

УДК 623.462.12:681.3.06

О.О. Журавльов, М.Г. Іванець

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків

МЕТОД ОЦІНКИ ДОПУСТИМОЇ ТРИВАЛОСТІ ЦИКЛУ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ РОЗВІДКИ В РОЗВІДУВАЛЬНО-УДАРНОМУ КОМПЛЕКСІ ПРИ НАНЕСЕННІ УДАРУ ПО РУХОМИМ ОБ'ЄКТАМ

У статті наведений метод обґрунтування допустимої тривалості проведення повітряної розвідки для підготовки ракетного удару. Представлена залежність допустимого значення часу підготовки і завдання ракетного удару від значення часу перебування цілі на позиції при різних значеннях ймовірності поразки об'єкта та залежність значення максимально допустимого часу функціонування системи розвідки інформаційно-розвідувального комплексу від значення часу перебування цілі на позиції при різних значеннях ймовірності поразки об'єкта.

Ключові слова: високоточний ракетний комплекс, ракетний удар, повітряна розвідка.

Вступ

Загальна постановка проблеми Розвідувально-ударний комплекс (РУК), як правило, наносить удари по достовірно розвіданим важливим (першочерговим) військовим об'єктам. Для надійного ураження таких об'єктів необхідна своєчасна і достовірна розвідувальна інформація об об'єктах ураження. Таку інформацію формує система розвідки РУК на основі первинної розвідувальної інформації, що поступає із різних джерел або технічних систем розвідки, що функціонують на різних фізичних принципах.

Тому виникає наступне протиріччя. З одного боку для накопичення достатнього обсягу первинної інформації потрібен тривалий час. З другого боку, за цей час об'єкт противника може змінити позицію, що приведе до нульової ефективності удару РУК.

Наукове завдання – розробити метод оцінки значення максимально допустимого часу функціонування системи розвідки в циклі РУК з урахуванням часу перебування об'єкту на позиції.

Аналіз літератури. Аналітичний огляд літератури [1 – 6] показав, що вирішення завдань необхідного ступеня ураження об'єктів противника залежить від якості розвідувальних даних, а саме своєчасного їх добування, достовірності та точності визначення координат об'єктів ураження. Особливо важливо це для РУК. В цих роботах приводяться або загальні підходи до визначення часових показників ведення розвідки, або взагалі вказується на отримання її в реальному масштабі часу без аналізу, яким повинен бути цей час.

Мета статті. Розробка методу обґрунтування допустимої тривалості циклу функціонування системи розвідки в розвідувально-ударному комплексі для підготовки ракетного удару.

Викладення матеріалів досліджень

Рухомий і-й об'єкт противника характеризуємо показником $\Delta t_{\text{пп } i}$ – середнім часом перебування на позиції:

$$\Delta t_{\text{пп } i} = t_{\text{зал } i} - t_{\text{зп } i},$$

де $t_{\text{зп } i}$ – момент часу заняття позиції і-м об'єктом;

$t_{\text{зал } i}$ – момент часу залишення своєї позиції і-м об'єктом.

Значення цього проміжку часу залежно від типу об'єкту, характеру виконуваних ним завдань і нормативів на виконання цих завдань на позиції може змінюватися в широких межах від декількох хвилин до декількох годин і діб.

Гіпотези щодо обґрунтування ймовірності перебування об'єкту на позиції наступні.

1. Момент $t_{\text{виявл } i}$ виявлення засобами розвідки і-го об'єкту противника, розташованого на позиції, є випадковим.

2. Момент $t_{\text{зал } i}$ залишення і-м об'єктом своєї позиції і його переміщення на безпечну відстань – для нас є випадковим.

3. Нам не відомі момент часу $t_{\text{зп } i}$ заняття і-м об'єктом позиції і його конкретне бойове завдання.

4. Значення проміжку часу $\Delta t_{\text{зал } i}^*$ з моменту $t_{\text{виявл } i}$ виявлення і-го об'єкту противника до моменту $t_{\text{зал } i}$ залишення ним позиції є для нас випадковою величиною:

$$\Delta t_{\text{зал } i}^* = t_{\text{зал } i} - t_{\text{виявл } i}.$$

5. Момент $t_{\text{виявл } i}$ виявлення і-го об'єкту в межах часу $\Delta t_{\text{пп } i}$ його перебування на позиції розподілений рівномірно.

6. Противник не обізнаний про те, що він виявлений нашими засобами розвідки, продовжує виконувати поставлене йому завдання.

При перерахованих гіпотезах значення ймовірності $P_i(t_{\text{ру } i})$ перебування і-го об'єкту на позиції

протягом проміжку часу $\Delta t_{\text{пу}i}$ підготовки і нанесення ракетного удару, відлічуване від моменту $t_{\text{виявл}i}$ виявлення до моменту $t_{\text{ру}i}$ нанесення по ньому ракетного удару визначається по формулі [7]:

$$P_i(t_{\text{ру}i}) = \begin{cases} \exp(-\Delta t_{\text{пу}i}/\Delta t_{\text{пп}i}), & \Delta t_{\text{пу}i} \leq \Delta t_{\text{пп}i}; \\ 0, & \Delta t_{\text{пу}i} > \Delta t_{\text{пп}i}, \end{cases}$$

$$\Delta t_{\text{пу}i} = t_{\text{ру}i} - t_{\text{виявл}i}.$$

Врахуємо, що значення $P_{\text{п}i}$ ймовірності поразки i -го рухомого об'єкту при ракетному ударі оцінюється по формулі:

$$P_{\text{п}i} = P_1(t_{\text{ру}i}) P_2; \quad P_1 \geq P_1^*, \quad P_2 \geq P_2^*,$$

де P_1 – ймовірність того, що бойова частина ракети потрапить в приведену область об'єкту при ракетному ударі; P_2 – ймовірність того, що при нормальному спрацьовуванні бойової частини ракети вражаючі чинники завдадуть об'єкту збитку; P_1^*, P_2^* – задані значення.

Для високоточного ракетного комплексу значення $P_{\text{п}i}$ ймовірності поразки об'єкту при ракетному ударі повинно бути не менш заданого значення $P_{\text{п}}^* = 0,5$:

$$P_{\text{п}i} \geq P_{\text{п}}^*,$$

отже, значення ймовірності $P_1(t_{\text{ру}i})$ повинне задовольняти нерівності:

$$P_{\text{п}}^* / (P_1^* P_2^*) \leq P_1(t_{\text{ру}i}) \leq 1.$$

Введемо позначення $P_{\text{п}}^* / (P_1^* P_2^*) = P^*$, тоді, для забезпечення необхідного значення ймовірності поразки i -го рухомого об'єкту значення ймовірності $P_1(t_{\text{ру}i})$ має бути не менше P^* заданої величини:

$$P^* \leq P_1(t_{\text{ру}i}) \leq 1.$$

Якщо обґрунтовано значення P^* , то значення допустимого проміжку часу $\Delta t_{\text{пу}}$ підготовки і завдання ракетного удару (по множині i -х типів рухомих об'єктів противника) може бути оцінене за формулою:

$$\Delta t_{\text{пу}} \leq \min_{i \in \Omega_i} (\Delta t_{\text{пп}i}) (-\ln P^*),$$

де Ω_i – множина i -х типів рухомих об'єктів противника, по яких може бути завданий ракетного удару.

Якщо розглядати час перебування цілі на позиції як аргумент функції, то верхня межа області допустимих значень часу $\Delta t_{\text{пу}}$ підготовки і завдання ракетного удару може бути описана лінійною функцією;

$$\hat{\Delta t}_{\text{пу}} = k \Delta t_{\text{пп}}, \quad \text{де } k = -\ln P^*.$$

Отриманий вираз показує, що залежність допустимого часу підготовки і завдання ракетного удару

є лінійною функцією від часу $\Delta t_{\text{пп}}$ перебування цілі на позиції (рис. 1).

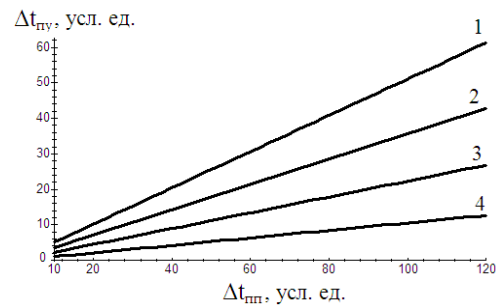


Рис. 1. Залежність $\hat{\Delta t}_{\text{пу}}$ допустимого значення часу підготовки і завдання ракетного удару від значення часу $\Delta t_{\text{пп}}$ перебування цілі на позиції при різних значеннях P^* : 1 – $P^* = 0,6$; 2 – $P^* = 0,7$; 3 – $P^* = 0,8$; 4 – $P^* = 0,9$

Аналіз отриманих результатів показує, що:

- із збільшенням значення часу $\Delta t_{\text{пп}}$ перебування цілі на позиції зростає допустимий час $\hat{\Delta t}_{\text{пу}}$ підготовки і нанесення ракетного удару;
- при збільшенні значення P^* ймовірність перебування цілі на позиції у момент нанесення ракетного удару зменшується значення $\hat{\Delta t}_{\text{пу}}$ допустимого часу підготовки і нанесення ракетного удару.

Допустимий час $\hat{\Delta t}_{\text{пу}}$ підготовки і нанесення ракетного удару складається з наступних складових:

$$\hat{\Delta t}_{\text{пу}} = \Delta t_{\text{СР}} + \Delta t_{\text{ІРК}} + \Delta t_{\text{ІПРУ}} + \Delta t_{\text{ІППР}} + \Delta t_0,$$

де $\Delta t_{\text{СР}}$ – час системи розвідки, потрібний для отримання і передачі первинних розвідувальних відомостей у відповідний штаб, плануючий ракетний удар;

$\Delta t_{\text{ІРК}}$ – час інформаційно-розрахункового комплексу, потрібний для формування координат точок прицілювання і відповідних еталонних зображень;

$\Delta t_{\text{ІПРУ}}$ – час відповідного штабу, плануючого ракетний удар, потрібне для ухвалення рішення, формування і передачі бойового наказу на завдання ракетного удару відповідним ракетним підрозділом;

$\Delta t_{\text{ІППР}}$ – час відповідного ракетного підрозділу, потрібний для підготовки і проведення пусків ракет з певного початкового положення в заданих умовах обстановки;

Δt_0 – час польоту ракети до цілі.

Допустимо, що вказані часові інтервали обмежені та задовольняють наступним обмеженням:

$$\Delta t_{\text{СР}} \leq \Delta T_{\text{СР}}, \quad \Delta t_{\text{ІРК}} \leq \Delta T_{\text{ІРК}},$$

$$\Delta t_{\text{ІПРУ}} \leq \Delta T_{\text{ІПРУ}},$$

$$\Delta t_{\text{ІППР}} \leq \Delta T_{\text{ІППР}}, \quad \Delta t_0 \leq \Delta T_0,$$

де $\Delta T_{\text{СР}}$ – максимально допустимий час системи розвідки; $\Delta T_{\text{ІРК}}$ – максимально допустимий час

ІРК; $\Delta T_{\text{ПРУ}}$ – максимально допустимий час планування ракетного удару; $\Delta T_{\text{ППР}}$ – максимально допустимий час підготовки і проведення пусків ракет із заданого початкового положення в заданих умовах обстановки; T_0 – максимальний час польоту ракети на максимальну дальність.

Якщо покласти, що значення $\Delta T_{\text{ІРК}}$, $\Delta T_{\text{ПРУ}}$, $\Delta T_{\text{ППР}}$ та ΔT_0 визначені відповідними нормативними документами, тоді значення максимально допустимого часу $\Delta T_{\text{СР}}$ можна оцінити по формулі:

$$\Delta T_{\text{СР}} = \Delta E_{\text{пу}} - \Delta T_{\text{ІРК}} - \Delta T_{\text{ПРУ}} - \Delta T_{\text{ППР}} - \Delta T_0.$$

Для проведення оцінних розрахунків покладемо такі значення вказаних величин $\Delta T_{\text{ІРК}} = 3$ хв; $\Delta T_{\text{ПРУ}} = 5$ хв; $\Delta T_{\text{ППР}} = 3$ хв; $\Delta T_0 = 9$ хв, тоді допустимий час функціонування $\Delta T_{\text{СР}}$ оцінюється лінійною функцією (рис. 2).

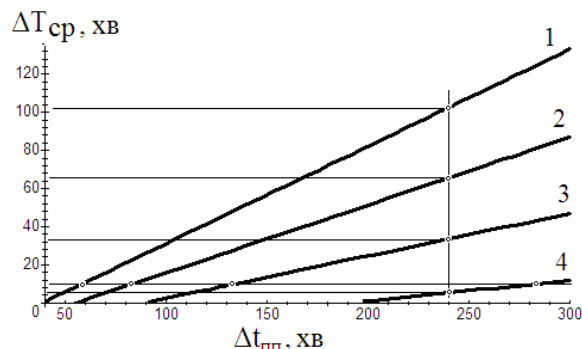


Рис. 2. Залежність значення $\Delta T_{\text{СР}}$ максимально допустимого часу систем розвідки від значення часу $\Delta t_{\text{ПП}}$ перебування цілі на позиції при різних значеннях P^* :
1 – $P^* = 0,6$; 2 – $P^* = 0,7$; 3 – $P^* = 0,8$; 4 – $P^* = 0,9$

Висновки

Отримані результати оцінки значення $\Delta T_{\text{СР}}$ максимально допустимого часу систем розвідки дозволяють зробити такі висновки:

– при поразці рухомих об'єктів, час перебування на позиції яких перевищує 240 хв при значенні $P^* = 0,9$ значення $\Delta T_{\text{СР}} = 5$ хв;

– при зниженні вимог до значення ймовірності P^* збільшується допустимий час $\Delta T_{\text{СР}}$, так при $P^* = 0,6$ значення $\Delta T_{\text{СР}} = 100$ хв;

– при зменшенні значення часу $\Delta t_{\text{ПП}}$ перебування цілі на позиції посилюються вимоги до значення $\Delta T_{\text{СР}}$;

– при значення $\Delta T_{\text{СР}} = 5$ хв можливо наносити ракетний удар по цілі, яка перебуває на позиції більше 60 хв, але при цьому значення $P^* = 0,6$.

Список літератури

1. Барабанов А.Д. Совершенствование разведки в интересах применения высокоточного оружия ракетных войск и артиллерии / А.Д. Барабанов // Военная мысль. – 2003. – № 11. – С. 28-31.

2. Бочкарев В.С. О построении системы разведки в интересах огневого поражения противника / В.С. Бочкарев, А.Д. Барабанов, А.П. Селиванов // Военная мысль. – 2001. – № 6. – С. 43-46.

3. Вепрецкий В.А. Перспективы применения средств воздушной разведки в бою и операции / А.Д. Барабанов // Военная мысль. – 2012. – № 3. – С. 53-57.

4. Казарьян Б.И. Беспилотные аппараты: способы применения в составе боевых систем / А.Д. Барабанов // Военная мысль. – 2012. – № 3. – С. 21-25.

5. Балахонцев Н. Влияние концепции "сетцентрическая война" на эффективность разведывательного обеспечения Вооруженных Сил США / Николай Балахонцев, Андрей Кондратьев // ЗВО. – 2011. – № 2. – С. 14-20.

6. Заповев С. Задачи разведывательного обеспечения операций и боевых действий СВ США в современных войнах и вооруженных конфликтах / С. Заповев // ЗВО. – 2010. – № 2. – С. 35-42.

7. Фендриков Н.М. Методы расчета боевой эффективности вооружения / Н. Фендриков, В. Яковлев. – М.: Воениздат, 2003. – 224 с.

Надійшла до редколегії 16.04.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.В. Бараннік, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

МЕТОД ОЦЕНКИ ДОПУСТИМОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЦИКЛА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ РАЗВЕДКИ В РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНО-УДАРНОМ КОМПЛЕКСЕ ПРИ НАНЕСЕНИЯ УДАРА ПО ДВИЖУЩИМСЯ ОБЪЕКТАМ

А.А. Журавлев, М.Г. Иванец

В статье приведен метод обоснования допустимой продолжительности проведения воздушной разведки для подготовки ракетного удара. Представлена зависимость допустимого значения времени подготовки и нанесения ракетного удара от значения времени пребывания цели на позиции при различных значениях вероятности поражения объекта и зависимость значения максимально допустимого времени функционирования системы разведки информационно-разведывательного комплекса от значения времени пребывания цели на позиции при различных значениях вероятности поражения объекта.

Ключевые слова: высокоточный ракетный комплекс, ракетный удар, воздушная разведка.

METHOD OF ASSESSING THE PERMISSIBLE DURATION OF THE CYCLE OF THE SYSTEM INTELLIGENCE RECONNAISSANCE-STRIKE COMPLEXES WITH STRIKE ON MOVING OBJECTS

A.A. Zhuravlev, M.G. Ivanets

The paper presents a method of justifying the permissible length of air-time exploration to prepare a missile strike. The dependence of allowable time preparation and a missile strike on the value of the residence time in the goal position at different values of probability-tions defeat the object and the dependence the maximum allowable time-function tioning system intelligence information and intelligence complex on the value the time pre-descending goals for positions for different values probability of hitting the object.

Keywords: high-precision missile system, missile strike, aerial reconnaissance.