

УДК 351.864:001.89

С.О. Нікул

Військова академія, Одеса

## МОДЕЛІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОГНОЗУВАННЯ ОБРИСУ ЗРАЗКА АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ОЗБРОЄННЯ

Запропонована загальна схема прогнозування обрису зразка артилерійського озброєння (ЗАО) яка враховує етапи інформаційного забезпечення, досліджень, що передують проекту. Для побудови моделі забезпечення процесу прогнозування пропонується використовувати операційно-параметричний аналіз (ОПА).

**Ключові слова:** артилерійське озброєння, зразок, модель, обрис, прогнозування.

### Постановка проблеми

У сучасних умовах головним напрямком розвитку ЗАО є поліпшення їх тактико-технічних характеристик (ТТХ). Як правило, найбільш важливі рішення щодо вибору ТТХ приймаються на ранніх етапах розробки ЗАО, де особливу роль відіграють прогнозні дослідження, за результатами яких приймається рішення на проектування. Важливе місце у прогнозних дослідженнях займають моделі забезпечення процесу прогнозування обрису ЗАО.

### Аналіз останніх досягнень і публікацій

Питання прогнозування стану технічних систем висвітлені в [1]. Але там не розглядаються моделі забезпечення процесу прогнозування обрису технічних систем.

**Метою роботи** є розробка моделей забезпечення процесу прогнозування обрису ЗАО.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття.** Практика розробки ЗАО показала, що існуючий апарат прогнозування його обрису застарів і не може ефективно використовуватись в ході досліджень, що передують проекту. В зв'язку з цим виникає необхідність створення моделей забезпечення процесу прогнозування обрису ЗАО які відповідають потребам сучасності.

### Виклад основного матеріалу

Загальна схема прогнозування обрису ЗАО враховує етапи інформаційного забезпечення, досліджень, що передують проекту і прогнозного моделювання. На етапі досліджень, що передують проекту при попередній формалізації ЗАО пропонується використовувати операційно-параметричний аналіз (ОПА), який включає в себе операційно-функціональний (ОФА), функціонально-структурний (ФСА) і параметричний аналізи (ПА).

Схема ОПА наведена на рис. 1. Результати його необхідні при моделюванні варіантів ЗАО і виявленні найбільш бажаних.

Основна мета ОФА – встановити зв'язок умов бойового застосування ЗАО з його функціями. На основі його робляться висновки щодо необхідності змін функціональної схеми і найбільш важливих функцій ЗАО.

Функціонально-структурний аналіз сприяє визначенню можливостей щодо виконання не об'єднаних функцій, які, як правило, є суперечливими. Головним його результатом є отримання узагальненого функціонально-структурного опису ЗАО.

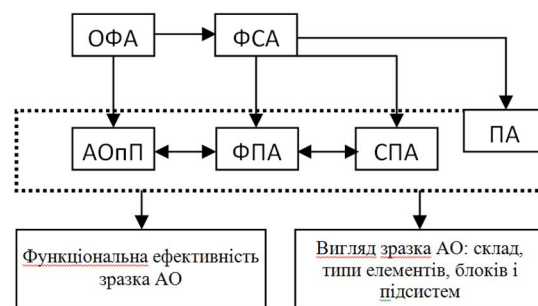


Рис.1. Схема операційно-параметричного аналізу

Мета параметричного аналізу – виявити операційні, функціональні та структурні параметри, встановити їх зв'язок, на основі якого в подальшому буде проведено моделювання варіантів обрису.

Операційно-функціональний аналіз застосування ЗАО проводиться на всіх рівнях його ієрархії в залежності від цілей дослідження. Так, наприклад, якщо комплекс артилерійського озброєння знаходиться на першому рівні, то для другого рівня проводиться ОФА застосування артилерійських боєприпасів, обладнання, систем управління вогнем та ін. При цьому враховуються завдання комплексу, що знаходиться на більш високому рівні ієрархії.

Операційно-функціональний аналіз полягає в розгляді завдань ЗАО на перспективу і формуванні його основних функцій при бойовому застосуванні.

Завдання ЗАО на перспективу будуть визначатися умовами проведення бойових дій та природно-кліматичними особливостями, які залежать від характеристик об'єктів і природи, що взаємодіють з об'єктом прогнозування. Виділяючи об'єкти, які взаємодіють із ЗАО, необхідно, насамперед, розглянути зміну їх характеристик і його завдання на перспективу. Ретроспективний аналіз розвитку конкретних ЗАО показує, що, як правило, завдання їх змінюються незначним чином. Тому є підстави припускати, що вони є досить стабільними (Таблиця 1).

Визначення майбутньої ситуації застосування ЗАО проводиться за допомогою побудови сценаріїв його застосування, відповідних горизонту прогнозування. За результатами аналізу [2-5] типовий сценарій застосування ЗАО наведено у Методиці оперативно-тактичних (тактичних) розрахунків при плануванні вогневого ураження противника РВ і А в операції (бою). За сукупністю таких сценаріїв визначається, наскільки зміниться його завдання. Необхідно взяти до уваги, що майбутнє зароджується і формується в надрах сьогодення, і передбачення має базуватися на дослідженні існуючих тенденцій.

Таблиця 1

#### Перелік оперативно-тактичних і тактичних завдань артилерії {Z}

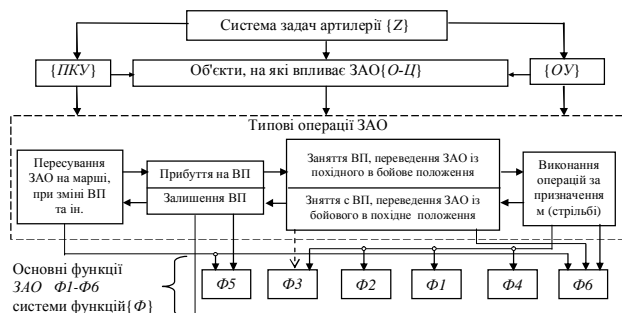
| Завдання                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Основні завдання                                                                                        |
| 1. Знищення засобів масового ураження.                                                                  |
| 2. Знищення елементів розвідувально-ударних і розвідувально-вогневих комплексів і систем.               |
| 3. Ураження артилерійських і мінометних батерей, танків, БМП та іншої броньованої техніки супротивника. |
| 4. Ураження живої сили і вогневих засобів противника, як відкритих так і в укриттях.                    |
| 5. Знищення пунктів управління.                                                                         |
| 6. Знищення найважливіших засобів розвідки.                                                             |
| 7. Знищення складів з боєприпасами.                                                                     |
| 8. Ураження основних угруповань противника.                                                             |
| 9. Знищення військової авіації (в першу чергу на найближчих аеродромах і на майданчиках підскоку).      |
| 10. Порушення нормальної роботи військового тилу.                                                       |
| Інші завдання                                                                                           |
| 1. Ураження засобів протиповітряної і протиракетної оборони.                                            |
| 2. Ураження радіоелектронних засобів.                                                                   |
| 3. Руйнування фортифікаційних споруд противника.                                                        |
| 4. Забезпечення проходів в мінних полях і дровових загородженнях.                                       |
| 5. Дистанційне мінування місцевості.                                                                    |
| 6. Світлове забезпечення бойових дій.                                                                   |
| 7. Задимлення ділянок місцевості.                                                                       |
| 8. Доставка в розташування противника агітаційного матеріалу.                                           |

Облік з прийнятним ступенем точності різноманітності факторів, що визначають кількісні результати операцій в майбутньому, пов'язаний з великими труднощами і необхідністю вирішення задач великої розмірності. Тому доцільно проводити укрупнений аналіз на базі типових задач застосування ЗАО.

Для цього потрібно підібрати показники типових завдань, які б відповідали сукупності головних характеристик об'єкта прогнозування, характеристик, які визначають найбільшою мірою його призначення та відображають здатність ЗАО до вирішення завдань в конкретних умовах його застосування. При цьому виконується детальний аналіз перспектив розвитку об'єктів, які взаємодіють з прогнозованим ЗАО, і формуються показники типових завдань його застосування.

Після аналізу завдань ЗАО і супутніх їх виконанню умов на перспективу, логічно перейти до основних функцій, які виконуються їм при цьому. Система функцій  $\{\Phi\}$  формалізується на основі сформульованого переліку завдань і виділення безлічі типових операцій центрального елемента  $\{ЦЕ\}$ , планів операцій і їх етапів, що визначаються впливом системи завдань  $\{Z\}$ , об'єктів-цілей  $\{O-Ц\}$ , природно-кліматичних  $\{ПКУ\}$  і операційних умов  $\{OU\}$ .

Відповідно до цього на рис. 2. наведені результати формування основних функцій ЗАО.

Рис. 2. Схема формування основних функцій ЗАО  $\{\Phi\}$ 

Таким чином, з одного боку ОФА передбачає знаходження умов, в яких проводяться операції за участю ЗАО, а з іншого функцій, які він виконує в тих чи інших умовах. За допомогою ОФА забезпечується виділення найбільш вірогідних умов, в яких функціонує ЗАО, здійснюється виявлення його нових функціональних можливостей і встановлення найбільш важливих функцій. З умов бойового застосування артилерії виділяються типові завдання для ЗАО, які досліджуються.

Позначення:

Φ1 – доставка снаряда до цілі;

Ф2 – забезпечення перетину траєкторії снаряда з місцем знаходження цілі;

Ф3 – підготовка ЗАО до стрільби, забезпечення стрільби з нього і необхідної скорострільності;

Ф4 – забезпечення стійкості і нерухомості ЗАО при стрільбі;

Ф5 – пересування ЗАО при зміні позиції, на марші, на позиції, при транспортуванні;

Ф6 – захист ЗАО і обслуги від факторів ураження і зовнішніх впливів (дощ, сніг та ін.).

Вони відповідають конкретному сценарію бойового застосування артилерії. При виконанні кожного з перерахованих завдань уражаються типові об'єкти противника, формуються функції перспективного ЗАО. Крім того, кожному  $j$ -му завданню ставиться у відповідність коефіцієнт важливості. На основі матричного аналізу виконується оцінка відносної важливості функцій зразків 1-го і 2-го рівнів, результати оцінки важливості зводяться в спеціальні таблиці. Значущість функцій 1-го і 2-го рівнів розраховується за наступними залежностями.

Для 1-го рівня

$$A_{i1} = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^{l_j} P_j a_{k1i}, \quad i=1, \dots, K_1; \quad k=1, \dots, l_j, \quad (1)$$

де  $K_1$  – кількість розглянутих функцій 1-го рівня;

$n$  – кількість завдань;

$l_j$  – кількість об'єктів ураження для  $j$ -го завдання;

$P_j$  – важливість  $j$ -го завдання;

Для 2-го рівня

$$A_{i2} = \sum_{i1=1}^{K_1} A_{i1} b_{i2i1}, \quad i2 = 1, \dots, K_2, \quad (2)$$

де  $K_2$  – кількість розглянутих функцій 2-го рівня;

$b_{i2i1}$  – кількість об'єктів супротивника для ураження, відповідно  $i2$ -й функції 2-го рівня і  $i1$ -й функції 1-го рівня.

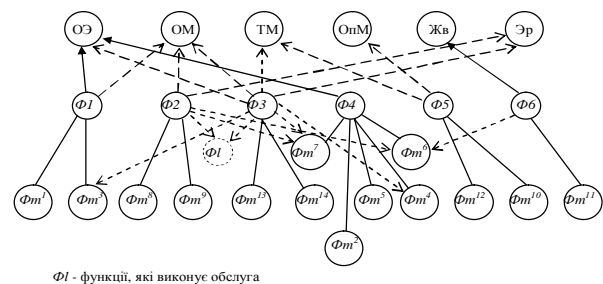
За формулами (1) і (2) можливо розрахувати важливості функцій конкретного ЗАО. Функціонально-структурний аналіз включає в себе формування узагальненої функціональної схеми ЗАО, побудову та аналіз функціональних груп його блоків, елементів.

$$\alpha_{k1i} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } i1\text{-а функція збігається з} \\ & j\text{-м завданням ураження } k\text{-го об'єкту;} \\ 0, & \text{якщо } i1\text{-а функція не збігається з} \\ & j\text{-м завданням ураження } k\text{-го об'єкту.} \end{cases}$$

Формування узагальненої функціональної схеми передбачає декомпозицію основних функцій ЗАО до функцій блоків, елементів та аналіз впливу їх на обрані його властивості. За результатом ОФА виявляються завдання та умови застосування об'єкта

прогнозування, що є основою для встановлення основних функцій зразка ЗАО. Кожна функція синтезує в собі функції блоків, елементів, які об'єднуються у функціональні групи. Декомпозиція основних функцій здійснюється паралельно декомпозиції самого ЗАО таким чином, щоб не виникло невизначеності щодо типів засобів, здатних реалізувати цільові вимоги. На рис.2. показана схема формування основних функцій ЗАО. Далі здійснюється декомпозиція цих функцій до функцій блоків, елементів і створення розширеної системи функцій  $\{\Phi\}$  на рис.3. наведена узагальнена схема функцій ЗАО.

Побудова та аналіз функціональних груп його блоків, елементів виконується на основі результатів ОФА і в основному полягає у виявленні (уточненні) функцій ЗАО на більш низьких рівнях ієрархії в порівнянні з функціями ОФА і всіх можливих його елементів структури, призначених для виконання цих функцій. Далі виконується аналіз відповідності між функціями і засобами (структурами), які їх виконують.



Ф1 - функції, які виконують обслуга

Рис. 3. Узагальнена схема функцій ЗАО

Тут використовується подання структури ЗАО узагальненим орієнтованим графом, що сприяє оцінці взаємозв'язку між його складовими. Використовуючи цей факт, можна перейти до опису функціональної структури конкретних варіантів із знаходженням структурних параметрів, що цікавлять. Це особливо важливо при розробці нових структур, бо є можливість сформулювати рекомендації, які б забезпечували функціональне розвантаження окремих складових (елементів) ЗАО, посилення слабких ланок структури шляхом введення структурної та функціональної надмірності, і нарешті, розумно розподілити зусилля для досягнення найбільшої або заданої якості функціонування ЗАО в цілому.

Параметричний аналіз передбачає детальний розгляд результатів ОФА і ФСА з акцентом на кількісні параметри, що характеризують умови бойового застосування (проведення аналізу операційних параметрів (АОП) і можливості ЗАО ефективно виконувати свої завдання (ФПА і СПА). Розбіжність між параметрами операційних досліджень з параметрами його функціонально-структурної схеми визначає необхідність їх вдосконалення у відповідних

напрямах. Важливість такого ПА на вербально логічному рівні обумовлена можливістю постійного коригування перспектив розвитку елементної бази ЗАО в міру надходження нової інформації про ймовірні зміни в умовах бойового застосування того чи іншого зразка озброєння противника.

Параметричний аналіз включає наступне: виділення операційних, функціональних і структурних параметрів відповідно з результатів ОФА і ФСА; порівняльну оцінку результатів АОП, ФПА і СПА; коригування перспектив розвитку елементної бази ЗАО.

Слід зазначити, що структурно-параметричний аналіз є логічним продовженням ФСА. Він включає в себе аналіз конструктивних модулів блоків та елементів ЗАО і параметричний опис його функціонально-структурної цілісності. Сутність його полягає у формуванні залежності обрису ЗАО від його параметрів, який виходить на основі аналізу аналітичних формул для розрахунку основних характеристик ЗАО, а також особливостей його загальної конструкції. Результати СПА наведені в Таблиці 2.

Таблиця 2

#### Результати структурно-параметричного аналізу зразка АО

| ТТХ                           | $D_{max}$ | $\varphi$     | $\psi$ | $t_{\pi}$       | $\lambda$       | $Q_{\pi}$                         | $V_{ш}^{max}$   |
|-------------------------------|-----------|---------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|
| Посадання блоків та елементів | $m^1 m^3$ | $m^4 m^8 m^9$ | $m^8$  | $m^{10} m^{14}$ | $m^{10} m^{13}$ | $m^1 m^4 m^5$<br>$m^6 m^7 m^{10}$ | $m^{10} m^{12}$ |

#### Висновки

Таким чином, ОПА орієнтований на розкриття об'єкта прогнозування з системно-структурної та

функціональної позицій. Подальше використання результатів ОПА в конкретній задачі прогнозування здійснюється після виявлення їх зв'язку з тимчасовим фактором. Для цього необхідно описати зовнішність ЗАО (подати його як системно-структурне утворення), і відзначити його зміну за часом.

Опис обрису ЗАО проводиться за допомогою якісних показників, які подаються в подальшому якісними ознаками. Для цього, з одного боку, необхідно визначити номенклатуру цих якісних показників, а з іншого боку, щоб оцінити функціональні можливості ЗАО, потрібно знати його основні властивості і як вони впливають на обрис ЗАО.

#### Список літератури

1. Абрамов О.В. Прогнозирование состояния технических систем / О.В. Абрамов, А.Н. Розенбаум. – М.: Наука, 1990. – 126 с.
2. Методика оперативно-тактических (тактических) расчётов при планировании огневого поражения противника РВ и А в операции (бою). Книга 3. – М.: Воениздат, 1991. – 80 с.
3. Крзла В.Г. Боевое применение ракетных войск и артиллерии в операциях. – Л.: ВАА, 1984.
4. Оборона мотострелковой дивизии при переходе к ней в непосредственном соприкосновении с противником. Учебная тактическая задача №4115 "Е", учебн. материал к занятию № 13.-Л.: ВАОЛКА им. М.И. Калинина, 1985.
5. Боевой устав артиллерии Сухопутных войск. Часть 1. – М.: Воениздат, 1989. – 512 с.

**Рецензент:** д.т.н., проф. В.Ф. Миргород, Військова академія, Одеса.

#### МОДЕЛИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОЧЕРТАНИЯ ОБРАЗЦА АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ВООРУЖЕНИЯ

С.О. Никул

*Предложена общая схема прогнозирования очертания образца артиллерийского вооружения (ОАВ) которая учитывает этапы информационного обеспечения, исследований, которые предшествуют проекту. Для построения модели обеспечения процесса прогнозирования предлагается использовать операционно-параметрический анализ (ОПА).*

**Ключевые слова:** артиллерийское вооружение, образец, модель, очертание, прогнозирование.

#### PREDICTION MODEL OF SUPPORT OF SAMPLE OUTLINE ARTILLERY

S. Nickul

*The general outlines of sample prediction scheme artillery (ZAO) which takes into account the stages of information management, research, prior to the project. To build a model forecasting process to ensure operational and proposed to use parametric Analysis (OPA).*

**Keywords:** artillery, sample, model, outline, prediction.