УДК 621.396.96

А.А. ЩЕРБА, інж. (Акад. сухоп. військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів)

ОПТИМІЗАЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ РОЗВІДУВАЛЬНО-ВОГНЕВОЇ СИСТЕМИ НА ОСНОВІ СИТУАЦІЙНОГО УПРАВЛІННЯ

Запропоновано варіант оптимізації інформаційної структури розвідувально-вогневої системи на основі ситуаційного управління. В якості критерію оптимальності обрано мінімум тривалості циклу бойового управління розвідувально-вогневої системи. За цикл управління прийнято кібернетичну модель «Спостереження–Орієнтація–Рішення–Дія», яку розроблено Бойдом. Розглядаються шляхи мінімізації тривалості складових елементів циклу Бойда.

Предложен вариант оптимизации информационной структуры разведывательно-огневой системы на основе ситуационного управления. В качестве критерия оптимальности выбран минимум длительности цикла боевого управления разведывательно-огневой системы. За цикл управления принята разработанная Джоном Бойдом кибернетическая модель «Наблюдение–Ориентация–Решения–Действие». Рассматриваются пути минимизации длительности составляющих элементов цикла Бойда.

Постановка проблеми. Аналіз застосування РВ і А у воєнних конфліктах останніх двох десятиліть та тенденцій розвитку принципів їхнього бойового застосування показує, що спектр завдань щодо вогневого ураження противника, які покладено на рід військ, не зазнав значних змін, однак вимоги, що висуваються до його оперативності, суттєво зростають. Боротьба за скорочення часу виконання вогневих завдань, випередження противника у відкритті вогню є найважливішою проблемою, розв'язавши яку можна розраховувати на завоювання та утримання вогневої переваги над противником, і відповідно, досягнення успіху в бою. Домінуючим напрямком розвитку систем ракетно-артилерійського озброєння на сучасному етапі є вирішення проблеми ураження об'єктів противника на всю глибину розташування його військ у масштабі часу, близькому до реального.

Однак аналіз можливостей засобів і методів управління бойовими діями артилерійських підрозділів показує, що резерви удосконалення традиційних систем управління вогнем — вичерпано. Так, організація взаємодії засобів розвідки з вогневими підрозділами за принципами розвідувально-вогневого комплексування та розвідувально-вогневої взаємодії [1] сьогодні вже не забезпечують мінімізації часу на прийняття адекватних рішень щодо вогневого ураження противника в динамічно мінливій бойовій ситуації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Однією з найважливіших характеристик систем управління в сучасну інформаційну епоху є їхня здатність до швидкої структурно-функціональної адаптації до змін умов бойової ситуації [2]. Це, в свою чергу, призвело до занепаду ідеології побудови спеціалізованих розвідувально-ударних (вогневих) комплексів [3] та стимулювало розвиток теорії і практики побудови розвідувально-вогневих систем (РВС) за основою принципів мережецентричного управління [4]. Парадигма мережецентричної стратегії сильна тим, що мережецентризм являє собою універсальний спосіб швидкого комплексування в застосуванні різнорідних сил і засобів під час вирішення найбільш важливих завдань, а також служить ідеальною базою їхньої взаємодії. Так, сучасні системи озброєння, які об'єднано мережею обміну даними, мають можливість інтегруватися в РВС безпосередньо на полі бою наявними силами й засобами в реальному або близькому до реального масштабі часу [5–6].

© А.А. ЩЕРБА, 2014

Ця обставина стимулювала розвиток ситуаційної моделі бойового управління щодо РВС [7–10].

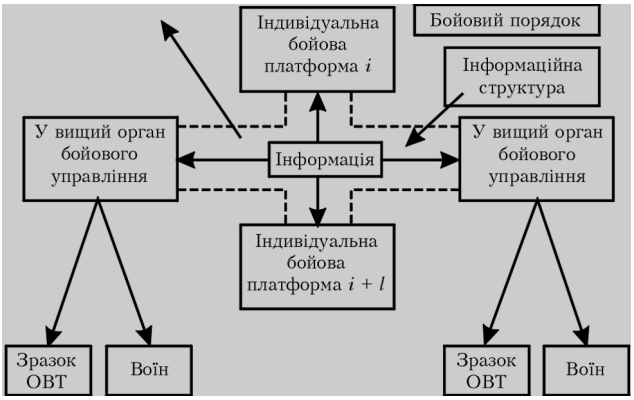
Мета статті — розгляд варіанту оптимізації інформаційної структури РВС на основі ситуаційного управління за критерієм мінімального часу циклу бойового управління.

Викладення основного матеріалу. Підвищення бойових можливостей засобів вогневого ураження може бути здійснено шляхом комплексування зі засобами розвідки, зв'язку та управління для узгоджених інтегрованих дій в умовах єдиної РВС. Аналіз інформаційних потоків, які покладено в основу функціонування РВС, що дає право розглядати її, як складну інформаційну систему, дозволяє виділити складові та основні фази перетворення інформації: розвідка (добуває її) та зв'язок (забезпечує його вірогідну передачу, прийом, перетворення для формування впливів, які керовано з метою прицілювання (наведення) озброєння). Таким чином, РВС може бути декомпозовано за двома основними елементами:

• індивідуальна «бойова платформа», що, в загальному випадку, являє собою об'єкт озброєння та військової техніки (ОВТ) або окремий військовослужбовець, якого екіпіровано відповідним комплектом інструментальних і вогневих засобів;

• інформаційна структура, елементами якої є форми існування та подання інформації у системі, а зв'язки між ними — операції перетворення інформації у системі. Тобто, в теоретичному аспекті — це є технологія обробки даних, а в практичному — комплекс апаратних, алгоритмічних і програмних засобів, які розміщено за індивідуальними бойовими платформами й призначено для прийому, передачі, обробки, перетворення, накопичення та візуалізації інформації, яка циркулює між індивідуальними бойовими платформами РВС і вищим органом управління [10]. Індивідуальні бойові платформи та інформаційна структура утворюють бойовий порядок РВС (рисунок).

Зазначений підхід вносить принципові зміни в методологію синтезу та аналізу РВС, і



Декомпозиція структури розвідувально-вогневої системи [10]

перше за все в частині, що стосується місця й ролі засобів артилерійської розвідки та управління вогнем. Процес розвідки розглядається не як функціонально відокремлений, а в якості складової частини управління силами й засобами РВС. Цикл бойового управління слід розглядати як сукупність чотирьох взаємно пов'язаних і зумовлених дій: збір, обробку даних, вироблення та прийняття рішення, доведення управляючих команд до об'єкту управління. Таким чином, артилерійська розвідка є однією з функцій системи управління, яка реалізується на першому етапі циклу управління й має за мету апріорне інформаційне забезпечення наступних етапів.

Підхід, який запропоновано, не суперечить, а розвиває суть новітніх військових концепцій збройних сил США та інших країн світу, які сьогодні розвинуто у військовому відношенні. В цьому разі інтеграція інформаційного забезпечення сил і засобів, що їх задіяно у вогневому ураженні противника, повинно здійснюватися як за вертикаллю, так і за горизонталлю.

На практиці можлива реалізація трьох моделей інформаційної структури РВС (таблиця).

Базовим технічним елементом інформаційної структури ієрархічного управління є засоби зв'язку, які забезпечують вертикальне проходження інформаційних потоків.

Можливість ефективної реалізації мережецентричного управління гарантує комплект сучасних уніфікованих телекомунікаційних засобів, у цьому разі інформаційні потоки мають як вертикальний, так і горизонтальний напрямки.

Моделі інформаційної структури розвідувально-вогневої системи

Характеристика	Ієрархічна	Мережецентрична	Ситуаційна
Переваги	простота технічної реалізації; відсутність обмежень щодо застосування; мінімальна вартість реалізації; інваріантність до вогневих засобів	мінімальний час бойового управління	універсальність; мінімальний час бойового управління
Недоліки	значний час бойового управління	ефективна для «класичних» бойових дій; порівняна складність; необхідність дообладнання індивідуальних бойових платформ (у т.ч. вогневих засобів)	необхідність дообладнання індивідуальних бойових платформ

Спільним для ідеологій ієрархічного та мережецентричного управління є принципова можливість розгляду інформаційної структури управління в бойових порядках у відриві від можливостей індивідуальних бойових платформ. Наслідком цієї обставини є практичне застосування ідеологій, які вказано для «класичних» бойових дій, за яких апріорі відомі район позиціонування сил і засобів противника, а також умови ведення бойових дій (характер місцевості, тактика противника).

Проте аналіз досвіду збройних конфліктів останніх років (винятком, звичайно, є югославські, іракські та афганські події, в яких співвідношення сил і засобів противника відрізнялися на порядок і вище) показує, що:

- бойові дії, як правило, носять локальний характер з обмеженим районом застосування різнорідних сил і засобів;
- бойові дії носять динамічний характер, але треба мати на увазі, що час на прийняття рішення надзвичайно малий;
- тактика дій противника заздалегідь не відома;
- заздалегідь невідомий характер місцевості.

В умовах, які зазначено, жорстка структура організації бойового управління з ігноруванням вогневих та інформаційних можливостей індивідуальних бойових платформ не є оптимальною. Виникає необхідність переходу до ідеології ситуаційного управління, якою передбачається:

- орієнтація за бойовими, зокрема інформаційними можливостями індивідуальних бойових платформ;
- перехід до адаптивної інформаційної структури розвідувально-вогневої системи з підвищенням ролі прямого («ручного») управління.

Основним технічним інструментом реалізації ідеології ситуаційного управління в РВС є адаптація інформаційної структури під характер і динаміку бойових дій. У цьому аспекті логічна модель ситуаційного управління в РВС значною мірою адекватна центральному елементу теорії бойових дій Бойда — циклу «Спостереження–Орієнтація–Рішення–Дія» [11].

Автором пропонується в якості критерію оптимальності побудови РВС на основі інформаційної моделі ситуаційного управління обрати мінімум сумарного часу циклу Бойда (часу бойового управління $T_{бу}$). У цьому разі слід зазначити, що глобальний мінімум $T_{бу}$ досягається за наступних умов:

$$T_{бу} = \sum_{i=1}^{4} T_i = T_с + T_о + T_р + T_д \to \min, \qquad (1)$$

де $T_с$ — час спостереження (розвідки); $T_о$ — час орієнтування; $T_р$ — час прийняття рішення; $T_д$ — час дії (польоту снаряда, міни або ракети).

За цим повинно виконувати наступну сукупність умов:

$$T_с \to \min \min, \qquad (2)$$

що відповідає правилу «хто перший побачив — той переміг»;

$$T_о + T_р \to \min, \qquad (3)$$

у цьому разі $T_о$ = Var; $T_р$ = Var і визначається оптимальністю алгоритмів поведінки інфор-

маційної структури та закладеними в них адаптивними властивостями;

$$T_o = \text{const}, \quad (4)$$

оскільки визначається можливостями вогневих засобів.

Таким чином, в рамках моделі ситуаційного бойового управління за оптимізацією РВС за критерієм мінімуму сумарного часу бойового управління (умова 1) на всі індивідуальні бойові платформи, які об'єднано в бойові порядки інформаційною структурою, допускається класифікація:

• засоби артилерійської розвідки забезпечують виконання умови 2;

• засоби управління вогнем забезпечують виконання умови 3;

• вогневі засоби забезпечують виконання умови 1 (за обмеження умови 4).

Така класифікація методологічно дозволяє в загальному випадку не пов'язувати перспективи розвитку РВС із вдосконаленням вогневих засобів, що особливо важливо для ЗС України в зв'язку з відсутністю замкнутих циклів розробки й виробництва багатьох видів артилерійського та ракетного озброєння.

Найважливішим методологічним аспектом реалізації моделі ситуаційного бойового управління в РВС є:

• розширення просторово-часових масштабів бойових дій, яке автоматично переводить ситуаційну модель у мережецентричну;

• просторово-часова локалізація бойових дій переводить ситуаційну модель в ієрархічну, яку засновано за можливостями індивідуальних бойових платформ;

• альтернатива різного роду автоматизованих систем управління тактичної ланки за універсальністю, ефективністю та вартістю;

• практична реалізація теорії оптимальних бойових дій Бойда.

Розглянемо шляхи мінімізації тривалості складових циклу Бойда.

Розвідка в загальному випадку передбачає:

• послідовний огляд за часом зони відповідальності різними каналами й прийняття рішення за основою інформації найбільш працездатного в конкретній фоноцільовій ситуації;

• паралельний огляд за часом зони відповідальності різними каналами;

• паралельний огляд одночасно за часом, простором і спектром зони відповідальності — метод мультиспектрального спостереження [12–13].

Однак перший підхід призводить до значної структурної надлишковості апаратно-програмних засобів артилерійської розвідки й не дозволяє досягнути глобального мінімуму умови 2 у динамічно мінливій фоноцільовій ситуації. Другий спосіб, як і перший, структурно надлишковий, але в умовах відсутності обмежень за вартості дозволяє виконати умову 2. Лише третій спосіб, який реалізовано в рамках єдиної електродинамічної схеми діаграмоутворення, дозволяє досягнути глобального мінімуму умови 2 за мінімізації масогабаритних характеристик апаратних засобів.

Крім скорочення часу розвідки, мультиспектральною обробкою забезпечується:

• приріст інформативності засобу артилерійської розвідки за рахунок сумісної реалізації переваг парціальних спектральних каналів (спільна роздільна здатність за всіма просторовими координатами й доплерівською частотою);

• компенсація втрат інформативності фотоконтрастного й теплового каналів (через погіршення лінійної роздільної здатності за великими віддалями) за рахунок радіолокаційного;

• підвищення завадозахищеності за рахунок ранжування парціальних каналів і відключення того, який уражено завадою.

З точки зору практичної реалізації потенційних можливостей багатоспектральної системи локаційного моніторингу найбільший інтерес являє випадок динамічної зміни завадових обставин (день, ніч, наявність або відсутність завад природного та штучного походження) і мінімізація в цьому разі робітного часу.

Таким чином, єдиним ефективним шляхом скорочення часу першого елементу циклу бойового управління Бойда (спостереження) є паралельний за спектром аналіз фоноцільової ситуації, який реалізується в інтегрованому

мультиспектральному приладі артилерійської розвідки за умови, що:

• радіолокаційний канал є основним заради досягнення всепогодності й максимальної дальності дії;

• тепловий канал є додатковим до радіолокаційного у випадку цілі, яка не відбиває електромагнітних хвиль (наприклад, замаскована антирадіолокаційним покриттям);

• фотоконтрасний канал реалізує максимальні можливості щодо розпізнавання цілей в ясну погоду.

Мінімізація сумарного часу на етапах «Орієнтуйся» + «Вирішуй» (умова 3) досягається шляхом відповідного перерозподілу інформаційних ресурсів за етапами, причому цей перерозподіл у загальному випадку не може бути виконано однозначним чином, оскільки він залежить від інформаційної структури РВС і можливостей алгоритмічних та апаратно-програмних засобів, які входять до її складу. Логічно, що в рамках моделі ситуаційного управління інформаційна структура РВС виконує роль системи підтримки прийняття рішень і повинна адаптуватися до динамічно мінливої бойової ситуації.

Заключення

1. Ситуаційний підхід дає можливість підвищення бойової ефективності РВС за основою наявних засобів ураження (без суттєвої їхньої модернізації або заміни новими).

2. Ситуаційна модель бойового управління в РВС є альтернативою різного роду АСУ тактичної ланки за універсальністю, ефективністю та вартістю.

3. Мінімізація часу циклу «Спостереження» у всіх умовах бойового застосування (час доби, погода, завадова ситуація) може бути забезпечено комплексуванням та апаратурною інтеграцією каналів спостереження різних ділянок спектра електромагнітних хвиль.

4. Мінімізація сумарного часу циклів «Орієнтація + Рішення» в динамічній бойовій ситуації, яка змінюється, можлива за основою технології ситуаційного управління, яке передбачає адаптацію інформаційної структури РВС і підвищення ролі прямого («ручного») управління в тактичній ланці бойових дій.

Список літератури

1. *Оперативно-тактические* расчеты при планировании артиллерийской разведки / методическое пособие. — М.: Воениздат, 1988. — 104 с.
2. *Костяев Н.И.* Единая система управления в тактическом звене / Н.И. Костяев, В.Н. Кучаров // Армейский сборник. — 2011. — № 3. — С. 18–24.
3. *Куликов А.И.* Война в едином информационном пространстве / А.И. Куликов // Воздушно-космическая оборона. — 2008. — № 2 (39). — С. 54–60.
4. *Zubkov A.* The concept of network-centric control — a revolutionary step in the theory and technique of information systems / A. Zubkov, A. Shcherba // Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science / Proceed. of the XI-th Intern. Confer., February 21–24. — 2012. — P. 40– 41.
5. *Савин Л.В.* Сетецентрическая и сетевая война. Введение в концепцию. — М.: Евразийское движение, 2011. — 130 с.
6. *Паршин С.А., Горбачев Ю.Е., Кожанов Ю.А.* Современные тенденции развития теории и практики управления в вооруженных силах США. — М.: ЛЕНАНД, 2009. — 272 с.
7. *Зубков А.Н.* Ситуационное управление — методологическая основа оптимизации построения перспективных разведывательно-огневых систем ракетных войск и артиллерии / А.Н. Зубков, А.А. Щерба, Я.Ц. Весельский // Перспек. розвитку ракет. військ і артил. Сухопутних військ / Зб. доповідей (тез допов.) Четвертого наук.-техн. семінару 27–28 березня 2013 р. — Львів: АСВ, 2013. — С. 24–28.
8. *Зубков А.Н.* Новый подход к построению разведывательно-огневых систем на основе модели ситуационного боевого управления / А.Н. Зубков, А.А. Щерба, А.А. Караванов // Перспек. розвитку озбр. і військ. техніки Сухопутних військ // Зб. тез доповідей Міжнар. наук.-техн. конф. 22–24 травня 2013 р. — Львів: АСВ, 2013. — С. 15.
9. *Зубков А.М.* Оптимізація інформаційної структури розвідувально-вогневої системи на основі моделі бойового управління Бойда / А.М. Зубков, А.А. Щерба, В.А. Юнда // Проблемні питання розвитку озбр. та військ. техніки Збройних Сил України / Тези допов. на міжвідомчій наук.-техн. конф. 17–20 грудня 2012 р. — Київ: ЦНДІ ОВТ ЗСУ, 2012. — С. 227–228.
10. *Щерба А.А.* Інформаційний підхід до підвищення бойової ефективності розвідувально-вогневої системи РВіА / А.А. Щерба // Інтел. оборона. «IV Січневі ГІСи» / Інтел. Оборона // Зб. праць наук.-практич. форуму 22–24 січня 2013 р. — Львів: АСВ, 2013. — С. 139–140.
11. *Буренок В.М., Ивлев А.А., Корчак В.Ю.* Развитие военных технологий XXI века: проблемы, планирование, реализация. — Тверь: Купол, 2009. — 623 с.
12. *Зубков А.Н.* Интегрированные многоспектральные поисково-прицельные системы для ракетно-артиллерийского вооружения / А.Н. Зубков, А.А. Щерба // Артиллерийское и стрелковое вооружение. — 2009. — № 1. — С. 14–18.
13. *Пат.* 94566 України, Багатоспектральний виявляч наземних об'єктів / А.М. Зубков, І.Н. Прудиус, А.В. Д'яков, С.А. Мартиненко, Д.О. Мимріков, А.А. Щерба. (Україна). — Опубл. 10.05.2011. — Бюл. № 9.