

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ЧАСУ ПЕРЕБУВАННЯ ПІДРОЗДІЛУ ЗРВ НА ПОЗИЦІЇ ПІД ЧАС ВЕДЕННЯ МАНЕВРЕНИХ БОЙОВИХ ДІЙ СПОСОБОМ БОЙОВОГО ПАТРУЛЮВАННЯ

В.Є. Шамко¹, О.Б. Крамаренко², В.Г. Малюга², О.Ф. Галицький²
(¹Національна академія оборони України, Київ,
²Харківський університет Повітряних Сил)

В статті наведена удосконалена модель прогнозу імовірностей викриття стану системи вогню під час спільної діяльності розвідок, яка дозволяє вирішити аналітично задачу визначення раціонального часу перебування підрозділу ЗРВ на позиції під час ведення маневрених бойових дій.

модель прогнозу, спільна діяльність розвідок, маневрені бойові дії

Постановка проблеми. Ефективність системи вогню залежить від варіантів дій засобів повітряного нападу в зоні вогню угруповання ЗРВ, які, в свою чергу, залежать від відповідності наявної інформації у противника про стан системи вогню реальному бойовому порядку. Ця інформація отримується в процесі попередньої розвідки району бойових дій, під якою розуміються дії радіотехнічної, радіолокаційної, фотографічної, телевізійної, інфрачервоної, радіологічної розвідок спеціалізованими засобами наземного, повітряного, космічного базування до початку авіаційного удару в інтересах забезпечення необхідною інформацією засобів РЕБ повітряного противника.

Для кожного підрозділу існує сукупність відомостей, знання яких дозволяє противнику виробити оптимальні дії авіації (заходи радіоелектронної протидії, маршрут у зоні вогню) і в такий спосіб знизити ефективність бойових дій угруповання ЗРВ. Це, насамперед, координати точок стояння вогневих підрозділів угруповання і ТТХ ЗРК, якими озброєні підрозділи ЗРВ [1].

Забезпечення захисту цих відомостей у діяльності керівного складу угруповання ЗРВ в теперішній час представляє складний комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на запобігання їхньому витоку під час протидії розвідці противника.

Мета статті: удосконалення моделі прогнозу імовірностей викриття стану системи вогню під час спільної діяльності розвідок для визначення раціонального часу перебування підрозділу ЗРВ на позиції під час ведення маневрених бойових дій способом бойового патрулювання.

Аналіз літератури. Основними способами протидії добуванню розвідінформації на етапі попередній розвідки стану системи вогню в угрупованні ЗРВ є заходи щодо маскуванню позицій і періодична зміна позицій підрозділів. Тобто, при оцінці ступеню викриття попередньою розвідкою стану системи вогню під час ведення маневрених бойових дій потрібно урахування значень часових параметрів перебування підрозділів на позиціях і якості маскуванню з метою протидії технічним засобам розвідки противника.

Приймемо у якості вихідної гіпотезу про те, що з можливих джерел витоку охоронюваних відомостей про стан системи вогню, таких, як: озброєння і військова техніка, матеріальні носії інформації (документи, машинні носії), технічні засоби управління і зв'язку, особовий склад – інформація отримується противником завдяки наявності демаскуючих ознак озброєння і військової техніки.

Основними демаскуючими ознаками підрозділу ЗРВ, згідно [2], є:
для оптичної розвідки – специфічний зовнішній вигляд і особливості конструкцій радіотехнічних засобів РЛС ЗРК та станцій наведення ракет, пускових установок з ЗКР, розташування озброєння на самохідних шасі, типове планування позицій;

для інфрачервоної розвідки – теплове випромінювання антенних систем радіотехнічних засобів, дизель-електростанцій і газотурбінних агрегатів живлення;

для радіолокаційної розвідки – радіолокаційний контраст елементів підрозділу і їх взаємне розміщення на позиції, особливо вишок під антенні пости;

для радіо і радіотехнічної розвідки – параметри сигналів радіотехнічних засобів ЗРК;

для радіаційної розвідки – гама-нейтронний фон, імпульсне нейтронне випромінювання [3].

Є різні підходи до вирішення задачі урахування значень часових параметрів перебування підрозділів ЗРВ на позиціях і якості заходів щодо протидії технічним засобам розвідки противника під час оцінки ступеню викриття попередньою розвідкою стану системи вогню під час ведення маневрених бойових дій. В роботі [4] на основі аналізу інформаційної роботи операторів розвідорганів показано, що основним її змістом є процес ухвалення рішення про наявність об'єкта того чи іншого типу на основі наявного обсягу розвідувальної інформації. Тому робиться висновок, що кількісна оцінка достовірності рішення про наявність об'єкта передбачає побудову залежності, що пов'язує суб'єктивну величину (суб'єктивну оцінку достовірності прийнятого рішення) із розвідувальною інформацією, яка її викликає. Процесіограма прийняття рішення оператором розвідоргану щодо до-

несення від розвідки f-го типу під час періодичної зміни позиції підрозділу при визначеному значенні критерію достовірності $y_{здоп}$ показаний на рис. 1, де через $t_{грл}$ та $t_{гри}$ позначено часи хибного та вірного прийняття рішення про знаходження підрозділу на позиції за r -й цикл бойового патрулювання.

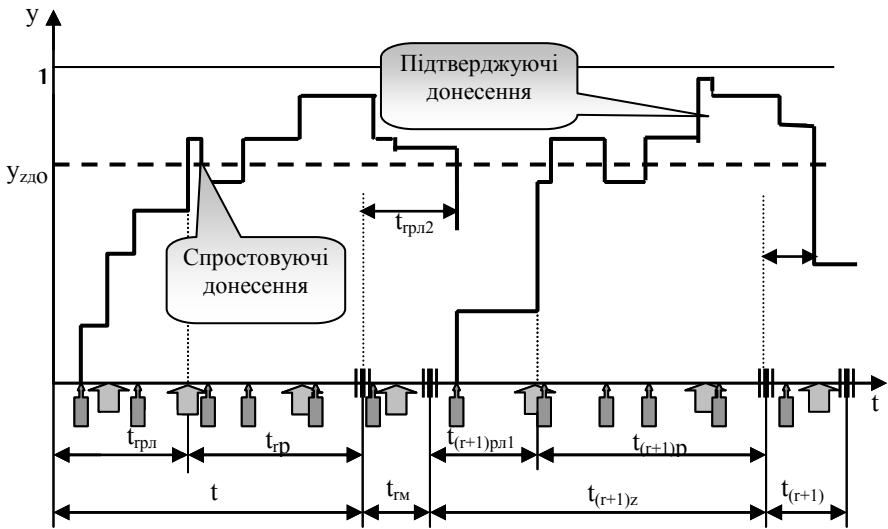





Рис. 1. Процесіограма прийняття рішення оператором розвідоргану щодо донесення від розвідки f-го типу під час періодичної зміни позиції підрозділу:
  – час прийняття рішення оператором розвідоргану по донесенню від розвідки f-го типу;  – час зайняття позиції підрозділом або початок маршу

Але аналітичний опис подібних функцій („логістичного” виду) важкий з точки зору знаходження раціонального часу перебування зрди на позиції.

Розділ основного матеріала. Під час ведення маневрених бойових дій способом бойового патрулювання можливі наступні ситуації викриття системою розвідки противника стану підрозділу (рис. 2), де t_m – час згортання, здійснення маршу, розгортання озброєння на новій позиції, t_c – час знаходження підрозділу на позиції до наступного маршу:

1. Підрозділ здійснює марш, приймається рішення про перебування підрозділу на старій позиції.
2. Підрозділ здійснює марш, приймається рішення про залишення старої підрозділу позиції.
3. Підрозділ на новій позиції, приймається рішення про перебування підрозділу на старій позиції (“старіння інформації”).
4. Підрозділ на новій позиції, приймається рішення про залишення старої позиції, але підрозділ ще не знайдений на новій позиції (“втрата”).

5. Підрозділ на новій позиції, ще не прийнято рішення про залишення підрозділом старої позиції, але він вже знайдений на новій (“подвоєння”).

6. Підрозділ на новій позиції, приймається рішення про перебування його на новій позиції.

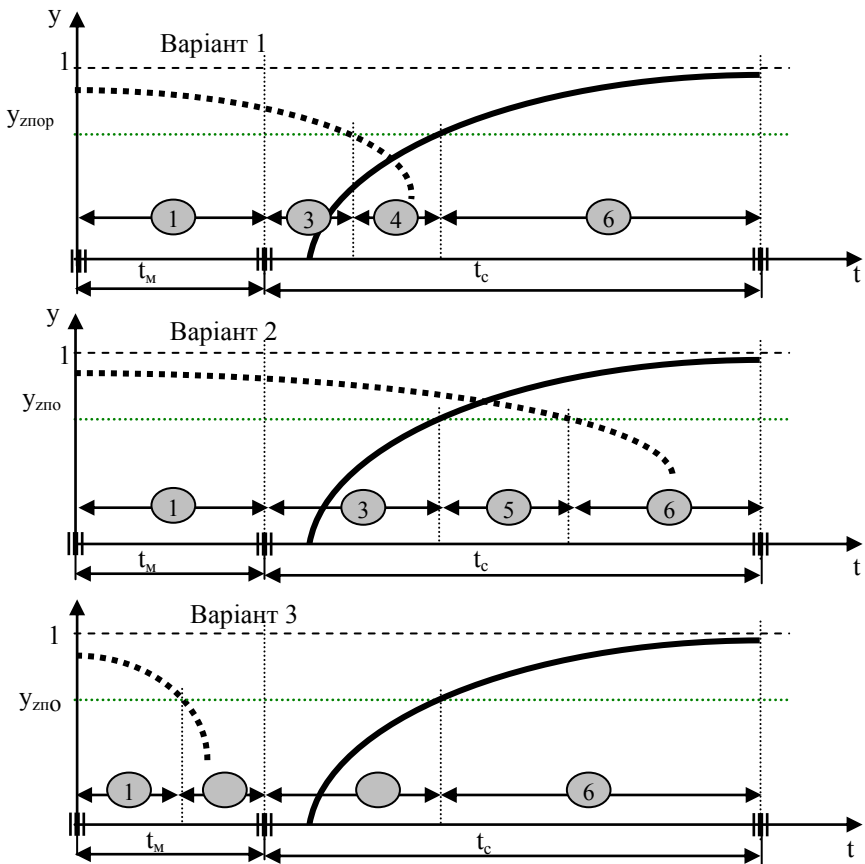


Рис. 2. Процесіограма викриття стану підрозділу після здійснення ним маршруту

Можливість реалізації тієї чи іншої ситуації в момент нанесення авіаційного удару по об'єктах при випадковому початку удару можна охарактеризувати імовірностями реалізації цих ситуацій P_r , $r = 1 \dots 6$.

Більш доцільним, за критерієм складність-достовірність, є підхід до оцінки впливу попередньої розвідки стану системи вогню на ефективність бойових дій запропонований в роботі [5], в основі якого лежить гіпотеза про рівноцінність розвідувальних донесень у часі. Припустивши, що процес одержання розвідінформації є циклічний процес для кожного типу розвід-

ки, визначено, що імовірність достовірного виявлення підрозділу на позиції γ є функція часу знаходження його на позиції t , часу циклу розвідки τ (збору, доставки й обробки інформації), імовірності викриття за цикл розвідкою P , кількості удаваних позицій n_d і характеристики їх подібності ξ :

$$\gamma = \frac{1 - (1 - P)^{t/\tau}}{1 + \xi n_d}. \quad (1)$$

У загальному випадку, необхідно враховувати те, що противник може мати апріорну інформацію про охоронювані відомості. Однак для спрощення моделі вона не враховується.

У [5] обчислюється імовірність виявлення підрозділу на позиції. Але більш важливими, з точки зору організації протидії радіоелектронному заглушенню, є дослідження ситуацій “старіння інформації”, “подвоєння”, “втрати” сутність яких визначена вище. Реалізація саме цих ситуацій приводить до зниження ефективності управління постановкою радіозавод. Дійсно, станції індивідуального захисту повинні забезпечувати ефективну постановку радіозавод одночасно трьом-п’яти радіолокаційним засобам ЗРВ, які працюють в одному діапазоні хвиль. Ситуація “подвоєння”, під час використання кількох удаваних випромінювачів одночасно, може привести до переходу роботи станції постановки АЗ в режим загороджувальних радіозавод. А ситуації “старіння інформації”, “втрати” приводять до неможливості використання когерентних багатоточкових рознесених радіозавод, кросполяризаційної радіозаводи, “Крос Ай”, тобто самих небезпечних для РЕЗ системи вогню.

Одним з заходів протидії розвідці противника щодо добування розвідінформації про стан системи вогню є маскуванню позицій підрозділів. У [2] в якості показника ефективності маскуванню введений показник α_f , який має розмірність від 0 до 1 і показує в скільки разів зменшується умовна потенційна імовірність добування за цикл достовірної розвідінформації P_f розвідкою f -го типу. Методика оцінки цього показника викладена в [2] для різних типів розвідки. Тоді, умовну імовірність встановлення істинного факту, що підрозділ знаходиться на позиції, з урахуванням спільної діяльності розвідок різних типів і направлених на протидію розвідці заходами щодо маскуванню позицій підрозділу α_f викладемо, як

$$P_{\alpha}(t) = \begin{cases} 0, & 0 < t < t_m; \\ 1 - \prod_{f=1}^F (1 - \alpha_f P_f)^{t/\tau_f}, & t_m < t < t_c + t_m, \end{cases} \quad (2)$$

де t_c – час знаходження підрозділу на позиції; t_m – час згортання, здійснення маршру, розгортання підрозділу на позиції; τ_f – час циклу розвідки

f -го типу (збору, доставки і обробки інформації); P_f – умовна імовірність викриття за цикл розвідкою f -го типу; α_f – показник якості маскуваня.

Після залишення підрозділом позиції на ній може розгортатися обладнання удаваної позиції (зразки РЕЗ та ЗКР 5 категорії), імітуватися життєдіяльність підрозділу, випромінювання РЕЗ, теплові випромінювання. Якість удаваної позиції характеризується умовною імовірністю прийняття удаваної позиції за справжню β_f розвідкою f -го типу

Тоді умовна імовірність встановлення того, що підрозділ знаходиться на позиції після її залишення бойовим підрозділом і розміщення на цьому місці обладнання удаваної позиції P_β , при відомих значеннях характеристики удаваної позиції β_f визначається за формулою:

$$P_\beta(t) = \prod_{f=1}^F (1 - (1 - \beta_f) P_f)^{t/\tau_f}, \quad 0 < t \leq t_m + t_c. \quad (3)$$

Типові залежності умовних імовірностей $P_\alpha(t)$ та $P_\beta(t)$ під час циклу бойового патрулювання підрозділу показані на рис. 3.

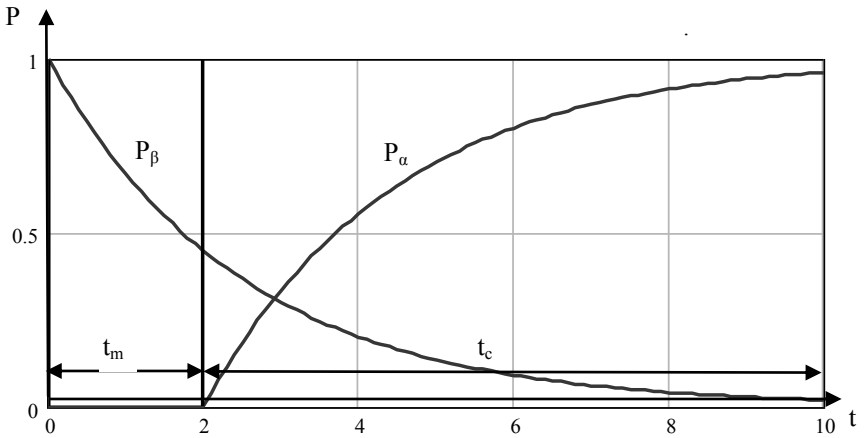


Рис. 3. Залежність умовних імовірностей P_α P_β від часу циклу бойового патрулювання підрозділу

Визначимо в табл. 1 повну групу подій, які відповідають ситуаціям 1-6 і відповідні їм імовірності викриття стану системи вогню за цикл бойового патрулювання. Умовна імовірність P_f фіксування достовірної розвідінформації характеризує потенційні можливості сил і засобів розвідки і визначається статистично.

Перевагою запропонованої моделі визначення ймовірностей викриття стану системи вогню є можливість обчислення оптимального, за критерієм максимуму ефективності бойових дій, часу перебування на позиції підрозділу t_c^* під час ведення маневрених бойових дій бойовим патрулюванням.

Таблиця 1

Умовні імовірності викриття стану системи вогню $P(C_i)$

№ з/п	Ситуація викриття стану системи вогню	Значення $P(C_i)$ за час $T = t_m + t_c$
1	C_1 – підрозділ здійснює марші, приймається рішення про перебування підрозділу на старій позиції	$P(C_1) = \frac{1}{T} \int_0^{t_m} P_\beta dt$
2	C_2 – підрозділ здійснює марш, приймається рішення про залишення підрозділом старої позиції	$P(C_2) = \frac{1}{T} \int_0^{t_m} (1 - P_\beta) dt$
3	C_3 – підрозділ на новій позиції, приймається рішення про перебування підрозділу на старій позиції (“старіння інформації”)	$P(C_3) = \frac{1}{T} \int_0^{t_m} (1 - P_\alpha) P_\beta dt$
4	C_4 – підрозділ на новій позиції, приймається рішення про залишення підрозділом старої позиції, але зрід ще не знайдений на новій позиції (“втрата”)	$P(C_4) = \frac{1}{T} \int_0^{t_m} (1 - P_\alpha)(1 - P_\beta) dt$
5	C_5 – підрозділ на новій позиції, ще не прийнято рішення про залишення підрозділом старої позиції, але вже знайдений на новій (“подвоєння”)	$P(C_5) = \frac{1}{T} \int_0^{t_m} P_\alpha P_\beta dt$
6	C_6 – підрозділ на новій позиції, приймається рішення про перебування його на новій позиції	$P(C_6) = \frac{1}{T} \int_0^{t_m} P_\alpha (1 - P_\beta) dt$

Для спрощення знаходження залежності t_c^* прийемо наступні обмеження: час здійснення маршу підрозділом між будь-якими позиціями в межах позиційного району постійний $t_m = \text{const}$; інформація про стан системи вогню отримується від розвідки з імовірністю фіксування достовірних розвідомостей P за цикл розвідки з часом τ ; заходи щодо протидії розвідці відсутні $\alpha = \beta = 1$; під час знаходження підрозділу на позиції кожній ситуації розвідки стану системи вогню відповідає якийсь рівень ефективності системи вогню ($C_i(t) - P_{\eta i}$, $i = \overline{3,6}$). Тоді залежність ефективності системи вогню P_η від імовірностей $P(C_1)$ - $P(C_6)$ може бути представлена у вигляді [6]:

$$P_\eta(t) = \sum_{i=3}^6 P(C_i(t)) \cdot P_{\eta i} \quad (4)$$

Підставивши вирази $P(C_i(T))$ за табл. 1 у вираз (2.12), знайдемо оптимальний час перебування підрозділу на позиції

$$t_c^* = \ln \left[\frac{P_{\eta 5} + P_{\eta 4} - 2P_{\eta 6}}{2 \left\{ P_{\eta 5} - P_{\eta 6} + (P_{\eta 4} - P_{\eta 3}) \cdot \exp \left(\frac{\ln(1-P)t_m}{\tau} \right) \right\}} \right] \cdot \frac{\tau}{\ln(1-P)} \quad (5)$$

Отримання аналітичного виразу для розрахунку оптимального часу перебування на позиції підрозділу t_c^* з урахуванням заходів протидії розвідкам, сумісної дії кількох видів розвідок натикається на обчислювальні труднощі. Тоді величина t_c^* може бути отримана числовими методами.

Висновок. Удосконалена модель прогнозу імовірностей викриття стану системи вогню під час спільної діяльності розвідок різних типів у залежності від значень керованих параметрів: часу перебування підрозділу на позиції, часу здійснення маршру, якості маскуванню позицій, якості удаваних позицій при умові розгортання її на місці залишеному підрозділом; та від некерованих: імовірностей викриття місцезнаходження підрозділу за цикл розвідки, часу циклів розвідок; на відміну від існуючих моделей, пропонується модель побудована з урахуванням припущень і обмежень, які більше відповідають реальному процесу ведення розвідки стану системи вогню: отримання інформації ведеться розвідками різних типів; можливе існування ситуацій “старіння інформації”, “втрати”, “подвоєння”, під час яких, в момент удару ЗПН, ефективність управління постановкою радіозавод знижується; з метою розрахунку раціонального за критерієм максимуму ефективності бойових дій часу перебування на позиції підрозділу t_c^* під час “бойового патрулювання”, необхідно оцінити ефективність системи вогню в різних ситуаціях викриття попередньою розвідкою стану системи вогню угруповання ЗРВ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гуров В.П. *Определение вероятности определения объектов разведывательными космическими аппаратами как функции времени* // *Научно-методические материалы в/ч 03444, 1976. – Вып. 12 (41). – С. 53 – 60.*
2. Тимонов Ю.М., Финаев В.П., Хондожко А.И. *Радиоэлектронная борьба и ее организация в Войсках ПВО. – Х.: ХВУ, 1993. – 293 с.*
3. *Тактика ЗРВ: Учебник / А.И. Хюпенен, Ф.К. Неупокоев, Г.Н. Баранов, Э.А. Бурачевский, Ю.П. Демин и др. – Калинин: ВКА, 1989. – 472 с.*
4. Юрковский А.Т. *Методика определения и сравнительной оценки критериев скрытности некоторых типов РЛС ракетных войск и артиллерии* // *Военная радиоэлектроника. – М.: МО СССР. – 1976. – Вып. 4 (396). – С. 49 – 58.*
5. Неупокоев Ф.К. *Мобильность объектовой ПВО (по опыту локальных войн)* // *Военная мысль. – 1980. – Вып. 6. – С. 33 – 38.*
6. Гуров В.П. *Методика определения оптимального периода циклической перемещения военных объектов* // *Научно-методические материалы в/ч 03444. – 1976. – Вып. 12 (41). – С. 87 – 92.*

Надійшла 21.10.2005

Рецензент: доктор військових наук, професор І.О. Кириченко,
Харківський університет Повітряних Сил