

УДК 621.39

Д.С. Калугін, Д.А. Півнєв

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

ВИБІР ПОКАЗНИКА ЕФЕКТИВНОСТІ БОРОТЬБИ З ВИСОКОТОЧНОЮ ЗБРОЄЮ ЗРК, ЩО Є НА ОЗБРОЄННІ

Всі існуючі РЛС, ЗРК, комплекси РЕБ розроблялися для боротьби з перспективними на час їх розробки літаками бойової авіації імовірного противника. Зростання дальності бойового застосування високоточної зброї (ВТЗ) призвело до можливості її використання без заходу носіїв в зони вогню наземних зенітних вогневих засобів. На порядку денному військ постало питання визначення напрямків підвищення ефективності боротьби з ВТЗ «повітря-земля» і його носіїв.

Ключові слова: ефективність, протидія високоточної зброї.

Вступ

Наприкінці ХХ сторіччя та в останні роки відбувся інтенсивний розвиток ВТЗ. Зростання дальності їх бойового застосування призвело до можливості їх використання без заходу носіїв в зони вогню наземних зенітних вогневих засобів, що обумовлює важливість винищення самих засобів ВТЗ у польоті при здійсненні протиповітряної оборони об'єктів військово-економічного потенціалу країни і Збройних Сил. На порядку денному військ постало питання оцінки реалізованих можливостей озброєння і військової техніки (ОВТ) ПС по знищенню ВТЗ «повітря-земля» і його носіїв. Характерною особливістю ВТЗ є мала ефективна відбиваюча поверхня (ЕВП) навіть без застосування технології „СТЕЛС” та незначна теплова контрастність теплового інфрачервоного (ІЧ) випромінювання у передній напівсфері. В цих умовах скорочуються можливості ОВТ РТВ, ЗРВ, і ВА по виявленню, обстрілу та знищенню засобів ВТЗ «повітря – земля».

Для визначення напрямків підвищення ефективності підрозділів ЗРВ по боротьбі з ВТЗ першочергово необхідно визначити критерій ефективності. Формування критерію ефективності боротьби є виключно важливим етапом. Припущені при цьому помилки не можуть бути виправлені за допомогою будь яких математичних методів, ЕОМ та інших засобів. Дослідження ефективності технічних систем проводиться у великій кількості наукових джерел [1 – 6]. Однак, єдиного розуміння суті ефективності немає.

Мета статті – визначення найбільш ефективних напрямків протидії ВТЗ.

Результати досліджень

Зміст ефективності визначається як міра успішності людської діяльності, результати якої досить різноманітні. Цим можна пояснити значну кількість визначень ефективності та аспектів її розгляду, які зустрічаються в вище означеній літературі.

В інженерній практиці ефективність звичайно визначають як категорію, що виражає критерій «ефект-

витрати». Взаємозв'язок «ефект-витрати» – це характеристика поведінки, що віддзеркалює цілеспрямовану діяльність об'єкта. Ця загальна характеристика – ефективність об'єкта – встановлює динамічний зв'язок між властивостями об'єкта (що характеризують його якість), способами та умовами експлуатації. Це значить, що ефективність об'єкта не може бути визначена лише його властивостями, вона характеризує пристосованість процесу до досягнення мети операції і залежить від дуже багатьох зовнішніх факторів, що протидіють або сприяють досягненню мети. Поняття «ефект» і «ефективність» суворо розмежовані. Ефект – це характеристика стану, тобто результат визначеної дії (наприклад, поразка цілі), а ефективність – характеристика поведінки системи, її властивість «перетворювати» витрати в ефект (наприклад, імовірність поразки цілі як функція від умов застосування зразку ВТЗ).

З урахуванням цієї властивості задача оцінки ефективності бачиться в тім, щоб встановити зв'язок (відносини відповідності) між параметрами (П) ВТЗ, витратами (В) і цільовою віддачею (ЦВ) його застосування (поразка цілі або тимчасового припинення її функціонування), і на цій основі зіставити витрати та ефект застосування. Термін «витрати» варто розуміти широко, тобто необхідно включати витрати на розробку, виробництво, збереження, підготовку вихідних даних по цілях, доставку до рубежів застосування, забезпечення наведення на ціль і т.д.

Зовсім не обов'язково усе зводити до економічних витрат. У першу чергу треба бачити зв'язок «технічної досконалості» з ефектом, тобто вплив технічного рівня виробу на одержувані результати.

Двом зазначеним формам витрат на практиці відповідають дві форми ефективності. Відношення відповідності цільової віддачі технічним параметрам зразка ВТЗ, тобто П→ЦВ, визначає функціональну ефективність, а порівняння витрат В з цільовою віддачею ЦВ (В→ЦВ) – економічну ефективність. Розглянемо ці узагальнені характеристики.

Економічна ефективність. Відповідно до визначення (В→ЦВ) економічна ефективність є вартіс-

ною оцінкою ефекту. На практиці цю оцінку часто представляють у вигляді:

$$W_E = \frac{V_{\text{ц}}}{V_{1 \text{ ВТЗ}} / P_{1 \text{ ВТЗ}}}, \quad (1)$$

де W_E – показник ефективності; $V_{\text{ц}}$ – вартість знищеного об'єкту (цілі); $V_{1 \text{ ВТЗ}}$ – вартість одного зразка ВТЗ; $P_{1 \text{ ВТЗ}}$ – імовірність поразки цілі зразком ВТЗ.

Розглянемо суть змісту ефективності W_E . Загально відомо, що імовірність якої-небудь події є не що інше, як середня відносна частота її появи, при безкінечному (достатньо великому) числі повторення опыту [7]. Якщо $P_{1 \text{ ВТЗ}}$ є імовірність ураження цілі одним зразком ВТЗ, то при загальному числі N бойових пусків у середньому буде уражено $(N \cdot P_{1 \text{ ВТЗ}})$ цілей. При цьому загальні витрати будуть $N \cdot V_{1 \text{ ВТЗ}}$, а середні витрати на одну уражену ціль – $V_{1 \text{ ВТЗ}} / P_{1 \text{ ВТЗ}}$. Отже, показник (1) являє собою відношення вартості цілі до середньої величини (математичного сподівання) витрат на поразку однієї цілі. Однак, у разі визначення ефективності застосування озброєння важко опиратися на показники вартості, оскільки разом з вартістю засобу треба враховувати безліч факторів, які не завжди можна врахувати заздалегідь (відвернутий збиток, відвернуті людські втрати та інше).

Функціональна ефективність – це відношення відповідності П→ЦВ. Змістовну сторону цього поняття відбиває функціональний зв'язок між параметрами ВТЗ і результатом його функціонування.

Як зазначено вище, мірою результату функціонування (цільової віддачі) є імовірність ураження цілі або тимчасового припинення її функціонування. У залежності від системних факторів, які враховуються, ця характеристика може визначатися по-різному. Як правило, імовірнісні характеристики доповнюють просторовими та часовими. Однак у всіх випадках основною складовою функціональної ефективності є імовірність ураження або тимчасового припинення функціонування однієї цілі при застосуванні по ній одного зразка ВТЗ.

Ураження цілі або тимчасове припинення її функціонування при застосуванні одного зразка можна представити у виді складної випадкової події, що складається з ряду інших випадкових подій, які відбуваються послідовно в часі і відповідних етапах підготовки і застосування даного зразка ВТЗ [7]. Перша випадкова подія полягає в тому, що в результаті розвідувальних заходів противник розпізнає реальну ціль серед хибних об'єктів (макетів), а також одержав достовірні дані необхідні для наведення даного зразка ВТЗ на дану ціль. Позначимо імовірність цієї події ($P_{\text{розв}}$). Друга випадкова подія полягає в тому, що даний зразок ВТЗ доставлений носієм до рубежу застосування. Позначимо імовірність цієї події ($P_{\text{дост}}$). Третьою випадковою подією є неураження зразка ВТЗ під час польоту до цілі. Позначимо імовірність цієї

події ($P_{\text{збереж}}$). Четверта подія – наведення зразка ВТЗ на ціль з точністю заданою його ТТХ (заданим круговим імовірним відхиленням). Позначимо імовірність цієї події ($P_{\text{навед}}$). П'ята подія – це імовірність правильного спрацьовування підривача зразка ВТЗ ($P_{\text{підр}}$). Шоста випадкова подія полягає в тім, що вражаючі елементи бойової частини зразка ВТЗ вразять ціль ($P_{\text{пор}}$). Сьома подія полягає в вірній оцінці розвідкою противника результатів застосування зразка ВТЗ ($P_{\text{оц}}$).

Таким чином, імовірність поразки цілі одним зразком ВТЗ:

$$P_{1 \text{ ВТЗ}} = P_{\text{розв}} \times P_{\text{дост}} \times P_{\text{збереж}} \times P_{\text{навед}} \times P_{\text{підр}} \times P_{\text{пор}} \times P_{\text{оц}}. \quad (2)$$

Виходячи з вищевикладеного, визначимо функціональну та економічну ефективність боротьби з ВТЗ.

Під функціональною ефективністю боротьби з ВТЗ $E_{\text{ф}}$ будемо розуміти зниження показника імовірності поразки цілі одним зразком ВТЗ при проведенні заходів боротьби з ним

$$E_{\text{ф}} = P_{1 \text{ ВТЗ}} - P_{1 \text{ ВТЗ}} \text{ ум прот}, \quad (3)$$

де $P_{1 \text{ ВТЗ}} \text{ ум прот}$ – імовірність поразки цілі ВТЗ в умовах протидії. Під економічною ефективністю боротьби з ВТЗ $E_{\text{е}}$ будемо розуміти відношення додаткових витрат противника по знищенню цілі з імовірністю не нижчою за умов відсутності боротьби на поразку цілі, умовах проведення заходів боротьби $V_{\text{дод1ВТЗ}} = V_{1 \text{ ВТЗ}} \times E_{\text{ф}}$ до вартості самих додаткових заходів $V_{\text{додзах}}$:

$$E_{\text{е}} = \frac{V_{\text{дод1ВТЗ}}}{V_{\text{дод.зах}}}. \quad (4)$$

З точки зору бойового застосування зразка становить інтерес тільки функціональна ефективність (3), але вона не враховує фактичних витрат на протидію. Таким чином, для оптимізування заходів протидії ВТЗ найбільш придатна економічна ефективність (4).

З (4) добре видно, що підвищення ефективності боротьби з ВТЗ можливе за рахунок зниження ймовірностей $P_{\text{розв}}$, $P_{\text{дост}}$, $P_{\text{збереж}}$, $P_{\text{навед}}$, $P_{\text{підр}}$, $P_{\text{оц}}$.

Розглянемо деякі напрямки підвищення ефективності боротьби з ВТЗ, які ґрунтуються на зниженні цих ймовірностей.

Зниження імовірності розвідки об'єкту ($P_{\text{розв}}$) можливо досягнути за рахунок: розробок та впровадження у серійне виробництво комплексів хибних позицій, які включають пластикові з металевим напленням надувні макети та імітатори демаскуючих ознак; постановки на озброєння сучасних комплексів дальньої дії типу С 300ПМУ 2 для віддалення рубежів розвідки літаків-розвідників, зон баражування літаків ДРЛВіУ та літаків РЕБ.

Основними напрямками зниження імовірності доставки ($P_{\text{дост}}$) до рубежу бойового застосування та імовірності збереження зразка ВТЗ ($P_{\text{збер}}$) на етапі польоту від рубежу пуску до об'єкту можливо вважати: удосконалення системи ураження зразка ВТЗ на малих та гранично малих висотах. Для реалізації цього

положення доцільно надавати радіотехнічним підрозділам (орлр, орлв), які дислоковані на основному напрямку польоту КР, підрозділи прикриття, що озброєні ПЗРК типу «Ігла»; об'єднання зусиль різних родів і видів військ за рахунок оснащення їх єдиною системою КЗА (типу «Ореанда»), де інформація про застосування противником ВТЗ видається в реальному масштабі часу і дозволяє найбільш ефективно застосувати штатну зброю для ураження ВТЗ; оснащення ЗРВ та ВА ракетами з активним самонаведенням, які дозволяють працювати РЛС (СНР, РПЦ, РЛН, БРЛС і т.д.) на випромінювання лише на короткий термін, потрібний тільки для початкової цілевказівки; розробку комплексної системи придушення систем наведення ВТЗ (з напівактивними лазерними, телевізійними та тепловізійними ГСН) та застосування мікрохвильових комплексів захисту від ВТЗ; розробку спеціальних боєприпасів об'ємного вибуху для відбиття масованого удару безпілотних засобів.

Найбільш гострою невирішеною проблемою є захист стаціонарних об'єктів. Збереження цих об'єктів буде залежати від точності наведення зразка ВТЗ. Зниження точності наведення може бути досягнуто за рахунок комплексування системи придушення GPS з системою комплексного захисту об'єкту. Це основний напрямок зниження імовірності наведення зразка ВТЗ ($P_{\text{навед}}$).

Напрямки по зниженню імовірності правильного спрацювання підривача зразка ВТЗ ($P_{\text{підр}}$). Сучасні зразки ВТЗ обладнані БЧ як контактної, так і неконтактної дії. Контактний підривач може бути знищений (несвоечасно спрацювати) комплексами „Штора”, аналогічними активній броні та ін.

Неконтактний підривач може бути придушений або несвоечасно спрацювати шляхом застосування електромагнітної зброї.

Основні напрямки зниження ймовірностей поразки цілі вражаючими елементами зразка ВТЗ та вірної оцінки результатів застосування ВТЗ.

Досягнути цих результатів можна завдяки: приховання істинних фортифікаційних властивостей

об'єкту у сполученні з дезінформацією. З метою спровокувати противника застосувати більш слабкий боєприпас; імітації ураження об'єкту або його значного руйнування після застосування противником зброї з метою запобігання повторних ударів; імітації неураження хибного об'єкту з метою провокування повторних ударів.

Висновок

Таким чином, завдяки сформованому критерію (3) і наявності вартісних оцінок заходів направлених на протидію, можуть бути визначені найбільш ефективні з розглянутих напрямків протидії ВТЗ. Напрямок подальших досліджень.

Список літератури

1. Городнов В.П. Моделирование боевых действий частей, соединений и объединений Войск ПВО / В.П. Городнов. – Х.: ВИРТА ПВО, 1987. – 380 с.
2. Городнов В.П. Методики прогноза эффективности группировок родов Войск ПВО / В.П. Городнов. – Х.: ХВУ, 1999. – 32 с.
3. Моделирование и оценка эффективности действий (сил) противовоздушной обороны (теория, практика, история развития): монография / В.П. Городнов, Г.А. Дробаха, М.О. Єрмошин, Є.Б. Смірнов. – Х.: ХВУ, 2004.
4. Єрмошин М.О. Оцінка ефективності бойових дій зенітних ракетних військ: навчальний посібник / М.О. Єрмошин, Г.А. Дробаха. – Х.: ХВУ, 2004.
5. Городнов В.П. Методика сравнительной оценки эффективности штабных моделей / В.П. Городнов, А.Н. Коваленко // Военная радиоэлектроника. – 1987. – № 6(447). – С. 19-32.
6. Венцель Е.С. Введение в исследование операций / Е.С. Венцель. – М.: Сов. радио, 1964. – 388 с.
7. Венцель Е.С. Исследование операций / Е.С. Венцель. – М.: Сов. радио, 1972. – 552 с.
8. Венцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Венцель. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
9. Военный энциклопедический словарь / Пред. гл. ред. комиссии Н.В. Огарков. – М.: Воениздат, 1979. – 863 с.

Надійшла до редколегії 1.10.2010

Рецензент: д-р техн. наук, с.н.с. Г.В. Худов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І.Кожедуба, Харків.

ВЫБОР ПОКАЗАТЕЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ БОРЬБЫ С ВЫСОКОТОЧНЫМ ОРУЖИЕМ ЗРК, НАХОДЯЩИМЯ НА ВООРУЖЕНИИ

Д.С. Калугин, Д.А. Пивнев

Все существующие РЛС, ЗРК, комплексы РЕБ разрабатывались для борьбы с перспективными во время их разработки самолетами боевой авиации вероятного противника. Рост дальности боевого применения высокоточного оружия (ВТО) привел к возможности его использования без захода носителей в зоны огня наземных зенитных огневых средств. В повестке дня войск появился вопрос определения направлений повышения эффективности борьбы с ВТО «воздух-земля» и его носителями.

Ключевые слова: эффективность, противодействие высокоточному оружию.

CHOICE OF INDEX OF EFFICIENCY OF FIGHT AGAINST HIGH-FIDELITY WEAPON OF ZRC, BEING ON ARMAMENT

D.S. Kalugin, D.A. Pivnev

All of existing radars, ZRC, the complexes of RES were developed for a fight against the perspective during their development airplanes of battle aviation of credible opponent. Growth of distance of battle application of high-fidelity weapon (HFW) resulted in possibility of his use without calling of transmitters at the areas of fire of surface zenithal fire weapons. Be on the agenda troops the question of determination of directions of increase efficiency of fight appeared against HFW «air-earth» and by his transmitters.

Keywords: efficiency, counteraction a high-fidelity weapon.