

Сидоренко И.А., Сенюков Г.А.
 ВУНЦ ВВС «ВВА имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
 г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54а
 ivan.sidorenko.95@yandex.ru

Методология оперативной оценки возможностей технических средств радиотехнической разведки

Оценка возможностей технических средств разведки (ТСР) противника основана на принципах теории управления системами с неполной или неоднозначной информацией [1]. При решении таких задач неизвестные параметры задаются с точностью до априорных оценок, а процессы обнаружения и идентификации ОЗ должны происходить одновременно [2]. В настоящее время условия контроля мер защиты информации от ТСР приводят к необходимости определения четких целей и принятия решений на каждом уровне управления мероприятиями противодействия техническим средствам разведки (ПД ТСР) в процессе координации взаимосвязанных частей многоуровневой системы защиты информации [3].

Применительно к средствам сигнальной и видовой технической разведки данные требования могут быть реализованы, если в качестве обобщенной оценки принять функциональную зависимость указанных вероятностей и дальности $P_{0(p)} = f(D_p)$, что содержит в себе и нормативные показатели в виде обоснованных значений вероятностей, либо дальностей (зон), соответствующих этим вероятностям, обеспечивающих конкретизацию как требований к защищенности ОЗ от ТСР, так и результатов оценки эффективности мер ПД ТСР.

Технология радио- и радиотехнической разведки (РРТР) сводится к обнаружению сигналов РЭС, обработке и измерению их временных, спектральных параметров, восстановлению информации, содержащейся в сигналах и ее анализу. Определение значений нормативных (пороговых) показателей связано с анализом процесса обнаружения сигнала источника радиоизлучения (ИРИ) приемником РРТР как статистической задачи. При обосновании нормативных значений показателей оценки следует исходить из наибольшей неопределенности при принятии решения на основе анализа вероятности полной ошибки $P_{\text{ОШ}} = \dot{P} \cdot (1 - P_0) + (1 - \dot{P}) \cdot P_{\text{ЛТ}}$ (\dot{P} – априорная вероятность наличия разведываемого сигнала на входе приемника РРТР; $P_{\text{ЛТ}}$ – вероятность ложной тревоги) [1]. При $\dot{P} \approx 0,5$ имеем $P_{\text{ОШ}} = 0,5(1 - \dot{P}_0 + P_{\text{ЛТ}})$. Вторая ситуация возникновения наибольшей неопределенности имеет место, когда вероятность полной ошибки становится равной вероятности правильного обнаружения $P_{\text{ОШ}} \approx P_0$.

Воспользуемся представлением P_0 интегралом вероятности $\Phi(x)$

$$P_0(x) = \Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x \exp(-t^2/2) dt, \quad (1)$$

где x – обобщенный пороговый параметр, в который входят параметры ТСР, ОЗ, условий ведения разведки, время анализа сигнала средством РРТР T_a , вероятность ложной тревоги $P_{\text{ЛТ}}$.

Такое представление справедливо для сигнала с неизвестными параметрами при допущениях: процесс на выходе тракта регистрации средства РРТР является случайным и подчиняется нормальному закону распределения, то есть $\Delta f_{\text{ПР}} \cdot T_a \geq 10$, где $\Delta f_{\text{ПР}}$ – полоса пропускания тракта приемника ОЗ; амплитудно-частотная характеристика тракта регистрации имеет прямоугольную форму, а ширина спектра сигнала Δf_c согласована с шириной полосы пропускания, то есть $\Delta f_c \approx \Delta f_{\text{ПР}}$; учитываются только внутренние шумы приемника; время анализа процесса не превышает среднего интервала между ложными тревогами; значимость ошибок первого и второго рода одинакова. В этом случае обобщенный пороговый параметр имеет вид

$$x = \frac{q \sqrt{\Delta f_{\text{ПР}} \cdot T_a} - \Phi^{-1}(1 - P_{\text{ЛТ}})}{1 + q}, \quad (2)$$

где q – отношение мощности принимаемого сигнала $P_{C\text{ ВХ}}$ к мощности собственного шума $P_{\text{Ш}}$ на входе приемника РРТР; Φ^{-1} – функция, обратная интегралу вероятности. Если принять, что $\Delta f_{\text{ПР}} \cdot T_a = 10$, $P_{\text{ЛТ}} = 10^{-3}$, выражение для порогового параметра x упрощается

$$x \approx \frac{3,16 \cdot q - 3,2}{1 + q}. \quad (3)$$

Мощность сигнала на выходе антенны средства РРТР будет $P_p = \Pi_p A_p$, где $A_p(\alpha, \beta) = \frac{\lambda^2}{4\pi} G_p \cdot g_p(\alpha, \beta)$ – эффективная площадь приемной антенны средства РРТР в направлении на ОЗ; G_p – КНД приемной антенны средства РРТР; $g_p(\alpha, \beta)$ – уровень бокового излучения относительно G_p в направлении на ОЗ; λ – длина волны.

Мощность разведываемого сигнала на входе приемника с учетом потерь имеет вид

$$P_{C\text{ ВХ}} = \frac{P_c \cdot G_c \cdot g_c(\alpha, \beta) \cdot G_p \cdot g_p(\alpha, \beta) \cdot \lambda^2 \cdot \eta}{(4\pi \cdot D_p)^2} \cdot V, \quad (4)$$

где V – множитель ослабления в среде распространения радиоволн; $\eta = \eta_{\text{пол}} \cdot \eta_{\text{аф}} \cdot \eta_{\text{прм}}$ – коэффициент потерь на поляризационное рассогласование ($\eta_{\text{пол}}$), рассогласование антенно-фидерного тракта ($\eta_{\text{аф}}$); рассогласование входной цепи приемника ($\eta_{\text{прм}}$).

Мощность собственных шумов приемника определяется соотношением

$$P_{\text{Ш}} \approx P_{\text{мин}} = k \cdot K_{\text{Ш}} \cdot T \cdot \Delta f_{\text{ПР}}, \quad (5)$$

где $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Вт/град·Гц; $K_{\text{Ш}}$ – коэффициент шума приемника.

Объединим все постоянные и параметры, относящиеся к средству РРТР в виде коэффициента вида разведки R , [м²/Вт/Гц],

$$R = \frac{c^2 \cdot 10^{0,1A(f_c)}}{(4\pi)^2 f_c^2 \cdot 10^{0,1N(f_c)}}. \quad (6)$$

Полученное соотношение (6) позволяет провести анализ, обобщить и представить данные по видам разведки в виде зависимостей $R(f_c)$, которые затем и используются при оценке.

Обобщение и типизация исходных данных, характеризующих ТСР противника, ОЗ и условия ведения разведки исключают неопределенность значений полной группы исходных данных, обеспечивая оперативность. Использование в качестве показателя защищенности функциональную зависимость вероятности обнаружения (распознавания, измерения) от дальности ведения разведки обеспечивается наглядность результатов оценки для заданных нормативных показателей ПД ТСР. Применения данной методологии позволяет получить решение задачи оценки возможностей радио- и радиотехнической разведок. Полученные результаты могут найти применение при разработке информационных систем поддержки принятия решения задач оценки возможностей ТСР противника.

Литература

1. Сахнин А.А., Игнатенков В.Г. Защищенное информационное пространство. Комплексный технический контроль радиоэлектронных средств. – М.: Горячая линия–Телеком, 2016. – 336 с.
2. Леньшин А.В., Кравцов Е.В., Рюмшин Р.И., Сенюков Г.А. Оценка возможностей радиотехнической разведки по результатам контроля радиоэлектронных средств комплексом радиотехнического контроля // Динамика сложных систем – XXI век. – 2016. – № 3. – С. 29–35.
3. Леньшин А.В., Нагалин А.В., Кравцов Е.В., Сенюков Г.А. Оценка эффективности технических средств обучения специалистов в области радиомониторинга // Радиотехника. – 2015. – № 12. – С. 89–94.