

УДК 355.40

О.В. Заліван, І.А. Таран

*Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

## **ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ РОЗВІДКОЮ ЗАГАЛЬНОВІЙСЬКОВОГО ФОРМУВАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВОГНЕВОГО УРАЖЕННЯ ПРОТИВНИКА В БОЮ**

*У статті запропоновано методику оптимізації структури системи управління розвідкою загальновоійськового формування для підвищення ефективності вогневого ураження противника в бою. Методика може бути використана для вироблення рекомендацій з організації розвідки командування загальновоійськового формування.*

*вогневе ураження, система управління розвідкою*

### **Постановка проблеми**

Вогневе ураження противника артилерією здійснюється на основі розвідувальних даних (РД), отриманих від штатних (доданих) засобів артилерійської розвідки, старшого артилерійського командира (штабу) або загальновоійськового командира (штабу). Рішення на виконання вогневих завдань командир артилерійського підрозділу приймає на основі з'ясування завдань, поставлених загальновоійськовим (старшим артилерійським) командиром (штабом) та оцінки обстановки, а у випадку виконання вогневих завдань за власною ініціативою – на основі вивчення вибраних для ураження цілей і умов виконання вогневих завдань [1].

Як правило, РД від засобів різних видів розвідки (військової, повітряної, артилерійської) збираються та узагальнюються штабами, на основі оцінки узагальнених даних обстановки відповідний командир приймає рішення та ставить вогневі завдання. Для викриття та подальшого вогневого ураження

найбільш небезпечних цілей за рішенням командира можуть призначатись окремі засоби розвідки (ЗР), деякі з них можуть передавати РД відразу до засобів ураження (ЗУ), минаючи штаби (працювати з ЗУ в режимі розвідувально-вогневого комплексування), що дозволяє підвищити своєчасність вогню та уражати цілі відразу після їх викриття. Для прийняття правильного рішення командування потрібні науково обґрунтовані методики та рекомендації, що дозволяють як раціональним чином розподілити ЗР за небезпечними цілями, так і визначити, які саме з наявних ЗР повинні передавати РД відразу до ЗУ, щоб у ході бою уражати цілі противника з необхідною ефективністю.

Проте, як показав **аналіз літератури**, дослідження в даній галузі вкрай обмежені і відповідні методики та рекомендації відсутні. Проведені дослідження показали, що розподіл ЗР за цілями та порядок передачі РД до ЗУ визначається зв'язками між елементами структури системи управління розвідкою загальновоійськового формування.

Тому метою статті є розробка методики оптимізації структури системи управління розвідкою загальновійськового формування для підвищення ефективності вогневого ураження противника в бою.

### Опис методики

Проведена декомпозиція системи управління розвідкою (СУР) загальновійськового формування (ЗагФ) дозволила встановити зв'язки між елементами системи, до найбільш суттєвих внутрішніх зв'язків відносимо зв'язки між органами управління розвідкою, що визначають шляхи проходження РД від ЗР до ЗУ, а до найбільш суттєвих зовнішніх зв'язків відносимо ті з них, які визначають розподіл ЗР за зонами розвідки – ділянками місцевості, у межах яких розміщені цілі угруповання противника. Можливий варіант структури СУР наведений на рис. 1.

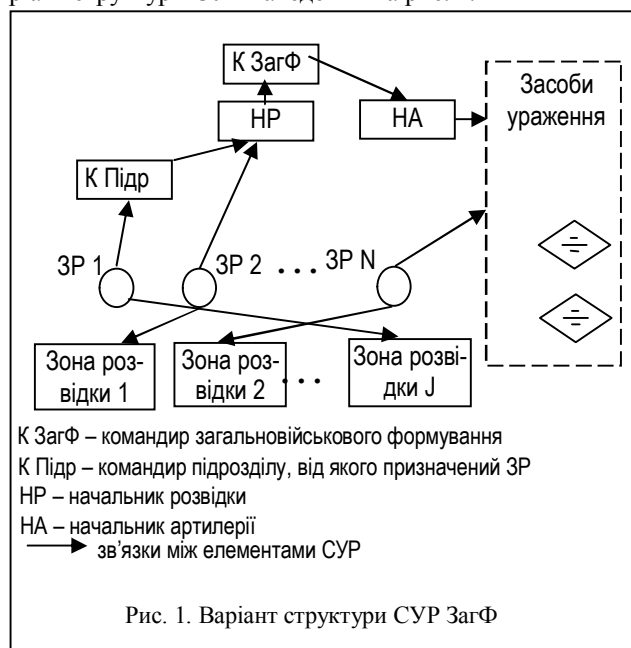


Рис. 1. Варіант структури СУР ЗагФ

Кожна зона розвідки характеризується:

- типом місцевості (закрита, напівзакрита, відкрита), що описується коефіцієнтом  $k_n$ , який у залежності від типу місцевості набуває значення 0,001; 0,002; 0,003 відповідно;
- цілями, які очікується, будуть знаходитись у межах даної зони.

Кожна ціль характеризується:

- рангом (числовим показником, який визначає ступінь небезпеки цілі)  $W_j$ ,  $j = \overline{1, J}$  ( $J$  – загальна кількість цілей);
- середнім часом перебування цілі певного рангу у незмінному положенні (часом до зміни вогневої позиції)  $T_{пц, j}$ .

Також для ураження кожної цілі витрачається певний час на підготовку вогню  $T_{під, j}$  та час безпосередньо на виконання вогневого завдання  $T_{вз, j}$  з

заданим ступенем ураження.

Структура СУР визначає:

- значення ймовірностей успішного виконання завдань з обробки та передачі РД і постановки завдань органами управління розвідкою, через які РД послідовно проходять відповідно до структури СУР;
- імовірність викриття цілі  $P_{вкр, j}$  (залежить від того, який з ЗР для викриття цілі у якій зоні призначений, а також від розподілу цілей за зонами).

Як критерій оцінки ефективності СУР у роботі прийняте математичне сподівання ступеня ураження бойового потенціалу угруповання противника, яке може бути розраховане як:

$$W_{\Sigma, \text{ураж}} = \sum_{j=1}^J W_j \cdot P_{вкр, j} \cdot P_{перед, j} \cdot P_{св, j} \quad (1)$$

де  $P_{св, j}$  – імовірність своєчасного виконання вогневого завдання з ураження  $j$ -ї цілі;  $P_{перед, j}$  – імовірність передачі розвідувальних даних від ЗР до ЗУ.

Такий вибір показника ефективності дозволяє враховувати при оцінці ефективності СУР її можливості щодо забезпечення послідовного виконання завдань з викриття цілей, передачі РД про викриті цілі до ЗУ та вогневого ураження цілей за час, протягом якого ціль не встигає змінити своє місцеположення. При цьому як найбільш ефективний варіант структури СУР можливо обрати варіант, при якому забезпечується максимальне значення показника ефективності (1). Таким чином, методика оптимізації структури СУР може мати такий вигляд:

- вибір варіанта структури СУР;
- оцінка ефективності СУР при обраному варіанті її структури;
- порівняння значення розрахованого показника ефективності зі значеннями, розрахованими раніше для інших варіантів структури СУР, та з заданим значенням ступеня ураження, якого потрібно досягнути  $W_{потр, j}$ ;
- виконання пунктів б, в для інших варіантів структури СУР;
- вибір оптимальної структури СУР, при якій досягається максимальне значення показника ефективності (1).

Блок-схема методики оцінки ефективності СУР наведена на рис. 2.

Імовірність викриття цілі  $P_{вкр, j}$  може бути обчислена як

$$P_{вкр, j} = P_{виявл, j} \cdot P_{визн, коорд, j} \cdot (1 - P_{прот, j}),$$

де  $P_{виявл, j}$  – імовірність виявлення  $j$ -ї цілі призначеним ЗР;  $P_{визн, коорд, j}$  – імовірність визначення координат  $j$ -ї цілі у випадку її виявлення;  $P_{прот, j}$  – імові-

рність протидії j-ї цілі викриттю.

Імовірність виявлення j-ї цілі може бути визначена як:

$$P_{\text{виявл.}j} = P_{\text{виявл.вид.}j} \cdot P_{\text{вид.}j},$$

де  $P_{\text{виявл.вид.}j}$  – імовірність виявлення j-ї цілі у випадку її прямої видимості;  $P_{\text{вид.}j}$  – імовірність прямої видимості цілі j-ї цілі.

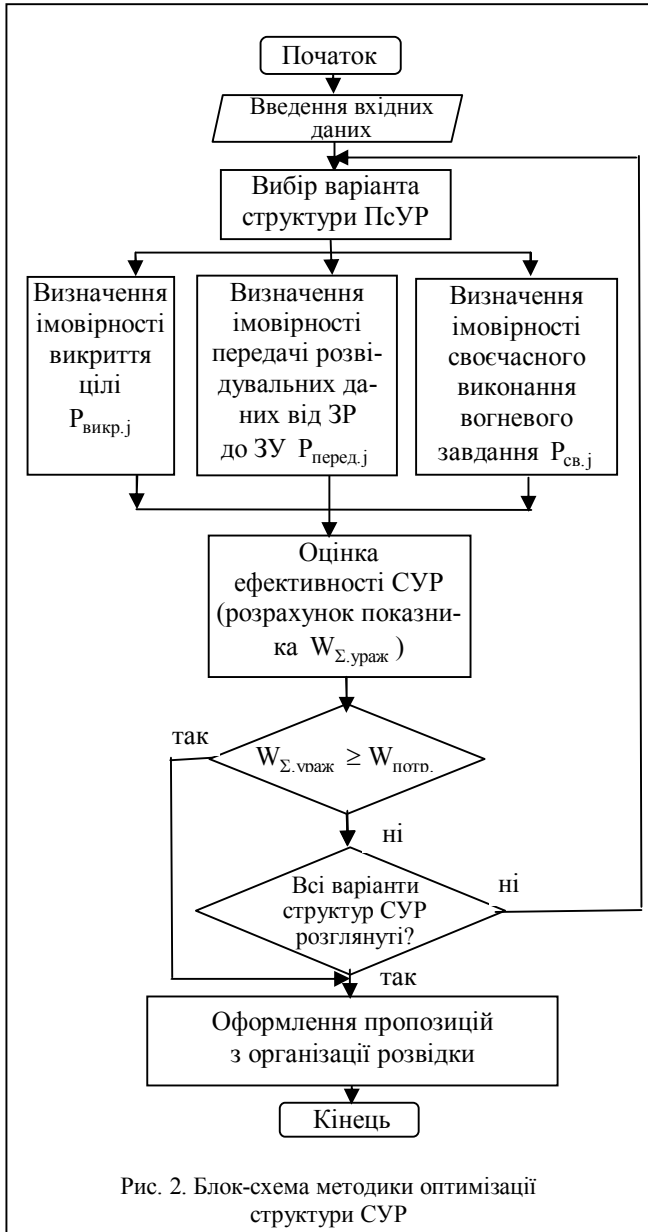


Рис. 2. Блок-схема методики оптимізації структури СУР

Імовірність прямої видимості розраховується як:

$$P_{\text{вид.}j} = e^{-k_n(D_p)^2} \cdot e^{-\frac{k_n}{\Delta h_j}},$$

де  $D_p$  – дальність ведення розвідки (дальність виявлення цілі);  $\Delta h_j$  – перевищення ЗР, призначеного для викриття цілей у зоні, де знаходиться j-а ціль, над місцевістю.

Імовірність передачі розвідувальних даних від ЗР до ЗУ  $P_{\text{перед.}j}$  може бути розрахована як добуток імовірностей успішного виконання завдань з обробки та передачі РД і постановки завдань органами управління розвідкою, через які РД послідовно проходять відповідно до структури СУР. Також у вираз для розрахунку ймовірності проходження розвідувальних даних від ЗР до ЗУ необхідно як множник включити ймовірність підготовки вогню по відповідній цілі  $P_{\text{підг.}j}$ .

Імовірність своєчасного виконання вогневого завдання може бути розрахована як імовірність того, що вогневе завдання з ураження j-ї цілі буде виконане до того, як ціль змінить своє місцеположення, тобто

$$P_{\text{св.}j} = P(t_{\text{з.вз.}j} \leq t_{\text{з.пц.}j}),$$

де  $t_{\text{з.вз.}j}$  – час закінчення виконання вогневого завдання з ураження j-ї цілі;  $t_{\text{з.пц.}j}$  – час зміни j-ю ціллю свого місцеположення.

Ця ймовірність може бути розрахована як [2]

$$P(t_{\text{з.вз.}j} \leq t_{\text{з.пц.}j}) = P(t_{\text{з.вз.}j} - t_{\text{з.пц.}j} \leq 0) = \int_{-\infty}^0 f(Z) dZ,$$

де  $f(Z)$  – закон розподілу ймовірностей випадкової величини  $Z = t_{\text{з.вз.}j} - t_{\text{з.пц.}j}$  (рис. 3).

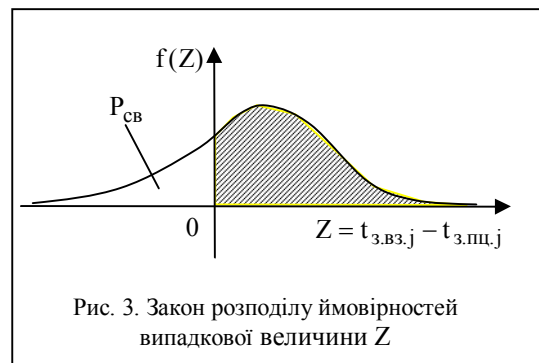


Рис. 3. Закон розподілу ймовірностей випадкової величини Z

Цілі перебувають в незмінному положенні (на вогневій позиції) протягом часу  $T_{\text{пц.}j}$ , який можливо вважати відомим для цілей певного рангу. У момент викриття цілі найчастіше час, що залишився до закінчення терміну перебування цілі в незмінному положенні  $T_{\text{зал.}j}$ , визначити не вдається, і його можливо вважати випадковою величиною, розподіленою рівномірно в інтервалі  $0 \dots T_{\text{пц.}j}$ .

Відповідно, час зміни ціллю свого місцеположення може бути визначений як

$$t_{\text{з.пц.}j} = t_{\text{виявл.}j} + T_{\text{зал.}j}. \quad (2)$$

Час закінчення виконання вогневого завдання може бути визначений як

$$t_{з.вз.ј} = t_{виявл.ј} + T_{\Sigma,ј}, \quad (3)$$

де  $T_{\Sigma,ј}$  – час, що витрачається на передачу розвідувальних даних від ЗР до ЗУ, а також підготовку вогню та виконання вогневого завдання (час від моменту виявлення до моменту виконання вогневого завдання). Тоді вираз для  $Z$  з урахуванням (2, 3) можемо записати як

$$Z = t_{з.вз.ј} - t_{з.пц.ј} = t_{виявл.ј} + T_{\Sigma,ј} - (t_{виявл.ј} + T_{зал.ј}) = T_{\Sigma,ј} - T_{зал.ј},$$

а ймовірність своєчасного виконання вогневого завдання може бути розрахована як (рис. 4)

$$P_{св.ј} = \begin{cases} (T_{пц.ј} - T_{\Sigma,ј}) / (T_{пц.ј}), & T_{пц.ј} \geq T_{\Sigma,ј}; \\ 0, & T_{пц.ј} < T_{\Sigma,ј}. \end{cases}$$

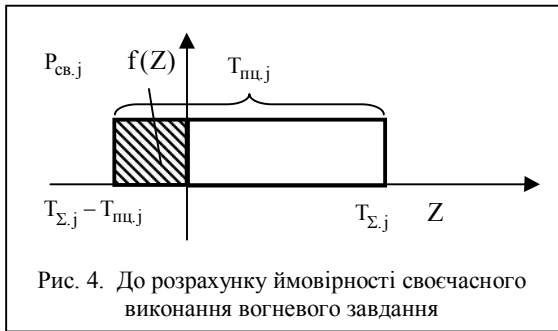


Рис. 4. До розрахунку ймовірності своєчасного виконання вогневого завдання

**Приклад розрахунку:** обране угруповання противника, яке складається з 19 цілей, розподілених у межах чотирьох зон розвідки таким чином:

у 1-й зоні – мотопіхотних рот (мпр) – 4, танкових рот (тр) – 2, батарей 155-мм самохідних гаубиць (батр 155-мм СГ) – 1, пунктів управління вогнем дивізіону (ПУВ адн) 155-мм СГ -1;

у 2-й зоні – мпр – 2, тр – 1;

у 3-й зоні – мпр – 2, тр – 1, батр 155-мм СГ – 1, ПУВ адн 155-мм СГ -1;

у 4-й зоні – мпр – 2, тр – 1.

Бойові потенціали цілей складають: для мпр  $W = 0,012$ , для тр  $W = 0,029$ , батр 155-мм СГ –  $W = 0,009$ , ПУВ адн 155-мм СГ –  $W = 0,006$ .

Вважаємо, що у всіх зонах місцевість напівзакритого типу ( $k_n = 0,002$ ).

Час перебування цілей у незмінному положенні складає: для мпр  $T_{пц} = 2$  хв, для тр  $T_{пц} = 2$  хв, батр 155-мм СГ –  $T_{пц} = 12$  хв, ПУВ адн 155-мм СГ –  $T_{пц} = 12$  хв.

Для викриття цілей використовуються 4 ЗР.

Час проходження розвідувальних даних для різних ЗР при різних варіантах структури СУР займає від 4 до 30 хв. ЗР виявляють цілі у разі видимості з ймовірністю, значення якої наведені в табл. 1. Цілі протидіють викриттю з ймовірністю  $P_{прот} = 0,1$ . Інші значення ймовірностей, що використовувались при розрахунках, з метою зменшення обсягу статті на приведення вихідних даних, прийняті рівними одиниці.

Таблиця 1

Значення ймовірностей виявлення цілей у випадку їх прямої видимості

–	ЗР 1	ЗР 2	ЗР 3	ЗР 4
мпр	0,9	0,8	0,9	0,8
тр	0,9	0,8	0,9	0,8
батр 155 СГ	0,8	0,85	0,9	0,9
ПУВ адн 155 СГ	0,8	0,9	0,8	0,83

У результаті розрахунків для наведених вхідних даних з використанням розробленої методики отримана оптимальна структура СУР, відповідне значення показника ефективності дорівнює 0,0047. При розрахунку для різних варіантів структури СУР отримані значення показника ефективності (1) у межах від 0,0024 до 0,0047, тобто використання оптимальної структури СУР у даному випадку дозволяє підвищити ефективність вогневого ураження цілей майже вдвічі.

## Висновок

Проведені розрахунки дозволяють зробити **висновок** про те, що структура СУР ЗагФ значно впливає на ефективність вогневого ураження цілей. Оптимізація структури СУР дозволяє суттєво підвищити ефективність вогневого ураження, що вказує на необхідність використання розробленої методики при організації розвідки ЗагФ. Подальші дослідження можуть бути направлені на оптимізацію СУР з урахуванням живучості ЗР та пунктів управління розвідкою.

## Список літератури

1. Передельський Г.Е., Панков М.П. Артиллерийский дивизион в бою. – М.: Военное издательство, 1985. – 280 с.
2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Высш. шк., 2001. – 575 с.

Надійшла до редколегії 15.08.2006

**Рецензент:** д-р військ. наук, проф. Г.А. Дробаха, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.