавание формы сигнала, определяемой способами его кодирования и модуляции, т.е. отождествление обнаруженного сигнала с одним из множества априорно известных сигналов. Следовательно, для увеличения структурной скрытности необходимо иметь по возможности большой ансамбль используемых сигналов и достаточно часто изменять форму сигналов. Задача определения структуры сигнала является также статистической, а количественной мерой структурной скрытности может служить вероятность раскрытия структуры сигнала  $P_{стр}$  при условии, что сигнал обнаружен. Таким образом,  $P_{стр}$  является условной вероятностью.

Информационная скрытность определяется способностью противостоять мерам, направленным на раскрытие смысла передаваемой с помощью сигналов информации, и являются характеристикой связных радиоэлектронных систем.

Для оценки скрытности в условиях радиолокационного конфликта существует ряд критериев [2].

1. Критерий, основанный на определении скрытности по отношению энергий пороговых сигналов для РЛС и приемника станции РТР, при условии, что антенны РЛС и приемника станции РТР направлены друг на друга максимумами диаграмм направленности антенн. В этом случае вводят коэффициент скрытности

$$k_{скр} = \frac{E_{п.РТР}}{E_{п.РЛС}},$$

где  $E_{п.РТР}$  – энергия порогового сигнала для оптимального приемника станции РТР;  $E_{п.РЛС}$  – энергия порогового сигнала для оптимального приемника РЛС.

2. Критерий оценки скрытности по отношению дальности обнаружения цели с заданной эффективной поверхностью рассеивания, на которой расположен приемник станции радиотехнической разведки ( $R_{РЛС}$ ), к дальности обнаружения излучения РЛС приемником станции РТР ( $R_{РТР}$ ). Это отношение имеет вид

$$S = R_{РЛС} / R_{РТР}.$$

Для скрытной работы РЛС необходимо, чтобы выполнялось условие  $S \geq 1$ .

## Секция 12. Построение и анализ радиотехнических систем

3. Критерий оценки скрытности по вероятностным характеристикам: характеристикам обнаружения цели РЛС и обнаружения излучения РЛС приемником станции РТР

$$D_{РЛС}(R_{РЛС}) = F^{\frac{1}{1+q^2(R_{РЛС})}},$$

где  $q^2(R_{РЛС})$  – отношение сигнал/помеха на выходе приемника РЛС в зависимости от расстояния  $R_{РЛС}$ .

Для заданного вида приемника станции РТР можно построить характеристики обнаружения сигнала РЛС

$$D_{РТР} = f(R_{РТР}).$$

Вероятность  $D_{РТР}$  зависит от вероятности исполнения этапов обработки в приемнике РЛС, которые снижают ее значение. Эти факторы могут быть учтены соотношением

$$D_{РТР}(R_{РТР}) = D_f \cdot D_t \cdot D_\theta \cdot D_{КЛ} \cdot D_o \cdot D_{обн}(R_{РТР}),$$

где  $D_f$  – вероятность совпадения настройки приемника станции РТР на частоту РЛС;  $D_t$  – вероятность совпадения времени излучения сигнала РЛС и приема его приемником станции РТР;  $D_\theta$  – вероятность совпадения главного лепестка диаграммы направленности антенны РЛС с направлением на диаграмму направленности антенны приемника станции РТР в случае разведки по главному лепестку;  $D_{КЛ}$  – вероятность распознавания и классификации принятого приемником станции РТР сигнала;  $D_{обс}$  – вероятность обслуживания перехваченного сигнала приемником станции РТР;  $D_{обн}(R_{РТР})$  – вероятность обнаружения излучения РЛС с помощью приемника станции РТР.

4. Критерий оценки скрытности по зависимости дальности обнаружения цели и дальности разведки излучения от мощности РЛС

$$R_{РЛС} = f(P_{изл}); R_{РЛС} = f(P_{изл}).$$

Первая зависимость позволяет определить, на какой дальности будет обнаружена цель при заданных тактико-технических характеристиках РЛС; вторая – на каком расстоянии приемник станции РТР обнаруживает сигнал РЛС при заданных характеристиках приемника станции РТР.

Таким образом рассмотренные характеристики скрытности работы РЛС позволяют количественно оценить скрытность работы РЛС.

### Литература

1. Радиоэлектронная борьба. Основы теории / А.И. Куприянов, Л.Н. Шустов. – М.: Вузовская книга, 2011.
2. Бакулев П.А., Клементьев А.Н., Степин В.М. Анализ эффективности устройств радиолокационных сигналов в обзорных РЛС. М.: МАИ, 1992.