



УДК 621.396.987

О. В. Ермолин, В. Б. Козарь

Системный подход к оценке эффективности применения боевого снаряжения управляемых средств поражения

Рассмотрено боевое снаряжение управляемых средств поражения как система, в состав которой может входить неконтактный датчик цели. Выполнен анализ возможного влияния организованных помех на эффективность боевого снаряжения с неконтактным датчиком цели. Предложена логико-вероятностная модель функционирования неконтактного датчика цели для учета влияния организованных помех на эффективность боевого снаряжения.

Ключевые слова: боевое снаряжение, неконтактный датчик цели, организованные помехи, управляемое средство поражения.

Боевое снаряжение как система

Среди современных средств поражения можно выделить управляемые (УСП) и неуправляемые (НСП). Типичные представители УСП – управляемые ракеты классов земля – воздух, воздух – воздух, воздух – поверхность и др. Типичные представители НСП – это артиллерийские снаряды, предназначенные для поражения как воздушных, так и наземных и морских целей, а также неуправляемые ракеты и бомбы.

Общим для всех УСП является их комплектация боевым снаряжением (БС). В состав БС входят: боевая часть (БЧ), обладающая поражающими свойствами, предохранительно-исполнительный механизм (ПИМ), предназначенный для безопасности хранения, транспортировки и применения УСП, и взрывательное устройство (ВУ), обеспечивающее формирование команды подрыва БЧ вблизи цели.

В состав ВУ могут входить:

- контактный датчик цели (КДЦ), обеспечивающий формирование команды подрыва БЧ при столкновении УСП с целью или подстилающей поверхностью;
- неконтактный датчик цели (НДЦ), обеспечивающий формирование команды подрыва БЧ в момент достижения УСП положения, согласованного с областью поражения БЧ цели (НДЦ пролетного типа) или заданной высоты над подстилающей поверхностью при снижении УСП (НДЦ высотомерного типа);
- комбинация НДЦ с КДЦ.

Развитие УСП требует совершенствования всех их составных частей, в том числе и БС. Многообразие вариантов совершенствования БС делает необходимым их сравнение для выбора наиболее предпочтительного среди альтернативных вариантов. Одним из основных показателей, используемых для сравнения альтернативных вариантов БС, является эффективность его применения в составе конкретного средства поражения. Для учета влияния множества факторов, влияющих на этот показатель, целесообразно рассматривать БС с позиции системного подхода, как сложную систему, подсистемами которой являются БЧ, ПИМ, ВУ с соответствующими внутренними связями между собой и внешними связями с надсистемой, в качестве которой выступает УСП [1].

Действительно, без рассмотрения особенностей применения различных типов перспективных УСП и их отличий невозможно оценить эффективность альтернативных вариантов БС в их составе. К факторам, влияющим на эффективность БС в составе УСП, обычно относят следующие характеристики УСП: тип, скорость и углы подхода к объекту поражения, точность оценки дальности до него и точность достижения его УСП [2]. Учет их влияния на эффективность применения БС в составе УСП представляется возможным формализовать через введение внешних связей БС и УСП и внутренних связей между составными частями БС, которые в совокупности обеспечивают его надлежащее функционирование. Помимо этого, к факторам, влияющим на эффективность БС в составе конкретного УСП, необходимо отнести также фоноцелевую и помеховую об-



становки, которые могут быть учтены через внешние его связи с БС.

Отметим, что при оценке эффективности применения БС учет фоноцелевой обстановки не представляет затруднений, поскольку накоплен достаточно большой объем теоретических и экспериментальных данных по влиянию на нее характеристик целей и фонов. По этой причине при обосновании характеристик БС конкретного УСП первостепенное внимание, как правило, уделяется соответствию поражающих свойств БЧ заданным целям. Затем определяют характеристики ПИМ и ВУ.

Известно, что штатное функционирование НДЦ, используемого в БС, может быть нарушено под воздействием организованных помех (ОП) [3], что в свою очередь может привести к снижению эффективности применения БС в составе УСП и соответственно эффективности применения УСП. Следовательно, для исключения ошибок проектирования перспективных УСП необходимо на ранних стадиях создания оценивать эффективность применения их БС в условиях ОП. Для достижения этой цели в статье разработана обобщенная модель функционирования НДЦ, используемых в БС перспективных УСП, которая позволяет формализовать влияние ОП на их эффективность с учетом вышеперечисленных факторов.

Логико-вероятностная модель функционирования НДЦ

В ходе анализа особенностей функционирования НДЦ были выделены три последовательных этапа:

- 1) этап подготовки к применению;
- 2) этап после снятия последней ступени предохранения;
- 3) этап срабатывания в зоне эффективного действия БЧ.

К другим особенностям функционирования НДЦ следует отнести:

- согласование дальности действия с протяженностью зоны эффективного действия БЧ по цели;
- применение настроек (временных задержек формирования исполнительной команды на подрыв БЧ, зависящих от типа цели, скорости сближения с ней, углов подхода и других

параметров), формируемых при подготовке УСП к применению или на траектории полета для оптимизации поражающего действия БЧ.

Помеховое противодействие НДЦ может осуществляться ОП, как совмещенными с целью, так и создаваемыми из вынесенной точки пространства (ВТП) относительно цели. Основными мерами защиты НДЦ являются затруднение разведки используемого сигнала (скрытие излучения) в сочетании с селекцией по дальности, скорости и углу.

Готовность БС к выполнению возложенной на него функциональной задачи наступает после снятия последней ступени предохранения НДЦ по специальной команде. Эту команду формируют на удалении УСП от цели, составляющем от нескольких десятков до нескольких сотен метров, а в ряде случаев – нескольких километров.

На траектории полета УСП к цели выделим два участка, соответствующих второму и третьему этапам функционирования НДЦ. Второй участок начинается на дальности $D_{оч}$ до атакуемой цели в момент формирования специальной команды и заканчивается на максимальной дальности D_0 эффективного действия БЧ по цели, в ряде случаев называемой радиусом поражения БЧ. Третий участок начинается на дальности D_0 и заканчивается на дальности срабатывания НДЦ. Воздействие ОП на втором участке траектории может привести к преждевременному срабатыванию НДЦ, вероятность наступления которого обозначим $P_{псп}$. Воздействие ОП на третьем участке траектории может привести к несрабатыванию НДЦ при расстояниях r , равных или меньших D_0 , вероятность наступления которого обозначим $P_{нсп}$.

Очевидно, что для наступления преждевременного срабатывания НДЦ воздействие ОП должно приводить к образованию в обнаружителе структурных составляющих помех, создающих имитирующий эффект [3]. Несрабатывание НДЦ на требуемых расстояниях происходит под воздействием ОП, создающих маскирующий эффект в обнаружителе [3].

В первом приближении зависимость вероятности $P_{псп}$ от отношения $q_{ип}^2$ мощности имитирующей помехи, к мощности эквива-

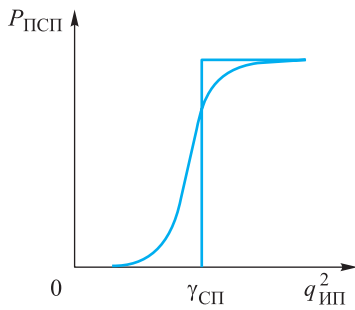


Рис. 1. Зависимость вероятности $P_{ПСП}$ от отношения $q_{ИП}^2$

лентного внутреннего шума на выходе обнаружителя НДЦ (рис. 1), используя порог $\gamma_{СП}$ срабатывания НДЦ по полезному сигналу на дальности D_0 , можно аппроксимировать соотношением

$$P_{ПСП} = \begin{cases} 1 & \text{при } q_{ИП}^2 \geq \gamma_{СП}, \\ 0 & \text{при } q_{ИП}^2 < \gamma_{СП}. \end{cases} \quad (1)$$

Рассчитать вероятность $P_{НСП}$ для НДЦ активного типа можно по соотношению

$$P_{НСП} = \begin{cases} 0, & \text{при } K_{ПР}K_{ИС} > 1, \\ 1 - (K_{ПР}K_{ИС})^{1/4}, & \text{при } K_{ПР}K_{ИС} \leq 1. \end{cases} \quad (2)$$

Здесь $K_{ПР}$ – превышение мощности сигнала на выходе обнаружителя НДЦ на дальности D_0 над порогом обнаружения (обычно определяется для вероятности обнаружения сигнала $P_{обс}$ ($P_{обс} \geq 0,95$) на дальности $D_{НДЦ}$ между НДЦ и целью), $K_{ПР} = D_{НДЦ} / D_0$, где $D_{НДЦ}$ – дальность действия НДЦ, $D_{НДЦ} > D_0$);

$K_{ИС}$ – коэффициент использования энергии сигнала в условиях воздействия маскирующей помехи [4].

Представим логику работы НДЦ в формализованном виде, рассмотрев последовательно выделенные этапы его функционирования и введя пропозиционные переменные: Н1 – задержка времени t_3 формирования исполнительной команды на подрыв БЧ, рассчитанная после задания типа цели, скорости сближения с ней, углов подхода и других параметров; Н2 – цель обнаружена; Н3 – команда на подрыв БЧ сформирована.

На этапе 1 – подготовка к применению, функционирование НДЦ описывается операциями конъюнкции и дизъюнкции:

$$Н1 \equiv \bigvee_{i=1}^4 a_i; \quad (3)$$

$$a_i \equiv \bigwedge_{j=1}^{J_i} a_{ij}, \quad (4)$$

где a_i – выбранный элемент из элементов a_{ij} , принадлежащих множествам A_{ij} , соответствующих заданным целям ($i = 1$), скоростям сближения ($i = 2$), углам подхода ($i = 3$) и другим параметрам ($i = 4$), которые состоят из J_i элементов с номером j .

На этапе 2 – после снятия последней ступени предохранения, функционирование НДЦ описывается операцией импликации:

$$Н2 \equiv (\bar{b}1 \rightarrow b2), \quad (5)$$

где $b1$ и $b2$ – пропозиционные переменные: мощность сигнала цели a_i в обнаружителе НДЦ меньше заданного порога $\gamma_{СП}$ и оценка дальности до цели a_i выполнена соответственно.

На этапе 3 – срабатывание НДЦ в зоне эффективного действия БЧ по цели a_i , функционирование НДЦ описывается операцией импликации:

$$Н3 \equiv (\bar{c}1 \rightarrow c2), \quad (6)$$

где $c1$ и $c2$ – пропозиционные переменные: оценка дальности до цели a_1 больше дальности эффективного действия БЧ по ней и формирование команды подрыва БЧ с рассчитанным временем задержки t_3 соответственно.

Тогда функционирование НДЦ в целом можно описать с помощью операции импликации

$$(Н1 \rightarrow Н2) \rightarrow Н3. \quad (7)$$

Введем вероятности $\eta_{ИМ}$ и $\eta_{МА}$ возникновения ситуаций при применении УСП по цели, в которых могут быть созданы ОП, вызывающие в обнаружителе НДЦ соответственно имитирующий и маскирующий эффекты.

Тогда, обозначая вероятности выполнения НДЦ возложенных задач на выделенных втором и третьем этапах P_2 и $P(r)$ соответственно, имеем:

$$P_2 = 1 - \eta_{ИМ}P_{ПСП}, \quad P(r) = 1 - \eta_{МА}P_{НСП}. \quad (8)$$

Таким образом, логико-вероятностная модель функционирования НДЦ в формализованном виде представляет собой соотношения



(1)–(8), которые можно использовать при оценке вероятности выполнения НДЦ возложенных задач в условиях ОП.

Влияние результатов решения НДЦ функциональных задач на эффективность применения БС в составе УСП

Эффективность применения БС в составе УСП оценивается по вероятности поражения цели при условии нахождения ее в зоне возможных пусков УСП.

Расчет этой вероятности необходимо проводить с учетом влияния ОП на этапе подготовки НДЦ к применению. Такое влияние возникает при воздействии ОП на информационные каналы как УСП, так и его носителя и проявляется через настройки НДЦ к типу цели, выбору траектории полета УСП и другие, которые передаются в БС перед пуском УСП или в его полете. Неверные настройки НДЦ могут быть выработаны под воздействием ОП, например, на РЛС авиационного или наземного комплекса до пуска УСП или на ГСН после захвата цели на траектории полета УСП.

Как уже было сказано, в составе БС может использоваться и КДЦ, обеспечивающий подрыв БЧ при ударе о цель или подстилающую поверхность, поэтому при прямом попадании УСП в цель (или столкновении с подстилающей поверхностью) возможно поражение цели, даже если под влиянием ОП НДЦ не сработал. Далее рассмотрим вариант БС, использующий комбинацию НДЦ и КДЦ.

На ранних стадиях проектирования УСП представляется достаточным использовать осредненные характеристики по условиям функционирования НДЦ и БЧ для известной цели при формализации влияния удаления БС от цели на условную вероятность U ее поражения. Тогда с учетом вышесказанного вероятность U поражения цели, если она находится в зоне возможных пусков УСП, можно представить в виде:

$$U = (1 - \eta_{\text{ИМ}} P_{\text{ПСП}})(P_{\text{пр}} W_0 + \int_{h_{\text{пр}}}^{h_3} \omega(h) F P(r(h)) W(r(h), t_3) dh) + \eta_{\text{ИМ}} P_{\text{ПСП}} \int_0^{h_3} \omega(h) \int_{D_{\text{к}}}^{D_{\text{н}}} \omega(r) W(r(h), t_3) dr dh. \quad (9)$$

Здесь $P_{\text{пр}}$ – вероятность прямого попадания УСП в цель;

W_0 – вероятность поражения БЧ цели при прямом попадании (при дальности $r \leq h_{\text{пр}}$);

h_3 – заданное значение промаха, согласованное с D_0 ;

$h_{\text{пр}}$ – эквивалентное значение промаха, превышение которого не обеспечивает прямого попадания УСП в цель;

$\omega(h)$ – плотность вероятности распределения промаха h УСП;

F – функция, которая характеризует влияние качества информации, поступившей в НДЦ о цели и используемой для настройки совокупности его параметров на $W(r(h), t_3)$;

$P(r(h))$ – вероятность срабатывания НДЦ по цели на дальности $r = \frac{h+y}{\sin \beta}$; (где β –

угол наклона оси главного лепестка диаграммы направленности антенны (ДНА) приемника радиолокационного (поле зрения оптико-электронного) НДЦ к оси УСП, y – проекция на вектор промаха координаты центра участка, образованной на поверхности цели (или подстилающей поверхности) при ее накрытии основным лепестком ДНА радиолокационного (полем зрения оптико-электронного) НДЦ в момент обнаружения полезного сигнала);

$W(r(h), t_3)$ – вероятность поражения БЧ цели на дальности $r(h, t_3)$ до условного центра цели ($r(h, t_3) < D_0$) при верной информации о ней в НДЦ;

$D_{\text{н}}$ и $D_{\text{к}}$ – значения дальности УСП до цели в моменты начала и окончания воздействия ОП, создающих имитирующий эффект, которые определяются степенью информированности противника о характеристиках НДЦ, БЧ и УСП, а также наличием оценок дальности до него у средства создания ОП;

$\omega(r)$ – плотность вероятности распределения дальности r при подрыве БЧ под воздействием ОП, создающих имитирующий эффект, которая отражает случайность значений r , связанную с неопределенностью местоположения как УСП, так и источника ОП относительно защищаемой цели.

Отметим, что дальность $r(h, t_3)$ до условного центра цели при подрыве БЧ равна



$$\sqrt{(h + y)^2 + ((h + y)\text{ctg}\beta + z - vt_3)^2}, \quad (10)$$

где z – проекция координаты центра области, образованной на поверхности цели (или подстилающей поверхности) при ее накрытии основным лепестком ДНА радиолокационно-го (полем зрения оптико-электронного) НДЦ в момент обнаружения полезного сигнала, на плоскость, ортогональную вектору промаха;

v – скорость сближения УСП с целью.

Расчет значения эквивалентного промаха $h_{\text{пр}}$, характеризующего прямое попадание УСП, выполняется по результатам имитационного моделирования применения УСП по цели или по результатам полунатурного моделирования или натуральных испытаний УСП-аналога. Для этого рассчитываются значения вероятности $P_{\text{пр}}$ прямого попадания УСП в цель и плотности вероятности $\omega(h)$ распределения промаха УСП. Вероятность прямого попадания представляется в виде $P_{\text{пр}}(h_{\text{пр}}) = \int_0^{h_{\text{пр}}} \omega(h)dh$,

решением которого является $h_{\text{пр}}$. Например

$$h_{\text{пр}} = [-2\ln(1 - P_{\text{пр}})]^{1/2} \quad (11)$$

при возможности аппроксимации плотности вероятности $\omega(h)$ распределения промаха h УСП законом Рэлея

$$\omega(h) = \frac{h}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{h^2}{2\sigma^2}\right). \quad (12)$$

Здесь σ – среднееквадратическое отклонение (СКО) координаты точек (x, y) рассеивания (пересечений траекторий полета УСП с картинной плоскостью) относительно условного центра цели, распределенных по нормальному закону.

Последнее слагаемое в соотношении (9) учитывает воздействие ОП, создающих имитирующий эффект в обнаружителе НДЦ, и имеет вид

$$\eta_{\text{ИМ}} P_{\text{ПСП}} \int_0^{h_3} \omega(h) \int_{D_{\text{К}}}^{D_{\text{Н}}} \omega(r)W(r, t_3)drdh. \quad (13)$$

В случае отсутствия оценок дальности УСП до защищаемой цели при создании ОП получаем, что $D_{\text{К}} = 0$, а $D_{\text{Н}} = D_{\text{max}}$, где D_{max} –

максимально возможное значение дальности r в момент воздействия ОП, создающих имитирующий эффект. Очевидно, что $D_{\text{max}} = \min[D_{\text{сп}}, D_{\text{рс}}]$, где $D_{\text{сп}}$ и $D_{\text{рс}}$ – значения дальности r в момент снятия последней ступени предохранения и окончания разведки сигнала НДЦ соответственно.

В настоящее время информация о дальности до УСП у современных средств создания ОП отсутствует, но в перспективе возможно ее появление.

Естественно полагать, что создание ОП, вызывающих имитирующий эффект в обнаружителе НДЦ, сопровождается стремлением исключить поражение защищаемой цели как БЧ атакующего УСП, так и его обломками, которые образуются при преждевременном подрыве БЧ. По этой причине далее не учитывается воздействие обломков УСП на цель. Тогда из соотношения (9) получаем

$$U = (1 - P_{\text{ПСП}}) \times (P_{\text{пр}}W_0 + P_3FP_{\text{ср}}(r)W_{\text{ср}}(r)), \quad (14)$$

где P_3 – вероятность наведения УСП на цель с промахом, не превышающим h_3 , но не обеспечивающим прямого попадания;

$P_{\text{ср}}(r)$ и $W_{\text{ср}}(r)$ – средние значения вероятностей поражения БЧ цели при срабатывании НДЦ в диапазоне дальностей $\frac{h_{\text{пр}} + y}{\sin\beta} < r \leq D_0$ соответственно.

Зависимости $W_{\text{ср}}(r)$ и $P_{\text{ср}}(r)$ представлены на рис. 2 и 3 соответственно.

Для упрощения соотношения (14) введем ряд вспомогательных коэффициентов, имеющих ясный физический смысл:

$\mu = (W_{\text{ср}}(r)) / W_0$ – нормированная зависимость среднего значения эффективности

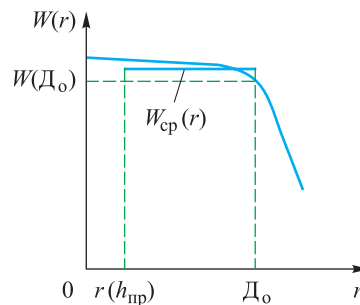


Рис. 2. Зависимость вероятностей $W(r)$ и $W_{\text{ср}}(r)$ от дальности r до цели

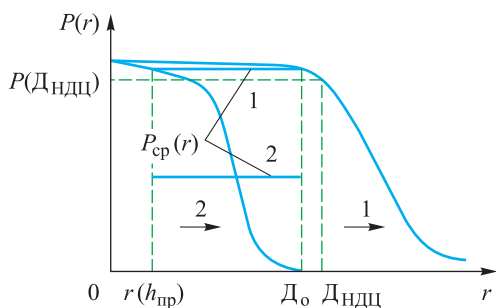


Рис. 3. Зависимость вероятностей $P(r)$ и $P_{cp}(r)$ от дальности r при отсутствии (1) и наличии маскирующих ОП (2)

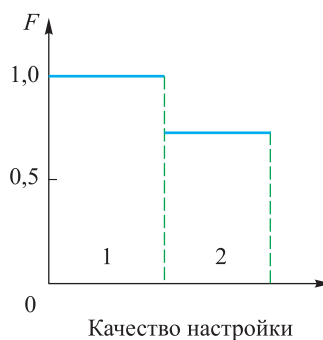


Рис. 4. Зависимость F от качества настройки параметров НДЦ: 1 – оптимальные значения настроек для одной цели; 2 – средние значения настроек для нескольких целей

БЧ от r в пределах дальности эффективного действия БЧ по цели (может быть аппроксимирована в первом приближении постоянной величиной, значение которой не превышает 1 и зависит от характеристик БЧ и цели);

$\alpha = P_{пр} / (P_3 + P_{пр})$ – доля прямых попаданий УСП в цель в картинной плоскости ($P_3 + P_{пр} = P(h_3)$ – вероятность наведения УСП на цель с промахом не больше h_3);

$\gamma = P_3 / (P_3 + P_{пр})$ – доля попаданий УСП (за исключением прямых) в область эффективного действия БЧ по цели в картинной плоскости.

Используя введенные коэффициенты, можно записать:

$$U = (1 - \eta_{им} P_{псп}) \times (\alpha + \gamma \mu F P_{cp}(r)) P(h_3) W_0. \quad (15)$$

Таким образом, на основе системного подхода к БС было получено удобное аналитическое соотношение, позволяющее оценивать его эффективность на ранних стадиях проектирования УСП при наличии и отсутствии ОП.

Анализ снижения эффективности БС

в составе УСП в условиях воздействия ОП
Проанализируем полученное соотношение (15) с точки зрения реализации поражающих свойств БЧ в составе УСП в условиях воздействия ОП, используя рис. 4 и 5.

Значение эффективности БС (индивидуальное для каждого сочетания исходных данных: тип цели, тип УСП, особенности применения УСП) при отсутствии ОП, когда $P_{псп} = 0$, $F = 1$, а значения α и $P_{cp}(r)$ достигают своих максимальных значений, обозначено через U_0 .

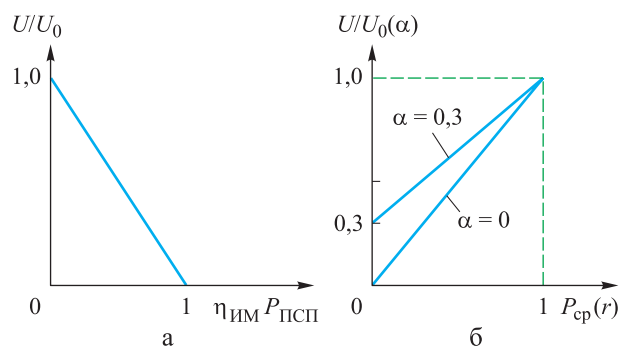


Рис. 5. Зависимость нормированной эффективности БС $U/U_0(\alpha)$ при воздействии ОП, вызывающих только преждевременное срабатывание, на НДЦ: а – параметр $\eta_{им} P_{псп}$; б – только снижение дальности срабатывания НДЦ (параметр $P_{cp}(r)$)

Частичная потеря возможности реализовать поражающие свойства БЧ и соответствующее снижение эффективности УСП возникают при искажении ($F < 1$) настроек НДЦ, применяемых для оптимизации поражающих свойств БЧ по заданной цели (см. рис. 4). Эти искажения вызывает воздействие ОП на информационные каналы, используемые для формирования настроек. Эти информационные каналы являются внешними по отношению к БС (их можно условно обозначить понятием «каналы настройки НДЦ»).

Полная утрата поражающих свойств БЧ и УСП возможна под воздействием ОП, приводящих к преждевременному срабатыванию НДЦ ($\eta_{им} P_{псп} = 1$) на дальностях до заданной цели, которые превышают дальность ее поражения обломками УСП, поэтому наиболее опасны ОП – создающие имитирующий эффект в обнаружителе НДЦ (см. рис. 5, а).



Подобное влияние на БЧ вплоть до несрабатывания НДЦ по заданной цели ($P_{cp}(r) = 0$) могут оказать ОП, создающие маскирующий эффект в обнаружителе НДЦ (иначе говоря, загроубляющие его чувствительность), но лишь при $\alpha = 0$, т. е. при исключении прямых попаданий УСП в цель (см. рис. 5, б). Достижение этого потенциально возможно с помощью воздействия ОП на информационные каналы наведения УСП.

Результаты расчетов влияния ОП на эффективность БС, использующего НДЦ и КДЦ, в составе УСП представлены на рис. 6–9 при значениях параметров $W_0 = 1$, $\mu = 0,8$, $P_{псп} = 1$, $\alpha = 0,3$.

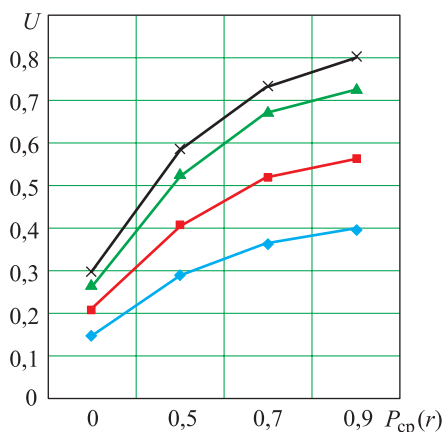


Рис. 6. Эффективность БС при изменении $P_{cp}(r)$ в случае, когда ОП воздействует только на НДЦ, при $\eta_{им}$:
—♦— 0,5; —■— 0,3; —▲— 0,1; —×— 0

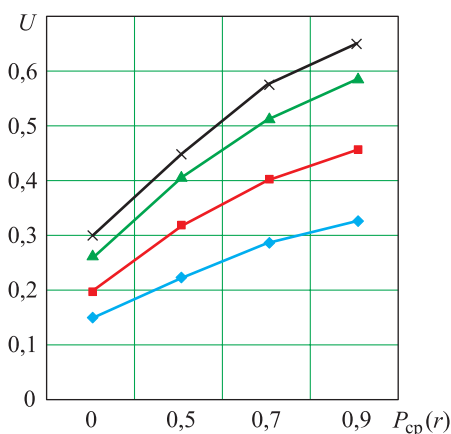


Рис. 7. Эффективность БС при изменении $P_{cp}(r)$ в случае, когда ОП воздействует на НДЦ и каналы его настройки ($F = 0,7$), при $\eta_{им}$:
—♦— 0,5; —■— 0,3; —▲— 0,1; —×— 0

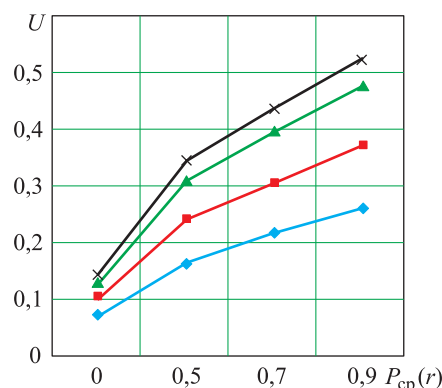


Рис. 8. Эффективность БС при изменении $P_{cp}(r)$ в случае, когда ОП воздействует на НДЦ и систему наведения УСП ($P(h_3) = 0,7$), при $\eta_{им}$:
—♦— 0,5; —■— 0,3; —▲— 0,1; —×— 0

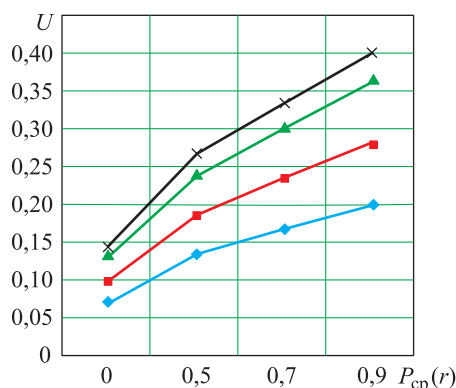


Рис. 9. Эффективность БС при изменении $P_{cp}(r)$ в случае, когда ОП воздействует на НДЦ, каналы его настройки ($F = 0,7$) и систему наведения УСП ($P(h_3) = 0,7$), при $\eta_{им}$:
—♦— 0,5; —■— 0,3; —▲— 0,1; —×— 0

Выводы

1. Установлено, что на ранних стадиях создания БС, использующего НДЦ, необходимо оценивать возможное снижение его эффективности в составе перспективного УСП при воздействии ОП.

2. Предложена логико-вероятностная модель активного НДЦ, позволяющая оценивать вероятность выполнения им функциональных задач в составе БС на ранних стадиях его создания при воздействии ОП.

3. Получено аналитическое соотношение для оценивания снижения эффективности БС, использующего НДЦ в составе УСП, на ранних стадиях его создания при воздействии ОП. Учтены: имитирующий эффект, вызывающий преждевременное срабатывание НДЦ,



маскирующий эффект, вызывающий снижение дальности действия НДЦ, искажающий эффект, вызывающий ошибки в настройке НДЦ по данным внешних по отношению к БС информационных каналов, а также ухудшение точности наведения УСП на цель.

4. Выполнена оценка эффективности БС, использующего НДЦ и КДЦ, в составе УСП, которая показала возможность ее снижения до 5 раз при воздействии ОП только на НДЦ и до 10 раз при воздействии ОП на НДЦ, каналы его настройки и систему наведения УСП.

Список литературы

1. Платунов В. С. Методология системных военно-научных исследований авиационных комплексов. М.: Дельта, 2005. 344 с.

2. Бараев А., Гладиллин А., Козарь В. Современный подход к выбору авиационных информационных каналов военного назначения // Фазотрон, 2013. № 3 (22). С. 40–44.

3. Перунов Ю. М., Фомичёв К. И., Юдин Л. М. Радиоэлектронное подавление информационных каналов систем управления оружием / под ред. Ю. М. Перунова. Изд. 2-е, испр. и доп. М.: Радиотехника, 2008. 416 с.

4. Владимиров В. И., Докторов А. Л., Елизаров Ф. В. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем / под ред. Н. М. Царькова. М.: Радио и связь, 1985. 272 с.

Поступила 17.08.16

Ермолин Олег Владимирович – кандидат технических наук, доцент, начальник НИЦ ФГБУ «ЦНИИ ВВС Минобороны России», г. Щёлково.

Область научных интересов: управляемые ракеты.

Козарь Виталий Борисович – доктор технических наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник АО «МНИИ «Агат», г. Жуковский.

Область научных интересов: системы наведения управляемых ракет.

System approach to assessing the effectiveness of applying combat equipment of guided missiles

The study examines combat equipment of guided weapons as a system, which may include a non-contact target sensor. We propose a logical-probabilistic model of non-contact sensor functioning in order to take into account the jamming effect on the effectiveness of combat equipment. We also carried out the analysis of the possible jamming effect on the effectiveness of combat equipment with a non-contact target sensor.

Keywords: combat equipment, non-contact target sensor, jamming, guided missile.

Ermolin Oleg Vladimirovich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Federal Air-Force Research Center of the Ministry of Defense of Russia, Schelkovo.

Science research interests: guided missiles.

Kozar Vitaliy Borisovich – Doctor of Engineering Sciences, Senior Research Officer at Joint stock Company Moscow Research Institute Agat, Zhukovskiy.

Science research interests: missile guidance systems.