

от времени суток (в темное время суток, в отсутствие солнечного света, качество выше). Данный диапазон, как и предыдущий, целесообразно применять для вторичного обнаружения на малых дистанциях (единицы км) и в качестве основного средства распознавания целей.

Рассмотрев данные типы информационных каналов, можно сделать следующие выводы:

1. Каждый из рассмотренных типов каналов обладает присущими ему достоинствами и недостатками.

2. В целях наиболее рационального построения системы распознавания и компенсации недостатков информационных каналов различных типов целесообразно проводить комплексирование каналов следующим образом:

- для оперативных (оперативно-тактических) КР (по крупным целям) - комплексирование каналов первого типа и одного из трех - второго...четвертого типа;
- для тактических КР (по малоразмерным целям) - комплексирование каналов второго типа и одного из двух – третьего...четвертого типа.

3. В светлое время суток в качестве вторичного целесообразно применять канал третьего типа, а в темное время суток – канал четвертого типа.

Библиографический список

1. Айвазян С. А., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д. Прикладная статистика: основы моделирования и первичная обработка данных. М.: Финансы и статистика, 1983.

2. Аникин А. А. Разработка и моделирование систем комплексирования разнородных наблюдений. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Ульяновский ГТУ, 2006.

3. Гришин Ю. П., Ипатов В. П. Радиотехнические системы / Под ред. Ю.М. Казаринова. М.: Высшая школа, 1990.

4. Кузьмин С. З. Основы проектирования систем цифровой обработки радиолокационной информации. М.: Радио и связь, 1986.

УДК 623.419

РАЗМНОЖЕНИЕ ЛОЖНЫХ ЦЕЛЕЙ В ЗОНЕ ОБЗОРА БОРТОВОГО КООРДИНАТОРА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

К. А. Бурковецкий, В. В. Бутко, А. С. Прядкин

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

Одной из наиболее важных и наиболее сложных задач, стоящих перед бортовой системой управления беспилотных летательных аппаратов (крылатых ракет) в процессе стрельбы, является наведение на заданную в полетном задании цель для ее поражения с заданной вероятностью. Решению этой задачи служит распознавание обнаруженных в процессе поиска целей, селекция ложных целей и выбор цели, назначенной к поражению. В работе представлена зависимость числа целей в зоне обзора головки самонаведения крылатой ракеты от времени обзора (с учетом «размножения» ложных целей в процессе обзора), получена зависимость вероятности успешности поиска и распознавания от времени подсопровождения целей. Сделан вывод о необходимости сокращения времени обзора и повышения поисковой производительности крылатых ракет ВМФ.

Комплексы противокорабельных ракет (ПКР) в настоящее время являются основным средством борьбы с группировками надводных кораблей на море. Эффективность их боевого применения в значительной степени зависит от помехозащищенности (ПМЗ) бортовых систем управления (БСУ).

Анализ текущего состояния и перспектив развития концепций и средств информационно-противодействия залпу ПКР, разработанных для ВМС иностранных государств, показывает, что процесс боевого применения оружия будет протекать в условиях интенсивного радиоэлектронного противодействия (РЭП) противника.

На эффективность боевого применения ПКР существенно влияет поисковая производительность - свойство головки самонаведения (ГСН) ПКР обследовать заданную область пространства с требуемой эффективностью за заданное время (время обзора).

На величину времени обзора влияет период сканирования головки самонаведения T_u , который можно найти из соотношения [4]:

$$T_u = \frac{\alpha_{\max}}{\omega_A}, \quad (1)$$

где ω_A – угловая скорость сканирования ДНА, α_{\max} – максимальный сектор обзора ГСН.

Угловую скорость сканирования ДНА ω_A можно выразить через параметры обзора пространства [4]:

$$\omega_A = \frac{F_u \cdot \theta_{0,5}}{N_{\min}} \quad (2)$$

где N_{\min} – минимальный необходимый объем выборки для принятия решения, F_u – частота повторения импульсов, $\theta_{0,5}$ – ширина диаграммы направленности антенны (ДНА) по уровню 0,5.

Величину ω_A из (2) подставим в (1), получим:

$$T_u = \frac{N_{\min} \cdot \alpha_{\max}}{F_u \cdot \theta_{0,5}} \quad (3)$$

Рассмотрим формулу (3). Как было сказано ранее, на величину времени обзора влияет период сканирования головки самонаведения T_u , который зависит от сектора обзора α_{\max} , а сектор обзора определяется размерами ОВПЦ. Также сложно увеличить частоту повторения импульсов F_u , так как она определяется максимальной дальностью действия ГСН. Увеличение ширины ДНА $\theta_{0,5}$ ухудшает коэффициент усиления антенны и разрешающую способность по угловым координатам. Таким образом, в целях повышения помехозащищенности может быть уменьшен только объем выборки N_{\min} .

С другой стороны, минимальный необходимый объем выборки N_{\min} при известном отношении сигнал/шум q в обнаружителе Неймана-Пирсона может быть приближенно рассчитан по формуле [4]:

$$N_{\min} \approx \frac{[\Phi^{-1}(1-p_{\text{лт}}) + \Phi^{-1}(1-p_{\text{пс}})]^2}{q^2}, \quad (4)$$

где Φ – функция Лапласа, $p_{\text{лт}}$ – вероятность ложной тревоги, $p_{\text{пс}}$ – вероятность пропуска сигнала, q – отношение сигнал/шум.

Иначе говоря, объем выборки является функцией характеристик качества обнаружения:

$$N_{\min} = f(p_{\text{по}}, p_{\text{лт}}, q), \quad (5)$$

где $p_{\text{по}}$ – вероятность правильного обнаружения, $p_{\text{лт}}$ – вероятность ложной тревоги, q – отношение сигнал/шум.

Таким образом, для обеспечения заданных характеристик качества при оптимальности обнаружителя по критерию Неймана-Пирсона необходимый объем выборки не менее заданного. Меньший объем выборки не позволяет обеспечить заданные характеристики качества.

Целью работы является выявление зависимости между успешностью поиска и распознавания морской цели в условиях воздействия пассивных ложных отвлекающих целей (ЛОЦ) от поисковой производительности головки самонаведения противокорабельной крылатой ракеты (ГСН ПКР).

В пакете MatLab разработана программа, моделирующая процесс постановки пассивных ложных отвлекающих целей (облако дипольных отражателей (ОДО) и надувной уголкового отражателя (НУО)) кораблем-целью [2, 3]. Предполагается, что излучение при работе в активном режиме головки самонаведения ПКР (в режиме поиска целей) обнаруживается станцией радиотехнической разведки корабля-цели, после чего производится постановка ложных целей. Время постановки ложных целей (ОДО) подчинено нормальному закону распределения. Дальность постановки ОДО соответствует типовым фигурам ложных целей (ЛЦ), что учтено через время полета ОДО (подчинено равномерному закону распределения). Время постановки НУО подчинено равномерному закону распределения. В программе использован алгоритм работы современных ГСН ПКР, при котором новая обнаруженная цель некоторое время «подсопровождается». Во время подсопровождения производится распознавание цели, отнесение ее к классу «реальная цель» или «помеха» (путем спектрального анализа пачки отраженных импульсов). При распознавании рассчитывается ширина спектра сигнала (ширина спектра огибающей пачки).

С использованием применяемых алгоритмов распознавания невозможно распознавание целей «на проходе» (с постоянной угловой скоростью сканирования диаграммы направленности антенны): при этом либо ухудшается качество распознавания (снижается вероятность правильного распознавания, или возрастает вероятность перепутывания) при уменьшении времени обзора, либо возрастает общее время обзора (работы ГСН ПКР на излучение), что снижает скрытность работы ГСН и, тем самым, ухудшает ее помехозащищенность.

Динамика изменения фоноцелевой обстановки в зоне обзора ГСН ПКР зависит от временных характеристик комплексов выстреливаемых помех (КВП) и времени обработки радиолокационной информации о целях в ГСН ПКР.

Алгоритм работы программы следующий.

- 1) Задаем следующие исходными данными (таблица 1):
 - количество выставляемых ложных целей – ОДО и НУО;
 - начальное время одного сканинга (поворота антенны) без учета подсопровождения целей;
 - количество сканингов в зоне обзора;
 - интервал времени полета ОДО на дальность постановки (равномерное распределение);
 - математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение времени раскрытия ОДО (нормальное распределение);
 - математическое ожидание и среднее квадратическое отклонение времени реакции комплекса выстреливаемых помех (нормальное распределение);
 - интервал времени постановки НУО (равномерное распределение);
 - время подсопровождения каждой новой цели для ее распознавания;
- 2) Разыгрываем текущие значения вышеуказанных случайных величин в данной реализации;
- 3) Моделируем постановку ложных целей (ОДО и НУО);
- 4) Моделируем работу ГСН ПКР в режиме поиска целей;
- 5) Каждая новая обнаруженная цель (попавшая в полосу обзора), реальная или ложная, подсопровождается, за счет чего возрастает время работы ГСН в зоне обзора;
- 6) Сохраняем текущие значения зависимости числа целей в зоне обзора ГСН ПКР от времени работы ГСН, для данной реализации;
- 7) Сохраняем текущие значения зависимости среднего времени обзора при работе ГСН ПКР, от времени работы ГСН, для данной реализации;
- 8) Усредняем значения зависимости числа целей в зоне обзора ГСН ПКР от времени работы ГСН по всем реализациям;
- 9) Усредняем значения зависимости среднего времени обзора при работе ГСН ПКР, от времени работы ГСН, по всем реализациям.

Таблица 1
Исходные данные для работы программы

Наименование параметра, ед.	Значение параметра
Количество выставляемых ложных целей (ОДО, НУО), шт.	ОДО-7, НУО-1
Начальное время одного сканинга (поворота антенны) без учета подсопровождения целей, с	5
Количество сканингов в зоне обзора, шт.	5
Интервал времени полета ОДО на дальность постановки (равномерное распределение), с	10...15
Математическое ожидание времени раскрытия ОДО (нормальное распределение), с	7
Среднеквадратическое отклонение времени раскрытия ОДО (нормальное распределение), с	0,5
Математическое ожидание времени реакции комплекса выстреливаемых помех (нормальное распределение), с	2
Среднеквадратическое отклонение времени реакции комплекса выстреливаемых помех (нормальное распределение), с	0,2
Интервал времени постановки НУО (равномерное распределение), с	10...30
Время подсопровождения каждой новой цели для ее распознавания, с	0,5

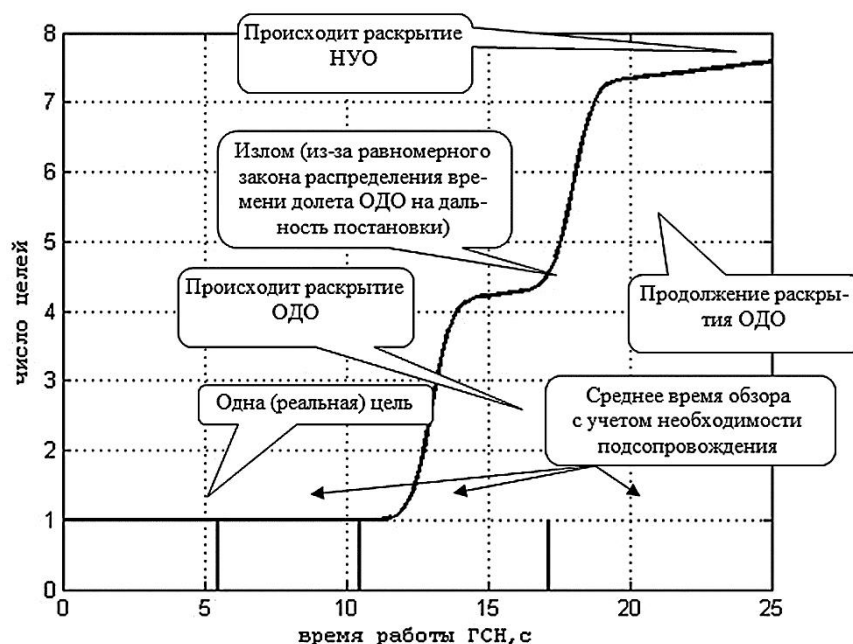


Рис. 1. Зависимость числа целей в зоне обзора ГСН от времени.

Результаты представлены на рис. 1. Вертикальными полосами показано среднее время обзора при работе ГСН ПКР с учетом необходимости «подсопровождения» каждой раскрывшейся ложной цели.

Зависимость имеет достаточно сложную форму. Вначале существует только одна цель - реальная. Затем (в среднем быстрее, чем НУО) выставляются ОДО. На среднем участке суще-

ствуется излом, благодаря равномерному закону распределения времени полета ОДО на дальность постановки. После всех выставленных ОДО график подчинен равномерному закону распределения (постановка НУО).

Время обзора в процессе «размножения» ложных целей вынужденно возрастает. Теоретически может наступить такой момент, когда время обзора возрастет настолько, что обзор области возможного положения цели (ОВПЦ) головкой самонаведения ПКР не сможет быть закончен. Необходимо искать и реализовать такие технические решения, которые позволили бы уменьшить время работы ГСН ПКР в активном режиме при обнаружении цели и ее распознавании без потери качества.

Выводы

1. Существующие алгоритмы распознавания целей (используемые в современных ПКР) не позволяют проводить распознавание (отнесение к классу «реальная цель» - «ложная цель») «на проходе» в процессе работы ГСН ПКР.
2. Обнаруженную в процессе обзора цель необходимо некоторое время «подсопровождать», что увеличивает время обзора ГСН ПКР.
3. Теоретически может наступить такой момент, когда время обзора возрастет настолько, что обзор зоны обзора головкой самонаведения ПКР не сможет быть закончен.
4. Время работы ГСН ПКР в активном режиме необходимо сокращать.
5. В ходе дальнейших исследований планируется создать экспериментальную модель процесса постановки пассивных ложных отвлекающих целей (облака диполей) и надувного уголкового отражателя кораблем-целью при работе ГСН ПКР, позволяющую провести верификацию работы описанной выше имитационной модели данного процесса.

Библиографический список

1. Айвазян С. А., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д. Прикладная статистика. Основы моделирования и первичная обработка данных. М.: Финансы и статистика, 1983.
2. Ганин М. П. Планирование эксперимента. Л: ВМА, 1980.
3. Ганин М. П., Свейников А. А. Теория вероятностей и ее применение для решения задач ВМФ. Л: ВМА, 1968.
4. Гришин Ю. П., Ипатов В. П. Радиотехнические системы / Под ред. Ю.М. Казаринова. М.: Высшая школа, 1990.

УДК 623.428.2.

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЖИВУЧЕСТИ ОБЪЕКТОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ УДАРНОЙ ВОЛНЫ ВЗРЫВА

И. В. Гречушкин, П. Е. Каширин, О. А. Кочетов

Научно-исследовательский институт

*(военно-системных исследований материально-технического обеспечения ВС РФ)
Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулёва*

Рассматриваются актуальные вопросы по повышению уровня живучести объектов в условиях воздействия ударной волны взрыва. Авторами предлагается новый способ защиты объектов от воздействия ударной волны взрыва.

В настоящее время актуальными являются вопросы защиты объектов от воздействия ударной волны взрыва, в том числе, защита мобильных пусковых установок (МПУ) в Вооруженных Силах Российской Федерации.