

МОДЕЛЬ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ УПРАВЛЯЕМЫМ СРЕДСТВАМ ПОРАЖЕНИЯ С РАДИОМЕТРИЧЕСКИМИ ГОЛОВКАМИ САМОНАВЕДЕНИЯ

проф. А.М. Сотников, А.Б. Гаврилов

В статье предложена модель противодействия управляемым средствам поражения с радиометрическими головками самонаведения, разработан критерий, позволяющий оценить эффективность мер по противодействию.

Постановка проблемы. Анализ опыта последних вооруженных конфликтов показал, что в настоящее время определяющая роль в ведении боевых действий отводится высокоточному оружию (ВТО), эффективность применения которого во многом определяется своевременным получением от систем разведки достоверной и точной информации о целях.

Как показал анализ [1], развитие ВТО идет по пути как дальнейшего совершенствования технологий создания, улучшения точности наведения средств огневого поражения, увеличения дальности пуска и числа одновременно запускаемых и наводимых средств поражения в любых метеоусловиях, так и по пути комбинированного применения головок самонаведения (ГСН) управляемых средств поражения (УСП), различающихся по принципам действия, диапазонам волн и физическим полям.

Очевидно, что для защиты вооружения и военной техники (ВВТ), а, соответственно, обеспечения эффективности его боевого применения, необходимо искать новые решения по противодействию системам разведки и огневого поражения, использующим в первую очередь принципы многоканального построения и функционирующими совместно в одном масштабе времени.

Анализ литературы. Как показал анализ, в [2 – 6] изложены возможные подходы по противодействию различным системам ВТО, которые можно рассматривать как составные элементы обобщенной модели противодействия ВТО. Однако единой модели противодействия, позволяющей с общих позиций проанализировать комплекс мер по эффективной защите ВВТ нет, отсутствуют соответствующие критерии оцен-

ки мер противодействия таким системам, а также нет частных моделей противодействия ГСН, работающим по различным физическим полям.

Одним из путей, направленных на разработку обобщенной модели противодействия ВТО, может стать анализ возможных мер по противодействию ВТО с корреляционно-экстремальными радиометрическими (РМ) ГСН.

В этой связи целью статьи является построение модели противодействия РМ ГСН и разработка критерия, позволяющего оценить эффективность мер по противодействию таким ГСН.

Основная часть. Очевидно, что для построения модели противодействия РМ ГСН и разработки соответствующего ей критерия оценки эффективности противодействия, необходимо проанализировать процесс функционирования таких ГСН с учетом всевозможных факторов, влияющих на качество их функционирования.

Поскольку в основу процесса функционирования РМ ГСН положено получение текущего изображения (ТИ) визируемого объекта или участка местности с последующим его сравнением в соответствии с определенным алгоритмом с эталонным изображением (ЭИ) и дальнейшим получением решающей функции $R(t, x, y)$, определяющей точность наведения УСП, то в модель противодействия необходимо включить собственно объект поражения, трассу распространения сигналов и головку самонаведения. При этом должны быть учтены возможные меры по противодействию, направленные, соответственно, на искажение характеристик самих объектов визирования ($\Delta T_{\text{оф}}$), меры воздействия на среду распространения сигналов и влияние гидрометеоусловий ($m(t)$), ухудшающие распространение сигналов и искажающие их, а также воздействие на собственно ГСН УСП ($n(t)$, $k(t)$, $a(t)$).

Учитывая вышесказанное, модель противодействия РМ ГСН можно представить в виде, изображенном на рис 1.

Учитывая случайный характер воздействия помех, модель противодействия должна быть статистической, а в качестве критерия противодействия естественно принять вероятность невыполнения боевой задачи УСП с РМ ГСН:

$$P_{\text{нд}} = 1 - P_{\text{пц}}, \quad (1)$$

где $P_{\text{пц}}$ – вероятность поражения цели.

Поскольку вероятность поражения цели без учета стоимости аппаратуры определяется выражением:

$$P_{\text{ц}} = P_{\text{а}} \cdot P_{\text{п}} \cdot P_{\text{н}} \cdot P_{\text{е}}, \quad (2)$$

где $P_{\text{а}}$ – показатель, учитывающий влияние гидрометеовоздействий и

маскирующего противодействия противника на успешность выполнения боевой задачи; P_n – показатель, учитывающий влияние радиопротиводействия на успешность выполнения боевой задачи; P_n – показатель, учитывающий влияние реального уровня надежности УСП на успешность выполнения боевой задачи; P_E – потенциальная эффективность, т.е. вероятность поражения цели УСП, обладающим абсолютной надежностью и эксплуатируемым в простых условиях (без противодействия); то для оценки эффективности мер противодействия необходимо располагать численными значениями показателей входящих в выражение (2).

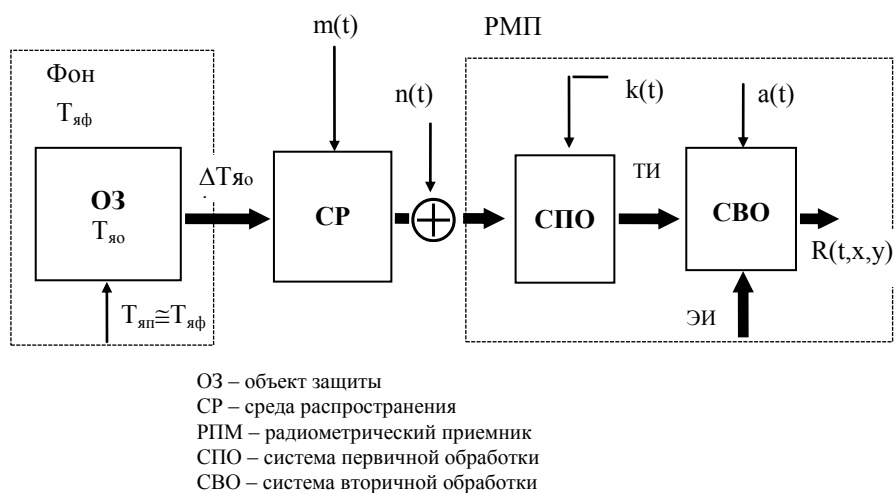


Рис. 1. Модель противодействия РМ ГСН УСП

Следует отметить, что значение P_E для РМ ССН определяется выражением $P_E = P_{плц} \cdot P_M$, где $P_{плц}$ – вероятность правильной локализации цели; P_M – вероятность успешного выполнения маневра УСП.

Метод противодействия УСП с РМ ГСН путем искажения контрастов посредством создания ложных контрастов предложен в [4]. Данный метод может быть применен для защиты площадных стационарных объектов ВВТ и неприменим, для защиты малоразмерных подвижных объектов ВВТ.

Воздействие радиопомех $k(t)$ на СПО снижает значение P_n за счет постановки активных маскирующих помех.

Вопросы противодействия РМ ГСН путем воздействия на СПО прицельными (узкополосными) и заградительными (широкополосными)

радиопомехами рассмотрены в [5]. При этом основным недостатком применения радиопротиводействия является сложность определения времени начала противодействия в виду скрытности применения РМ ГСН. В [6] отмечается про низкую эффективность постановки прицельных помех ввиду пассивности РМ ГСН и, таким образом, возникающей неопределенности при выдаче целеуказаний по углам места и азимута, необходимых для постановки узкополосных помех. Кроме того, имеется возможность отстройки РМ приемника от частоты помехи за счет применения супергетеродинной компоновки [3].

При использовании в ГСН УСП линейки радиометров, каждый из которых представляет собой многоканальный приемник с уплотнением канальных сигналов с помощью семейств модулирующих и демодулирующих функций Уолша с применением общего гетеродина, существенно повышается помехоустойчивость РМ ССН к воздействию широкополосной помехи по одному из парциальных лучей [3]. Кроме того, постановка радиопомех требует существенных энергозатрат, демаскирует объект защиты по отношению к радиолокационным системам наведения оружия и усугубляет проблему электромагнитной совместимости.

Воздействие на среду распространения путем распыления в атмосфере различных отражателей излучения, создания искусственной облачности и искусственных гидрометеоров $m(t)$ также уменьшает значение P_a за счет маскирующего противодействия аэрозольными, дымовыми и пылевыми завесами, а также влияния гидрометеоусловий.

Вопросы влияния погодных условий на радиометрическую наблюдаемость рассмотрены в [3,2]. В частности, в [3] показано незначительное влияние осадков в виде дождя и снега на устойчивость радиоярких контрастов.

Противодействие путем постановки аэрозольных завес с большой плотностью частиц, находящихся во взвешенном состоянии рассмотрены в [6]. В виду абсолютной скрытности РМ систем самонаведения УСП на цель определение точного времени постановки аэрозольных помех весьма затруднено; а малое время действия аэрозольных завес делает их применение для противодействия РМ ССН малоэффективным.

Воздействие на объект защиты заключается в искажении контрастов объекта, которые определяют $P_{плц}$.

В радиометрических системах наведения УСП основной характеристикой, влияющей на показатель $P_{плц}$, является радиометрическая наблюдаемость, под которой понимается вероятность обнаружения кон-

траста антенных температур $\Delta T_{яф}$.

Поскольку в основу работы алгоритмов сравнения ТИ и ЭИ цели положено сравнение зон с различными излучательными способностями, то противодействие корреляционно-экстремальным радиометрическим головкам самонаведения за счет снижения радиояркого контраста между объектом и фоном путем изменения излучательной способности самого объекта защиты ранее не рассматривались. Противодействие путем воздействия на объект защиты заключается в изменении основной сигнальной характеристики РМ ССН – радиометрического контраста:

$$\Delta T_{яф} = T_{яо} - T_{яф},$$

где $T_{яо}$ – радиотепловая температура объекта; $T_{яф}$ – радиотепловая температура фона.

Известно, что вероятность обнаружения контраста антенных температур определяется выражением

$$P(\Delta T_{оф}) = \Phi \left(0,7 \Delta T_{оф} \frac{\sqrt{\Delta f \tau}}{T_{\Pi}} \right), \quad (3)$$

где $\Phi(x)$ – интервал вероятностей; Δf – полоса пропускания высокочастотной части радиометра; τ – время интегрирования; T_{Π} – температура собственных шумов радиометра.

Радиометрический контраст считается обнаруженным, если его наблюдаемость удовлетворяет условию

$$P(\Delta T_{оф}) \geq P_0,$$

где P_0 – заданное значение вероятности.

Из выражения (3) можно найти величину порогового контраста

$$\Delta T_{япф} = 1,5 T_{\Pi} \Phi^{-1}(P_0) / \sqrt{\Delta f \tau}. \quad (4)$$

Из анализа выражения (4) следует, что для снижения радиометрической наблюдаемости точечных наземных объектов необходимо, чтобы выполнялось условие

$$\Delta T_{япф} < \delta T, \quad (5)$$

где $\delta T = \frac{K_R T_{\Pi}}{\sqrt{\Delta f \tau}}$ – чувствительность радиометра; $K_R \geq 1$ – коэффициент, характеризующий тип радиометра.

Практически выполнение условия (5) означает, что при одинаковых термодинамических температурах объекта и фона должно обеспечи-

ваться равенство их радиотепловых температур.

Выводы. Построенная модель противодействия ВТО с радиометрическими головками самонаведения позволила выделить основные направления противодействия РМ системам самонаведения управляемых средств поражения.

Показано, что наиболее эффективное направление противодействия радиометрическим ГСН в соответствии с выбранным критерием состоит в воздействии на сам объект защиты для выравнивания значений $T_{я0}$ и $T_{яф}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров В., Рохманов А. ВТО: Роль и место в вооруженных конфликтах. Основные тенденции развития // Военный парад, – 2003. – Январь-февраль. – С. 16 – 18.
2. Пустоваров В.Е., Сотников А.М. Противодействие радиометрическим системам навигации // Системи обробки інформації. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2001. – Вип. 1 (11). – С. 191 – 193.
3. Антюфеев В.И., Быков В. Н., Макаренко Б.И. Применение принципов радиометрии в корреляционно-экстремальных системах навигации летательных аппаратов // Арсенал ХХІ сторіччя. – 2002. – № 1. – С. 37 – 41.
4. Сотников А.М., Арепьев С.В. Влияние помех на качество функционирования систем навигации // Информационные системы. – Х.: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 1997. – Вип. 1 (5). – С. 49 – 54.
5. Защита от радиопомех / Под ред. М.В. Максимова. – М.: Сов. радио, 1976. – 164 с.
6. Вакин С.А., Шустов Л.Н. Основы радиопротиводействия и радиотехнической разведки. – М.: Сов. радио, 1968. – 254 с.

Поступила 5.10.2004

СОТНИКОВ Александр Михайлович, канд. техн. наук, проф., докторант Харьковского университета Воздушных Сил. В 1980 году окончил ХВВКИУ РВ. Область научных интересов – противодействие системам обнаружения летательных аппаратов, эффективность радионавигационных систем, взаимодействие электромагнитных волн с плазмой.

ГАВРИЛОВ Анатолий Борисович, начальник НИЛ Научного метрологического центра (ВЕ). В 1988 году окончил ХВВКИУ РВ. Область научных интересов – защита от высокоточного оружия, исследование электрофизических свойств плазмоподобных сред.