

КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ

Ю.В. СУХОДОЛОВ, А.А. ШЕЙНИКОВ, А.В. БЕЛОУСОВ

*Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»
пр-т Независимости, 220, г. Минск, 220057, Республики Беларусь
af.varb@yandex.ru*

Предложен обобщенный подход к оценке чувствительности методов обработки радиолокационных сигналов на фоне помех.

Ключевые слова: радиолокационный сигнал, отношение сигнал/шум, чувствительность метода обработки.

Актуальной задачей является теоретическое обобщение вопросов обработки радиолокационной информации на фоне помех с единых, достаточно общих методических позиций [1]. Задача радиоэлектронного обнаружения цели сводится к задаче обнаружения отраженного этой целью сигнала на фоне помех различного рода. В диапазоне УКВ основными видами естественных помех являются тепловые шумы (ζ), космические шумы (μ) и внутренние шумы приемника (ψ). Кроме того при обнаружении целей существенное влияние оказывают помехи, возникающие вследствие просачивания прямого сигнала передатчика на вход приемника (β), флуктуации сигналов неподвижных целей (ξ), модуляции сигналов, вызванной перемещением радиолуча при обзоре (θ), нестабильностью параметров радиолокатора (φ), шумами передатчика (ϑ) [2]. Таким образом, даже при отсутствии помех искусственного происхождения на входе приемника всегда имеются помехи случайного характера с весьма широким спектром. Для выделения радиолокационных сигналов на фоне случайных помех, как правило, используют различия спектральных составов сигналов и шумов. Поскольку спектр радиолокационных сигналов значительно уже спектра шумов, то при помощи соответствующих фильтров можно существенно повысить отношение сигнал/шум. В идеальном случае форма частотной характеристики оптимального фильтра должна совпадать с формой спектра сигнала. В этом случае отношение сигнал/шум определяется только энергией полезного сигнала на входе фильтра и спектральной плотностью шума, и совершенно не зависит от формы сигнала. Однако надо иметь в виду, что форма сигнала решающим образом влияет на степень сложности выполнения оптимального фильтра. В идеальном случае форма частотной характеристики оптимального фильтра должна совпадать с формой спектра сигнала. Создание фильтра с такой характеристикой представляет собой довольно сложную техническую задачу, в решении которой нет большой необходимости. Поэтому методы обнаружения целей целесообразно оценивать с точки зрения чувствительности, достаточной для обнаружения отраженного целью сигнала на фоне различного рода помех.

Оценивать чувствительность метода предлагается по отношению относительного изменения регистрируемого параметра сигнала при появлении цели к относительному изменению этого же параметра при максимально допустимых отклонениях этого параметра, обусловленных помехами различного рода:

$$S = \frac{\Delta A_c / A_p}{\Delta A_p / A_c} \quad (1)$$

где ΔA_c и ΔA_p – абсолютное изменение регистрируемого параметра при появлении цели и обусловленное помехами; A_c – наибольшее значение регистрируемого параметра.

Любой метод обнаружения основан на сравнении параметров регистрируемых сигналов с параметрами образцового, который может быть получен заранее. Добиться высокой чувствительности методов можно путем замены регистрации временных параметров сигнала и его формы на измерение изменения параметров амплитудного спектра регистрируемого сигнала, наиболее подверженных изменению при обнаружении цели. Высокая чувствительность метода не гарантирует от ошибки распознавания цели так как изменение параметра регистрируемого сигнала из-за помех может превышать изменение параметра от появления цели. Оценить возможность метода безошибочно обнаруживать цели можно с помощью критерия, в общем случае определяемого как превышение относительного изменения параметра регистрируемого сигнала при наличии цели над относительным изменением этого же параметра при максимальном возможном изменении параметров сигнала, обусловленных помехами. Критерий представляет собой следующее неравенство:

$$K = \frac{\Delta A_p \mp \Delta A_{pd}}{\Delta A_c \pm \Delta A_{cd}} > 1 \quad (2)$$

где ΔA_{pd} и ΔA_{cd} – абсолютное приращение регистрируемого параметра при воздействии на излучаемый сигнал дестабилизирующих факторов при наличии цели и при ее отсутствии. Верхний знак в выражении для случая, когда цель фиксируется по увеличению параметра сигнала, нижний – по уменьшению.

Действие помех приводит к относительному изменению параметров регистрируемого сигнала, превышающему относительное изменение параметра регистрируемого сигнала при появлении цели, что приводит к ошибке. Изменение амплитуды регистрируемой гармоники из-за вариации параметров сигнала может быть зафиксировано как ложная информация о наличии цели или наоборот. Поэтому должно соблюдаться условие превышения относительного увеличения амплитуды регистрируемой гармоники при наличии цели над относительным увеличением этой же гармоники при одновременном воздействии дестабилизирующих факторов на β , θ , φ , ζ , ψ . Условие превышения для методов с унифицированным представлением сигнала будет определяться следующим образом:

$$K = \frac{\frac{d|\dot{A}_c|}{dA_{cd}} \Delta A_{cd} - \left[\frac{d|\dot{A}_{cd}|}{d\zeta} \Delta \zeta + \frac{d|\dot{A}_{cd}|}{d\beta} \Delta \beta + \frac{d|\dot{A}_{cd}|}{d\theta} \Delta \theta + \frac{d|\dot{A}_{cd}|}{d\varphi} \Delta \varphi + \frac{d|\dot{A}_{cd}|}{d\vartheta} \Delta \vartheta + \frac{d|\dot{A}_{cd}|}{d\psi} \Delta \psi \right]}{\frac{d|\dot{A}_c|}{dA_{pd}} \Delta A_{pd} - \left[\frac{d|\dot{A}_{pd}|}{d\zeta} \Delta \zeta + \frac{d|\dot{A}_{pd}|}{d\beta} \Delta \beta + \frac{d|\dot{A}_{pd}|}{d\theta} \Delta \theta + \frac{d|\dot{A}_{pd}|}{d\varphi} \Delta \varphi + \frac{d|\dot{A}_{pd}|}{d\vartheta} \Delta \vartheta + \frac{d|\dot{A}_{pd}|}{d\psi} \Delta \psi \right]} > 1 \quad (3)$$

где ΔA_{cd} и ΔA_{pd} – изменение параметра сигнала при появлении цели и обусловленное дестабилизирующими факторами.

Предложенный критерий позволяет определить пригодность метода для автоматизации процесса обнаружения цели.

Список литературы

1. Ширман Я.Д. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех / Я.Д. Ширман, В.Н. Манжос. – М.: Радио и связь, 1981. – 416 с.
2. Сайбель А.Г. Основы радиолокации / Сайбель А.Г. – М.: Сов. радио, 1961. – 384 с.