

УДК 351.813.12

Рома О.М., д.т.н., с.н.с.<sup>1</sup>;  
Дергильова О.В., к.т.н.<sup>2</sup><sup>1</sup> - Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації НТУ "КПІ";<sup>2</sup> - Центр воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського

## Побудова первинних формальних моделей воєнної безпеки держави

Построение первичных  
формальных моделей  
военной безопасности  
государства

The construction of formal models of  
primary military security of the state

**Резюме.** У статті розглядається спосіб побудови формальних моделей воєнної безпеки держави. Надається підхід до оцінки стану воєнної безпеки.

**Резюме.** В статье рассматривается способ построения формальных моделей военной безопасности государства. Приводится подход к оценке состояния военной безопасности.

**Resume.** This article discusses a method of constructing formal models of military security. We present an approach to the assessment of military security.

**Ключові слова:** воєнна безпека держави, формальна модель, система рівнянь.

**Ключевые слова:** военная безопасность государства, формальная модель, система уравнений.

**Keywords:** military security of the state, formal model, system of equations.

**Постановка проблеми.** Термін "воєнна безпека держави", чи навіть просто "воєнна безпека", залишається законодавчо невизначеним. Не дають тлумачення терміну ні чинна редакція Закону України "Про основи національної безпеки України", ні чинна редакція Воєнної доктрини України. Це ускладнює впровадження механізмів її забезпечення. Зокрема, ця обставина ускладнює застосування формальних методів оцінки стану воєнної безпеки держави та розрахунків заходів щодо її забезпечення. Вираз "наука породжується там, де починається розрахунок" виправданий і для сфери забезпечення воєнної безпеки держави. Але розрахунки можливі тільки за наявності математичного (формального) опису ситуацій, дій, ходу розмірковування – надання змістовної сторони явища у вигляді формальної системи чи числення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** За останні двадцять років широкої відомості набула відносно невелика кількість формальних методів оцінки стану воєнної безпеки держави та розрахунків заходів щодо її забезпечення. Так, широковідомими є практично єдиний метод прогнозування динаміки воєнно-політичної

обстановки на основі методології сценарного аналізу соціально-економічних систем [1] та методика аналізу та оцінки рівня національної безпеки та її складових на основі порівняльного аналізу на основі методів таксономії з елементами факторного аналізу [2]. У той же час відмічені такі основні проблеми їх практичного застосування, як визначення мінімальної кількості експертів, припустимої величини неузгодженості думок експертів, кількості генерованих можливих сценаріїв. Додатково також необхідна подібна структуризація об'єкту дослідження, задача визначення станів прогнозування виявляється досить громіздкою, відкритими залишаються питання встановлення апріорного алфавіту станів та їх належність до експертно-значимих, задача втрачає гнучкість у разі поступового збільшення інформації, що використовується.

У спробі формально представити первинну модель воєнної безпеки держави з метою подолання зазначених ускладнень можна прийняти деякі найбільш загальні припущення. Слушно погодитися з авторами статті "Воєнна безпека: незвичайний конструктивізм" [3], де воєнна безпека України представлена як "стан

захищеності національних інтересів, її суверенітету (України – авт.), територіальної цілісності і недоторканності від посягань із застосуванням воєнної сили, складова національної безпеки України".

**Формулювання цілей статті (постановка завдання).** Ця публікація має за мету надати спосіб побудови первинних формальних моделей воєнної безпеки держави на основі поточного тлумачення поняття "воєнної безпеки держави" на законодавчому рівні.

**Основні результати дослідження.** З наведеного в [3] визначення можна висунути наступні тези:

- існує суб'єкт воєнної безпеки держави – це сама держава, яка уособлює в собі національні інтереси, суверенітет, територіальну цілісність та недоторканість; позначимо її як формальний об'єкт  $D$ ;

- ще один суб'єкт воєнної безпеки – воєнна сила, формальний об'єкт  $W$ ;

- сама воєнна безпека є стан (захищеності національних інтересів і т.д.), який, очевидно, є станом держави.

Залишається формально визначитися з терміном "захищеність". Оскільки передбачається захист від воєнної сили  $W$ , яка впливає на державу  $D$ , то відсутність впливу означає незмінність формального об'єкта "держава". Якщо  $D$  є деякий інтегрований показник (число) чи набір показників (вектор), то абсолютна захищеність держави означає

$$D = \text{const} \text{ чи } \frac{dD}{dt} = 0.$$

Якщо відійти від умови "абсолютної" захищеності, то замість рівності нулю похідної за часом від стану  $D$  слід прийняти умови мінімуму зміни стану, тобто

$$\frac{dD}{dt} \rightarrow \min.$$

Оскільки зміна стану держави у нашому розгляді є наслідком впливу воєнної сили, доцільно прийняти точку зору, що величина зміни стану держави є функцією від величини сили, яка цю зміну обумовлює:

$$\frac{dD}{dt} = f(W).$$

Найпростішим випадком функції  $f$  є лінійна функція, тоді попередня формула прийме наступний вигляд

$$\frac{dD}{dt} = -aW,$$

де  $a$  – постійний коефіцієнт. Знак "–" вказує на той факт, що вплив воєнної сили на державу за природою негативним, тобто зменшує значення показника "стану" держави.

Така модель є надто простою, не відбиває багатьох реальних речей, тому має дуже вузьку область застосування. Так, вона не відбиває механізму протидії впливу воєнної сили "противника" на державу, а точніше, не містить взагалі цього механізму. Також виявляємо деякі парадокси. Наприклад, навіть для могутньої у воєнному відношенні держави будь-який прояв впливу на неї воєнної сили приведе до зміни стану, нехай і незначного. Але це вже буде прояв факту воєнної небезпеки. Навпаки, слабка у воєнному відношенні держава не відчуватиме взагалі зміни стану до початку безпосереднього впливу воєнної сили. При цьому загроза може існувати, вона може бути неминучою і фатальною за наслідками, але не матиме прояву в наведеній моделі до самого початку безпосереднього впливу.

Останнє вказує на необхідність обов'язково будувати практичні моделі з властивістю передбачення, а для оцінки реального стану воєнної безпеки держави використовувати прогностичні оцінки.

Подальшими кроками формування формальної моделі воєнної безпеки будуть реалізації підходів щодо врахування дії механізмів протидії впливу воєнної сили "противника" на стан держави. Найпростішою моделлю дії цього механізму є, так би мовити, модель "пасивної" протидії. Суть її полягає у частковій чи повній компенсації впливу воєнної сили, а для лінійної моделі це може бути записано як

$$\frac{dD}{dt} = -aW + bP,$$

де  $P$  – сила "захисту" від впливу воєнної сили (ще один суб'єкт воєнної безпеки держави). Постійні коефіцієнти  $a$  та  $b$  є параметрами механізму забезпечення воєнної безпеки держави.

Моделю може бути і нелінійною і в загальному вигляді записується як

$$\frac{dD}{dt} = f(W, P).$$

Наприклад, повна квадратична модель буде записана як

$$\frac{dD}{dt} = a_0 + a_1W + a_2P + a_3W \cdot P + a_4W^2 + a_5P^2,$$

де  $a_i$  – постійні коефіцієнти моделі.

Особливістю такої моделі є те, що відповідно з нею здійснюється лише "компенсація" впливу воєнної сили, але не здійснюється ніякий вплив на величину воєнної сили – ці механізми залишаються у руках "противника".

Якщо пов'язувати сили  $W$  та  $P$  з їх фізичним змістом, то очевидно, що для формування зазначених сил необхідний деякий ресурс. Звісно, що реальний ресурс при цьому витрачається. Усі попередні моделі не враховують витрати такого ресурсу, формально у цих моделях ресурс є нескінченим. Таке припущення цілком можливе для побудови моделі на деякому обмеженому інтервалі часу.

Тепер передбачимо, що існують обмежені ресурси  $R_W$  та  $R_P$ , які витрачаються на формування сил, відповідно  $W$  та  $P$ . Обмеження задаються у початковий момент моделювання  $R_W(t_0)$  та  $R_P(t_0)$ . У переважній більшості випадків обмеження носять інтегральний характер і рівняння їх витрати можуть бути записані як

$$\begin{cases} R_W(t) = R_W(t_0) - \int_{t_0}^t \varphi_W(\tau) d\tau, \\ R_P(t) = R_P(t_0) - \int_{t_0}^t \varphi_P(\tau) d\tau. \end{cases}$$

Після диференціювання маємо

$$\begin{cases} \frac{dR_W}{dt} = -\varphi_W, \\ \frac{dR_P}{dt} = -\varphi_P \end{cases}$$

за умов  $R_W(t_0) = R_{W0}$ ,  $R_P(t_0) = R_{P0}$ ,  $R_W(t) \geq 0$ ,  $R_P(t) \geq 0$ . Тут  $\varphi_W$ ,  $\varphi_P$  – деякі

функції витрати відповідного ресурсу в "силу" (без деталізації аргументів функцій) [4, 5].

Тоді з урахуванням ресурсних обмежень модель воєнної безпеки держави у найбільш загальному вигляді можна надати у вигляді системи, максимально розширивши перелік її можливих внутрішніх зв'язків – тобто зробивши систему повнозв'язною. Формально вона надається системою рівнянь

$$\begin{cases} \frac{dD}{dt} = f_D(t, D, W, P, R_W, R_P), \\ \frac{dW}{dt} = f_W(t, D, W, P, R_W, R_P), \\ \frac{dP}{dt} = f_P(t, D, W, P, R_W, R_P), \\ \frac{dR_W}{dt} = \varphi_W(t, D, W, P, R_W, R_P), \\ \frac{dR_P}{dt} = \varphi_P(t, D, W, P, R_W, R_P). \end{cases}$$

де  $f_D$ ,  $f_W$ ,  $f_P$ ,  $\varphi_W$ ,  $\varphi_P$  – деякі функції перетворення миттєвих значень аргументів моделі у миттєві значення похідних у часі від відповідних аргументів;  $t$  – поточний час.

Аргументами такої моделі є змінні  $D, W, P, R_W, R_P$ . Оскільки усі аргументи моделі, в тому числі і  $W$  та  $P$ , пов'язані між собою системою диференціальних рівнянь, така модель передбачає існування не тільки "пасивного" механізму забезпечення воєнної безпеки держави, а й "активного". Останній передбачає існування можливого впливу аргументів моделі  $D$  та  $P$  на формування воєнної сили  $W$ . І навпаки, аргумент  $W$  може визначати не лише стан держави  $D$ , а й впливати на формування сили "захисту"  $P$ .

Не маючи інформації про наявність і характер зв'язків всередині такої системи, на початку передбачається, що система є повнозв'язною – кожен аргумент моделі пов'язаний з кожним, в тому числі і сам з собою. Встановлення факту існування тих чи інших зв'язків та їх характеру є задачею структурно-параметричної ідентифікації моделі.

Систему рівнянь моделі воєнної безпеки держави можна записати більш компактно з метою подальшого застосування математичних процедур структурно-параметричної

ідентифікації системи рівнянь за "експериментальними" даними. Припустимо, формально стан держави  $D$  описується кількома

аргументами  $x_0, x_1, \dots, x_{n1}$ . Аналогічно представимо й інші аргументи моделі:

$W$  через  $x_{n1+1}, x_{n1+2}, \dots, x_{n1+n2}$ ,

$P$  через  $x_{n1+n2+1}, x_{n1+n2+2}, \dots, x_{n1+n2+n3}$ ,

$R_W$  через  $x_{n1+n2+n3+1}, x_{n1+n2+n3+2}, \dots, x_{n1+n2+n3+n4}$ ,

$R_P$  через  $x_{n1+n2+n3+n4+1}, x_{n1+n2+n3+n4+2}, \dots, x_{n1+n2+n3+n4+n5}$ .

Таким чином, первинні аргументи  $D, W, P, R_W, R_P$  замінюються одним вектором аргументів без урахування їх походження  $X = x_0, x_1, \dots, x_n$ ,  $n = n1 + n2 + n3 + n4 + n5$ . Первинна система у векторній формі може бути записана через будь-який неупорядкований набір аргументів як

$$\frac{dX}{dt} = F(t, X),$$

де вектор-функція  $F = \{f_D, f_W, f_P, f_{R_W}, f_{R_P}\}$ .

Усі аргументи такої моделі описують розвиток процесу, який визначає стан воєнної безпеки держави. Проте, поточний числовий показник цього стану визначають, ймовірно, лише деякі аргументи описаної формальної моделі – ті, що пов'язані з характеристикою стану держави  $D$ .

Структурно-параметрична ідентифікація системи рівнянь, наведених у останньому запису, є предметом окремого розгляду.

**Висновки.** Наведений підхід дозволяє визначити формальну конструкцію, яка береться в основу для структурно-параметричної ідентифікації системи рівнянь, які, в свою чергу, є формальною моделлю зміни (розвитку) стану

воєнної безпеки держави. Вибір складності такої конструкції визначається наявним "фактичним" матеріалом та метою моделювання. Подальша структурно-параметрична ідентифікація математичної моделі за "фактичними" даними за принципом самоорганізації моделі дозволяє здійснити пошук найкращої моделі для реальних поточних умов дослідження.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Богданович В. Ю. Теоретические основы анализа проблем национальной безопасности государства в военной сфере: Монография / Богданович В. Ю. // – К. : Основа, 2006. – 296 с.
2. Косевцов В. О. Методичний підхід до аналізу й оцінки рівня національної безпеки та її складових / Косевцов В. О., Бінько І. Ф., Матвієвський О. М. // Наука і оборона. – 1995. - № 1. – С. 74–77.
3. Військова панорама. – <http://wartime.org.ua/2296-voyenna-bezpeka-nezvichayniy-konstruktivzm.html>.
4. Нелинейная оптимизация систем автоматического управления / [под. ред. В.М. Пономарёва]. – М. : Машиностроение, 1970. – 306 с.
5. Кротов В. Ф. Методы и задачи оптимального управления / В. Ф. Кротов, В. И. Гурман. – М. : Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1973. – 448 с.