

Спартак Юрійович Гогоняц (канд. військ наук, с.н.с.)
Сергій Васильович Поліщук

Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, Київ, Україна

ДЕКОМПОЗИЦІЯ ЕЛЕМЕНТАРНОГО ПРОЦЕСУ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

В статті проведено декомпозицію елементарного процесу радіолокаційного забезпечення бойових дій сил і засобів протиповітряної оборони, визначено, що основними функціональними станами мобільного радіолокаційного комплексу в ході радіолокаційного забезпечення є пошук, виявлення повітряних цілей та видача радіолокаційної інформації про них споживачам. Визначено, що в стані пошуку і виявлення повітряних цілей зміст радіолокаційного забезпечення визначається формами і способами дій повітряного противника та можливостями засобів радіолокаційної розвідки, а в стані видачі радіолокаційної інформації - формами і способами дій як повітряного противника, так і споживачів радіолокаційної інформації.

Ключові слова: елементарний процес; радіолокаційне забезпечення; бойові дії сил і засобів протиповітряної оборони; мобільний радіолокаційний комплекс; радіолокаційна інформація.

Вступ

Постановка проблеми. Аналіз досвіду сучасних воєнних конфліктів [1] засвідчує головуючу роль засобів повітряного нападу (ЗПН). При цьому завдання боротьби із сучасними ЗПН покладається на сили і засоби протиповітряної оборони (ППО), ступінь реалізації бойових можливостей яких залежить від ефективності радіолокаційного забезпечення (РЛЗ).

Завдання РЛЗ покладені на угруповання РТВ, змістом якого є забезпечення радіолокаційною інформацією (РЛІ) про повітряну обстановку угруповання сил і засобів ППО.

Проте, досвід збройного протиборства в повітряному просторі [1], виконання завдань в зоні проведення АТО, та проведення командно-штабних навчань свідчить про критично низький рівень ефективності радіолокаційного забезпечення споживачів радіолокаційної інформації (РЛІ), і як наслідок, не виконання завдань угрупованням сил і засобів ППО.

Таким чином, в практиці військ існує невирішене завдання, яке полягає у низькому рівні ефективності РЛЗ споживачів РЛІ в інтересах вирішення завдань ППО (далі РЛЗ).

Основною причиною наявності цього факту є невизначеність змісту способів РЛЗ основних виконавців завдань протиповітряної оборони: зенітних ракетних військ (ЗРВ), винищувальної авіації (ВА) та сил і засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ). Тому важливим для теорії і практики бойового застосування сил і засобів ППО є чітке розуміння функціональних особливостей та змісту способів РЛЗ в інтересах відповідних споживачів РЛІ, чого не можливо досягнути за межами теоретичної площини цієї галузі військової науки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Аналіз наукових досліджень ефективності РЛЗ споживачів РЛІ [2-4] показав, що ці роботи є

фундаментальними і складають теоретичну основу дослідження процесів РЛЗ. Однак закономірності способів РЛЗ, в залежності від потреб споживачів РЛІ, потребують виокремлення їх відмінностей, зокрема під час пошуку і виявлення повітряних цілей, а також видачі радіолокаційної інформації.

Як свідчать [2-4] ретельного опису потребують характеристики якості процесу РЛЗ, що в свою чергу вимагає системного підходу.

Виходячи із цього метою даної статті є декомпозиція елементарного процесу радіолокаційного забезпечення для опису особливостей способів його реалізації.

Виклад основного матеріалу дослідження

За результатами формального опису процесу РЛЗ бойових дій сил і засобів ППО [5] визначено, що елементарною одиницею, яка спроможна виконувати завдання РЛЗ бойових дій сил і засобів ППО, є радіотехнічний підрозділ, озброєний мобільним радіолокаційним комплексом (МРК) (під МРК розуміється сукупність функціонально пов'язаних радіолокаційних засобів, засобів обробки і передачі даних та переміщення (транспортування)).

Тому приймемо, що елементарний процес РЛЗ складається із розвідки повітряного противника, обробки і видачі радіолокаційної інформації про виявлені ЗПН на визначені пункти управління сил і засобів ППО [2].

Із початком наявності повітряного противника ($t = 0$) на боездатний, розгорнутий на позиції бойового призначення, готовий до виконання бойового завдання МРК (стан $C_{\text{огл}}$) надходить команда на приведення в готовність №1. (рис.1) де $T_{\text{оглд}}$ – період огляду повітряного простору МРК;

$t_{\text{вкл}}$ – момент початку огляду повітряного простору МРК (приведення в готовність №1);

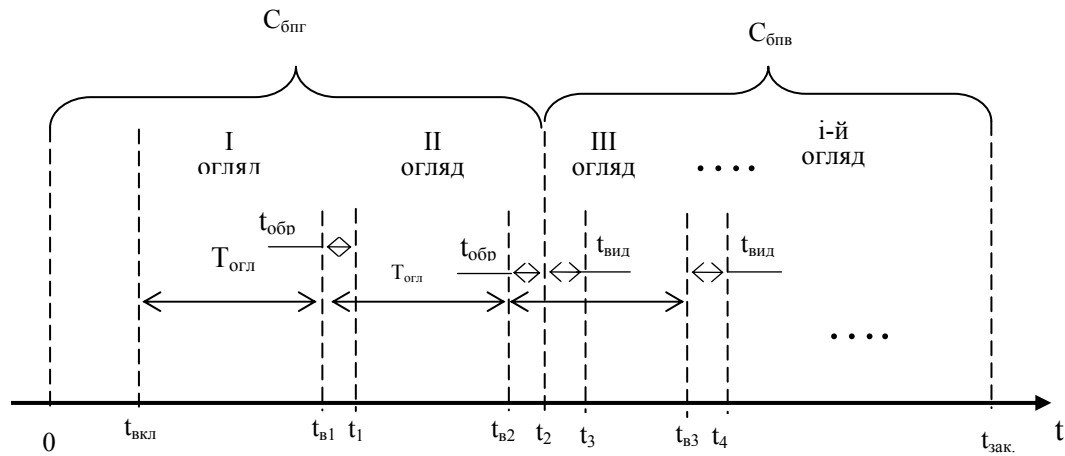


Рис.1. Елементарний процес радіолокаційного забезпечення

$t_{обр1}$ – час аналізу інформації про повітряну обстановку, яка отримана МРК за перший цикл огляду;

$t_{в2}$ – момент завершення другого і початку третього циклів огляду повітряного простору МРК;

t_2 – момент встановлення факту виявлення повітряної цілі в зоні виявлення МРК;

$t_{обр2}$ – час обробки радіолокаційної інформації про повітряну обстановку в МРК;

$t_{вид}$ – час видачі радіолокаційної інформації про повітряну ціль МРК споживачам;

t_3, t_4 – моменти закінчення видачі радіолокаційної інформації про повітряну ціль МРК споживачам;

$t_{зак.с}$ – момент закінчення супроводження повітряної цілі МРК.

Будемо вважати, що нальот ЗПН починається з моменту входу повітряних цілей у зону виявлення МРК із випадковими інтервалами і дистанціями. При цьому вважається, що потік повітряних цілей, що входять у зону виявлення МРК буде найпростішим (пуассонівським), який має властивості ординарності та відсутності післядії [6].

Ці особливості підтверджуються результатами обробки даних реальних бойових дій [2].

В $t_{вкл}$ (рис.1) радіолокаційна станція МРК переходить у режим огляду повітряного простору з періодом $T_{огл}$, здійснює пошук повітряних цілей шляхом опромінення заданої області повітряного простору (зони виявлення) електромагнітною енергією.

Після завершення огляду в $t_{в1}$ в МРК починається аналіз отриманої інформації про повітряну обстановку тривалістю $t_{обр1}$.

Визначимо, що під аналізом інформації про повітряну обстановку за огляд розуміється достовірне встановлення факту знаходження повітряних об'єктів у зоні виявлення (визначеному об'ємі простору) за ознаками: розміру, форми, тривалості існування відміток на екрані індикатора та їх яскравості [3].

Факт виявлення повітряного об'єкту може бути зафіксований в t_1 (рис.1) із миттєвою ймовірністю $P_{в1}$. Такий підхід доцільно застосовувати у випадках, коли кожний огляд проводиться із визначеною періодичністю

$$P_{в1} = \exp \left\{ -0,69 \left(\frac{D(H_{ц})}{D_{0,5}(H_{ц})} \right)^4 \right\}, \quad (1)$$

де $D(H_{ц})$ – дальність виявлення повітряної цілі МРК на висоті $H_{ц}$;

$D_{0,5}(H_{ц})$ – дальність виявлення повітряної цілі МРК на висоті $H_{ц}$ із імовірністю 0,5.

З $t_{в1}$ (рис.1) починається другий цикл огляду повітряного простору (зони виявлення), що триває до $t_{в2}$. Головною метою огляду повітряного простору за наступний цикл є уточнення (оновлення) інформації про повітряну обстановку.

Також припустимо, що повітряна ціль може бути виявлена на основі селекції повітряних об'єктів за ознаками регулярності надходження на вхід приймача РЛС МРК зондуючого сигналу, відбитого від повітряного об'єкту та характерної для повітряної цілі зміни координат (положення у просторі) [3].

В момент часу t_2 (рис.1) в результаті селекції повітряних об'єктів та за умови наявності вищенаведених ознак буде встановлено факт виявлення повітряної цілі в зоні виявлення МРК, визначено її координати (азимут, дальність, кут місця, висота) та характеристики, а саме швидкість ($V_{ц}$), напрямок руху, належність (свій - чужий).

Ймовірність виявлення повітряного об'єкту за другий цикл огляду буде визначатись із виразу (2)

$$P_{в2} = \exp \left\{ -0,69 \left(\frac{D(H_{ц}) - T_{огл} V_{ц}}{D_{(0,5)}(H_{ц})} \right)^4 \right\}, \quad (2)$$

де $V_{ц}$ – швидкість польоту цілі.

В подальшому ймовірність виявлення повітряної цілі P_B буде визначатись як накопичувальна за Θ циклів огляду:

$$P_B = 1 - \prod_{i=1}^{\Theta} (1 - P_i) \quad (3)$$

де i – номер огляду зони виявлення МРК ($i = \overline{1; \Theta}$);

P_i – ймовірність виявлення повітряної цілі за i -ий огляд зони виявлення МРК;

$$P_{B2} = \exp \left\{ -0,69 \left(\frac{D(H_{\Pi}) - (i-1)T_{\text{огл}} V_{\Pi}}{D_{(0,5)}(H_{\Pi})} \right)^4 \right\}, \quad (4)$$

Отже з моменту t_2 , коли буде встановлено факт виявлення повітряної цілі, МРК змінить свій якісний стан і перейде у стан $C_{\text{бпв}}$, зокрема, він буде боєздатний, розгорнутий на позиції бойового призначення, але зайнятий обробкою та видачею радіолокаційної інформації споживачам (рис.1).

З t_2 до t_3 (рис.1) МРК видає радіолокаційну інформацію про виявлену повітряну ціль споживачам за час $t_{\text{вид}}$.

Припустимо, що час видачі радіолокаційної інформації споживачам постійний ($t_{\text{вид}} = \text{const}$), і змінюється в залежності від способу її обробки.

Третій цикл огляду зони виявлення триває з t_{B2} до t_{B3} , за результатами якого радіолокаційна інформація про повітряну ціль видається споживачам із затримкою $t_{\text{вид}}$ (рис.1).

У стані $C_{\text{бпв}}$ МРК буде перебувати від моменту встановлення факту виявлення повітряної цілі t_2

до моменту закінчення супроводження $t_{\text{зак.с}}$. Дана подія може настати у наслідок знищення повітряної цілі вогневыми засобами угруповання сил і засобів ППО або її виходу із зони виявлення МРК.

Час перебування МРК в даному стані буде визначатись тривалістю супроводження повітряної цілі $t_{\text{супр}}$.

Під час виконання завдання РЛЗ бойових дій мінімально необхідний час $t_{\text{супр}}$ буде визначатись часом польоту повітряної цілі від рубежу виявлення повітряної (D_B) цілі МРК до межі зони ураження ЗРВ або рубежу знищення для ВА (рис.2) і розраховуватись із виразу:

$$t_{\text{супр}} = \frac{D_{\text{рлі}} - d_{\text{зв(рз)}}}{V_{\Pi}} \quad (5)$$

де $D_{\text{рлі}} = D_B - V_{\Pi} t_2$ – рубіж видачі інформації про повітряну ціль;

$d_{\text{зв(рз)}}$ – межа зони ураження ЗРВ (дальність до рубежу знищення ВА).

D_B – рубіж виявлення повітряного об'єкта.

Виходячи із зазначеного вище $t_{\text{супр}}$ в буде мати вигляд:

$$t_{\text{супр}} = \frac{D_B - d_{\text{зв(рз)}}}{V_{\Pi}} - t_2 = t_{\text{підл.}} - t_2 \quad (6)$$

$t_{\text{підл.}}$ – підлітний час ЗПН до рубежів виконання завдань споживачами РЛІ.

В момент часу $t_{\text{зак.с}}$ МРК припинить видачу РЛІ по даній цілі споживачам і перейде у стан огляду повітряного простору.

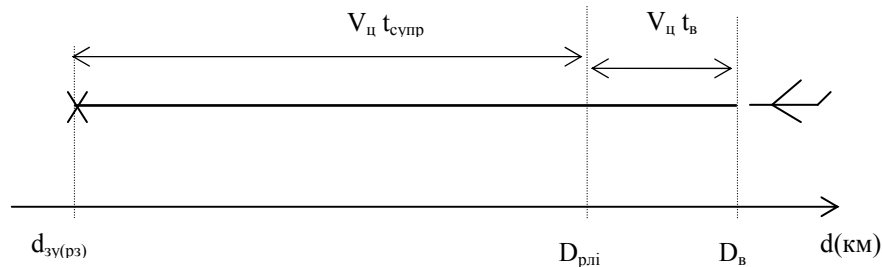


Рис. 2. Рубежі радіолокаційного забезпечення

Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином в ході проведення декомпозиції було встановлено, що основними функціональними станами МРК в ході елементарного процесу РЛЗ є пошук, виявлення повітряних цілей та видача радіолокаційної інформації про них споживачам. При цьому в стані пошуку і виявлення повітряних цілей зміст РЛЗ визначається формами і способами дій повітряного противника та можливостями засобів радіолокаційної розвідки щодо їх виявлення. В

стані видачі радіолокаційної інформації зміст РЛЗ буде визначатись формами і способами дій як повітряного противника, так і споживачів РЛІ, а вимоги до параметрів радіолокаційних полів будуть визначатись потрібними рубежами видачі радіолокаційної інформації і рубежами виконання бойових завдань споживачами.

Представлена декомпозиція може стати основою для розробки нового і удосконалення існуючого науково-методичного апарату дослідження ефективності РЛЗ і подальшого впровадження його у практику військ.

Література

1. Радецький В. Г. Протиповітряна оборона у локальних війнах і збройних конфліктах / В. Г. Радецький, І. С. Руснак, П. В. Щипанський та ін. – НАОУ – К, 2007. – 254 с. 2. Городнов В. П.

Моделювання бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку). Монографія / В. П. Городнов, Г. А. Дробаха,

М. О.Єрмошин, Є. Б.Смірнов, В. І. Ткаченко. – Харків: ХВУ, 2004. – 409 с. **3. Тактика** радіотехнічних військ: навчальний посібник / [Б. В. Бакуменко, В. І. Боровий, В. В. Ковкін та ін.]; під ред. Б. В. Бакуменка. – Х.: ХУПС, 2007. – 228 с. **4. Теорія** і практика боротьби з малорозмірними низьколітніми цілями (оцінка можливостей, тенденції розвитку засобів протиповітряної оборони). Монографія / [І. С. Романченко, О. М. Загорка, С. Г. Бутенко,

О. В.Дейнега]. - Житомир: "Полісся", 2011.-344 с. **5. Гогонянець С. Ю.** Модель радіолокаційного забезпечення бойових дій угруповання сил і засобів протиповітряної оборони в операціях / С.Ю. Гогонянець, С.В. Поліщук // Системи обробки інформації. - Х.: ХУПС, 2016. - №3 (140).- С. 105-110. **6. Вентцель Е. С.** Исследование операций / Е. С. Вентцель. – М.: Сов. Радио, 1972. – 552 с.

ДЕКОМПОЗИЦІЯ ЕЛЕМЕНТАРНОГО ПРОЦЕСА РАДІОЛОКАЦІОННОГО ОБЕСПЕЧЕННЯ

*Спартак Юрєвич Гогонянець (канд. воен. наук, с.н.с.)
Сергей Васильевич Полищук*

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В статье проведено декомпозицию элементарного процесса радиолокационного обеспечения боевых действий сил и средств противовоздушной обороны, определено, что основными функциональными состояниями мобильного радиолокационного комплекса во время радиолокационного обеспечения есть поиск, обнаружение воздушных целей и выдача радиолокационной информации о них потребителям. Определено, что в состоянии поиска и обнаружения воздушных целей содержание радиолокационного обеспечения определяется формами и способами действий воздушного противника и возможностями средств радиолокационной разведки, а в состоянии выдачи радиолокационной информации – формами и способами действий, как воздушного противника, так и потребителей радиолокационной информации.

Ключевые слова: элементарный процесс; радиолокационное обеспечение; боевые действия сил и средств противовоздушной обороны; мобильный радиолокационный комплекс; радиолокационная информация.

DECOMPOSITION OF ELEMENTARY RADIOLOCANIONAL SUPPORTING PROCESS

*Spartak Y. Hohoniants (Candidate of Military Sciences, Senior Research Fellow)
Serhii V. Polishchuk*

National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

Experience of modern military conflicts shows us that success of every operation depends on effectivity of actions, forces and means of air defense, although the success of operations depends on effectivity of radar software. The content of radar supporting is providing information about air situation to the control points of air defense. Radar supporting is committed by radio-radar troops. Clear understanding of functional features and means of radiolocational supporting is important for theory and practice combat employment of radio-radar troops. It is necessary to describe the quality of the process of radar software, which requires a systemic approach. In the article decomposition of the elementary process of radiolocational supporting of operations, forces and means of air defense is conducted. It is determined, that basic functional conditions of mobile radar complex, during radiolocational supporting, are searching, detecting of flying objects and issuance of radiolocational information about them to the consumers. It is determined, that in the searching and detecting of flying objects conditions, matter of radiolocational supporting is determined with forms and ways of actions of air enemy and with possibilities of means of radiolocational exploring, but in condition of issuance of radiolocational information – with forms and ways of actions of both, air enemy and consumers of radiolocational information.

Keywords: elementary process; radiolocational supporting; operations forces and means of air defense; mobile radar complex; radiolocational information.

References

1. Radetskiy V.G., Rusnak I.S., Schypansky P.V. and others. (2007), The air defense of local wars and armed conflicts. [Proty povitryana oborona u lokal'ny'x vijnax i zbrojny'x konfliktax], NAOU, Kyiv, 254 p.
2. Horodnov V.P., Drobaha G.A., Yermoshyn M.O., Smirnov Ye.B., Tkachenko V.I. (2004), Simulation fighting troops (forces) air defense and information support process management (theory, practice, history of): monograph [Modelyuvannya bojovy'x dij vijs'k (sy'l) proty povitryanoyi oborony' ta informacijne zabezpechennya procesiv upravlinnya ny'my' (teoriya, prakty'ka, istoriya rozvy'tku). Monografiya], HVU, Kharkov, 409 p.
3. Bakumenko B.V., Borovoy V.I., Kovkin V.V. (2007) Tactics radar troops: Tutorial. [Taky'ka radiotexnichny'x vijs'k: navchal'ny'j posibny'k], HUPS, Kharkov, 228 p.

4. Romanchenko I.S., Zahorka O.M., Butenko S.H., Deyneha O.V. (2011), Theory and practice of combating pinpoint low-altitude targets (evaluation of opportunities, trends in air defense). Monograph. [Teoriya i prakty'ka borot'by' z malorozmirny'my' ny'z'kolitny'my' cilyamy' (ocinka mozhly'vostej, tendenciyi rozvy'tku zasobiv proty povitryanoyi oborony'). Monografiya], Zhytomyr, 344p. **5. Hohoniants S.Ju.**, Polishchuk S.V., (2016), Model radar Combat Support grouping of forces and means of air defense operations. [Model' radiolokacijnogo zabezpechennya bojovy'x dij ugrupovannya sy'l i zasobiv proty povitryanoyi oborony' v operacijax], Sy'stemy' obrobky' informaciyi. No.3 (140), pp. 126-130. **6. Wentzel E.C.** (1972) Investigation Operations. [Y'sledovany'e operacy'j], Moscow, 552 p.

Отримано: 09.03.2016 року.