

Розвиток та застосування Повітряних Сил, удосконалення їх системи управління

УДК 65.012.8

М.Ю. Случайний

Генеральний штаб Збройних Сил України, Київ

ЩОДО ФОРМАЛІЗАЦІЇ ЗАДАЧ РОЗПОДІЛУ ЗУСИЛЬ ТА ВОГНЕВОГО УРАЖЕННЯ ДЛЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ БОЮ (ОПЕРАЦІЇ) УГРУПОВАННЯ РІЗНОРІДНИХ ВІЙСЬК (СИЛ)

У статті розглядається математична постановка задачі розподілу зусиль та взаємного вогневого впливу протидіючих угруповань військ (сил), яка дозволяє враховувати не тільки основні елементи замислу на бій (операцію), а й умови ведення вогневих дій та якості озброєння і військової техніки військових формувань сторін.

Ключові слова: вогневий вплив, вогневі дії, озброєння і військова техніка

Вступ

Прийняття обґрунтованих рішень у воєнній сфері та дослідження проблематики будівництва, застосування та всебічного забезпечення Збройних Сил передбачають проведення розрахунків (моделювання) з метою одержання кількісних та якісних оцінок багатьох показників та, в першу чергу, показників ефективності застосування оперативних угруповань військ (сил). В якості інструментальних засобів для одержання значень показників ефективності використовуються різноманітні математичні моделі операцій.

Основними напрямками використання математичних моделей операцій є:

– у роботі органів управління – оцінка раціональності варіантів замислу на ведення воєнних (бойових) дій та прогноз можливого ходу і результатів операції (бою);

– у ході проведення досліджень – обґрунтування раціонального складу угруповань військ (сил), раціональних форм та способів їх застосування, управління та всебічного забезпечення, а також обґрунтування оперативно-тактичних вимог до систем озброєння та військової техніки військових формувань.

Від адекватності математичних моделей залежить коректність оцінок та, як наслідок, обґрунтованість рішень (висновків та рекомендацій), що приймаються.

Тому, дослідження спрямовані на підвищення адекватності математичних моделей операцій за рахунок удосконалення (уточнення) математичних постановок та методів моделювання, як основи математичних моделей, є безумовно актуальними та

перспективними.

Аналіз попередніх досліджень і розробок.

Оцінка адекватності та можливостей відомих математичних моделей операцій, які розроблялися у ВА ім. Фрунзе, ВА ГШ, НАОУ та ЦНДІ ЗС України, дозволяє відмітити низку суттєвих недоліків (припущень, обмежень тощо), перш за все методичного характеру.

У деяких моделях бій (операція) розглядається, як процес вогневої взаємодії сторін визначеної тривалості за усереднених умов, які не змінюються протягом бою (операції). Навіть у випадках використання подвійного підходу [1], коли бій (операція) дефрагментується на послідовність характерних етапів, зміни умов ведення бойових (воєнних) дій враховано не завжди коректно.

Ефективність та захищеність (уразливість) ОВТ у відомих математичних моделях у більшості випадків не залежать від виду бою, місця військового формування у бойовому порядку (оперативній побудові) та наявності (або відсутності) у комплекті ОВТ військового формування противника типових цілей для вогневого засобу, що розглядається. Як наслідок, відомі моделі мало чутливі до структури комплектів ОВТ військових формувань (кількості та співвідношення ОВТ різного призначення (спеціалізації)).

В усіх математичних моделях операції (бою) за різними варіантами математичних постановок (або логічних правил) реалізовано алгоритми розподілу зусиль угруповань військ (сил) або вогневих засобів протидіючих сторін та різноманітні математичні вирази, які описують вогневе ураження і за якими розраховуються втрати сторін. Аналіз відомих постановок (алгоритмів, математичних залежностей) дозволяє зробити висновок, що більшість з них є

спірною, а в деяких випадках виникає сумнів щодо їх коректності.

Крім того, відомі математичні моделі бою (операції) побудовані на методі динаміки середніх (рівняння Ланчестера-Осипова) та його модифікаціях, які дуже складно використовувати для опису застосування угруповань різнорідних військ (сил), що мають на озброєнні значну кількість різноманітних (спеціалізованих) засобів ураження (ОВТ). У цьому випадку коректний запис повної системи диференціальних рівнянь, а тим більше її вирішення є проблематичним, а з огляду на відсутність більшості достовірних вихідних даних і недоцільним.

На мій погляд, найбільш коректний варіант математичної формалізації задач розподілу зусиль та вогневого ураження для математичної моделі операції (бою) угруповання різнорідних військ (сил) наведений в [2].

У той же час, авторами пропонується розраховувати кількість стрільб, яку може виконати один зразок і-го ОВТ за характерний (обраний) етап бою (операції) по ОВТ І-го класу, до якого належить j-тий тип та визначати потенційні втрати j-го ОВТ b-го військового формування сторони В, нанесені вогневим ураженням і-го ОВТ а-го військового формування сторони А. Тобто дискретизацію за часом пропонується здійснювати за етапами операції (бою), в межах яких умови ведення воєнних (бойових) дій вважаються незмінними, а задача розподілу зусиль вирішується тільки на початку кожного етапу.

Слід відмітити, що тривалість окремих характерних етапів операції (бою) може досягати декількох годин і навіть діб, протягом яких умови можуть суттєво змінюватись, а розподіл зусиль потребуватиме постійного уточнення з урахуванням досягнутих (поточних) результатів вогневого ураження (втрат окремих військових формувань противника). І якщо врахування змін умов ведення воєнних (бойових) дій може бути досягнуто введенням (описом) підетапів, на яких умови дійсно можна вважати незмінними. То, врахування досягнутих (поточних) результатів вогневого ураження потребує уточнення (удосконалення) підходу, який запропоновано в [2].

Постановка задачі (цілі статті). Зважаючи на те, що реалізація методів детального імітаційного моделювання в математичних моделях операцій угруповань різнорідних військ (сил), що розробляються [3], є тривалим процесом, метою статті є формулювання удосконаленого варіанту математичних постановок задач розподілу зусиль та вогневого ураження для угруповання різнорідних військ (сил), в яких використовується у спрощеному вигляді загальна схема методу динаміки середніх, але враховуються основні чинники, що впливають на ефективність застосування як різнотипних засобів ураження, так і угруповань в цілому. Крім того, на від-

міну від постановок наведених в [2], враховуються досягнуті (поточні) результати вогневого ураження

Викладення основних положень

У загальному випадку математична формалізація задач розподілу зусиль та вогневої взаємодії, що пропонується, має такий вигляд:

1. Для і-го типу ОВТ (поточного) а-го військового формування сторони А розраховується "важливість" b-го військового формування сторони В:

$$V_{bia} = D_{iab} \frac{K_{obb}}{\sum_b K_{obb}} \sum_j N_{jb} E_{jbc} C_{iajb}; \quad (1)$$

де D_{iab} – ознака досяжності b-го військового формування противника (сторона В) для і-го ОВТ а-го військового формування.

Набуває значення 1, якщо і-те ОВТ а-го військового формування здатне наносити вогневе ураження b-тому військовому формуванню (зона досяжності і-го ОВТ перекриває зону розташування b-го військового формування), в іншому випадку дорівнює 0; K_{obb} – коефіцієнт оперативної важливості b-го військового формування на поточному етапі бою (операції) в межах напрямку воєнних дій, що розглядається; N_{jb} – кількість ОВТ j-го типу у b-тому військовому формуванні; E_{jbc} – коефіцієнт продуктивності одиниці j-го ОВТ в k-му виді бою, який веде b-те військово формування; C_{iajb} – коефіцієнт ефективності впливу і-го ОВТ а-го військового формування по j-тому ОВТ b-го військового формування.

Таким чином, "важливість" (пріоритетність) b-го військового формування для і-го ОВТ а-го формування (сторони А) в межах його досяжності (дальності ураження) є пропорційною відношній оперативній важливості b-го військового формування, кількості j-го ОВТ в його складі, продуктивності j-го ОВТ у поточному виді бою, а також ефективності впливу і-го ОВТ по j-тому ОВТ b-го військового формування (визначає на скільки j-те ОВТ є типовим для і-го ОВТ).

2. Визначається кількість ОВТ і-го типу а-го військового формування, яка виділяється для ураження b-го військового формування противника (сторони В):

$$N_{iab} = N_{ia} \frac{V_{bia}}{\sum_b V_{bia}}, \quad (2)$$

де N_{ia} – поточна кількість боездатного ОВТ і-го типу в а-тому військового формування сторони А.

3. Визначається кількість ОВТ і-го типу а-го військового формування, яка виділяється для ураження j-го ОВТ у складі b-го військового формування сторони В:

$$N_{iajb} = N_{iab} \frac{N_{jb} E_{jkb} \epsilon_{iajb}}{\sum_j N_{jb} E_{jkb} \epsilon_{iajb}} \quad (3)$$

Таким чином, кількість і-го ОВТ а-го військового формування сторони А, яке призначається для ураження j-го ОВТ б-го військового формування сторони В (у межах досяжності і-го ОВТ) пропорційна відноській "важливості" j-го ОВТ у складі комплекту ОВТ б-го військового формування.

Аналогічно за протилежну сторону.

4. Розраховується середній час між окремими стрільбами (залпами) і-го ОВТ:

$$T_{cpi} = \frac{t_{cрБКі}}{N_{стрБКі}}, \quad (4)$$

де $t_{cрБКі}$ – середній час витрати одного боекомплекту і-тим зразком ОВТ; $N_{стрБКі}$ – кількість стрільб одним боекомплектом і-го зразка ОВТ.

У циклі за часом, який організовано за $\Delta t = const$ (значно меншим за тривалість етапу, наприклад – 1 хвилина) перевіряється умова:

$$T_{cpi} \geq t_{cpi}, \quad (5)$$

де t_{cpi} – час, який пройшов від попередньої стрільби і-го ОВТ.

5. У разі виконання умови (5) розраховуються потенційні втрати j-го ОВТ б-го військового формування сторони В, нанесені за стрільбу (залп) і-го ОВТ а-го військового формування сторони А:

$$P_{jbib} = N_{iajb} P_{ijl} E_{iaa} U_{jbm}, \quad (6)$$

де P_{ijl} – ймовірність ураження ОВТ j-го типу l-го класу за одну стрільбу і-го ОВТ; E_{iaa} – коефіцієнт продуктивності і-го ОВТ а-го військового формування в k-тому виді бою (враховує вид бою а-го військового формування); U_{jbm} – коефіцієнт вразливості j-го ОВТ б-го військового формування у m-тому стані (враховує стан вразливості ОВТ військового формування на поточному етапі бою).

У разі, якщо потенційні втрати j-го ОВТ перевищують їх поточну кількість у складі б-го військового формування, ОВТ j-го типу вважається повністю знищеним.

6. Втрати б-го військового формування від вогневого ураження озброєння а-го військового формування розраховуються (та накопичуються за результатами кожної стрільби (залпу) за формулою:

$$P_{ba} = \frac{\sum_i \sum_j P_{jbia} БП_j}{\sum_j N_{jb} БП_j} 100\%, \quad (7)$$

де $БП_j$ – бойовий потенціал зразку ОВТ j-го типу.

7. Після завершення поточного кроку часу Δt здійснюється повернення до п.1, тобто задача роз-

поділу зусиль на кожному етапі вирішується багаторазово з урахуванням змін "важливості" військових формувань та ОВТ внаслідок втрат, які вони понесли на попередніх кроках часу.

Таким чином, наведений у загальному вигляді удосконалений варіант математичної формалізації задач розподілу зусиль та вогневого ураження дозволяє більш коректно враховувати (досліджувати) такі фактори:

- бойовий склад угруповань військ (сил) сторін (в тому числі і співвідношення військових формувань різних видів ЗС (родів військ);
- оперативну побудову (бойові порядки);
- оперативну важливість елементів оперативної побудови (бойових порядків) на різних етапах операції (бою);
- ефективність застосування засобів ураження по типових об'єктах у різних видах бою (операції);
- ступінь захищеності (вразливості) озброєння та військової техніки військових формувань в залежності від місця в оперативній побудові та фортифікаційного обладнання позицій (рубежів) тощо.

Представлені математичні постановки реалізовано в удосконалений робочій версії математичної моделі операції (бою). Моделювання воєнних дій за визначеним сценарієм дозволяє отримувати значення кількісних, кількісно-якісних, часових та просторових показників, а саме:

- співвідношення сил та засобів протидіючих сторін (за типами ОВТ, родами військ та в цілому за угруповання) та динаміка його зміни у ході операції (бою);
- втрати сторін (особового складу, ОВТ, військових формувань та угруповання в цілому) та динаміка їх змін протягом операції (бою);
- глибина просування військових формувань сторони, що наступає, за кожним напрямком;
- час виконання завдань (етапів операції (бою));
- темп просування військових формувань сторони, що наступає тощо.

Висновки

Дослідна експлуатація удосконаленої робочої версії математичної моделі показала її задовільну адекватність. Результати моделювання непротиворечиві та дозволяють проводити їх аналіз та оцінку.

Удосконалена робоча версія математичної моделі операції (бою) за реалізованими математичними методами та деякими обмеженнями, обумовленими вимогами до часу на підготовку вихідних даних та проведення моделювання варіантів замислу на операцію (бій), відноситься до класу штабних моделей, але за своїми можливостями може бути використана в якості інструментального засобу при дослідженні широкого кола питань в галузі будівництва, застосування, управління та всебічного забезпечення ЗС України.

Список літератури

1. Отчет о НИР "Модель" (итоговый)/ в/ч 22455. – К., 1990. – 52 с.

2. Звіт про НДР "Пасіка-2" (нідсумковий)/ ЦНДІ ЗС України. – К., 2006. – 647 с.

3. Соболев О.М. Варіант математичної формалізації задач розподілу зусиль та вогневого ураження для матема-

тичної моделі бою (операції) угруповання різнорідних військ (сил) / О.М. Соболев, В.Б. Стеблецький // Зб. наук. праць ЦНДІ ЗС України. – К., 2008. – № 3 (45). – С. 172 – 177.

Надійшла до редколегії 1.02.2012

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

О ФОРМАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УСИЛИЙ И ОГНЕВОГО ПОРАЖЕНИЯ ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ БОЯ (ОПЕРАЦИИ) ГРУППИРОВКИ РАЗНОРОДНЫХ ВОЙСК (СИЛ)

М.Ю. Случайный

В статье рассматривается математическая постановка задачи распределения усилий и взаимного огневого воздействия противостоящих группировок войск (сил), которая позволяет учесть не только основные элементы замысла на бой (операцию), но и условия ведения огневых действий и качества вооружения и военной техники военных формирований сторон.

Ключевые слова: *огневое воздействие, огневые действия, вооружение и военная техника.*

ON THE FORMALIZATION OF TASKS DISTRIBUTION OF EFFORTS AND WEAPONS FOR A MATHEMATICAL MODEL OF A FIGHT (OPERATIONS) GROUPS OF HETEROGENEOUS TROOPS (FORCES)

M.Y. Sluchaiyniy

In the article we consider a mathematical formulation of the problem of the distribution of efforts and mutual fire influence of the opposing groups of troops (forces), which allows to take into account not only the main elements of the plan on the fight (operation), but also the conditions of conducting the firing of action and the quality of weapons and military equipment of the military formations of the parties.

Keywords: *fire effects, fire moves, weapons and military equipment.*