

## ЩОДО МОДЕЛЮВАННЯ ДЕЯКИХ АСПЕКТІВ РОЗВИТКУ КОНФЛІКТНОЇ СИТУАЦІЇ

**Abstract:** In the article the algorithm of analysis and estimation of conflict situation is expounded with the use of least-squares method. The feature of approach, that is examined, is that it enables to design and explore the different variants of development of conflict situation, determine and forecast the conduct of the states in military, political, economic, social, informative and other spheres of activity. The calculations with the use of algorithms which are represented in the article allow at presence of measures of influencing to specify the model of development of conflict situation and to forecast the moment of «X» (for example, beginning of battle actions in a military conflict and others like that).

**Key words:** conflict situation, measures of influence, mathematical model.

**Анотація:** В статті викладено алгоритм аналізу й оцінки конфліктної ситуації з використанням методу найменших квадратів. Особливістю підходу, що розглядається, його можливість моделювати та досліджувати різні варіанти розвитку конфліктної ситуації, визначати та прогнозувати поведінку держав у воєнній, політичній, економічній, соціальній, інформаційній та інших сферах діяльності. Розрахунки з використанням алгоритмів, що представлені в статті, дозволяють при наявності реальних заходів впливу на конфліктну ситуацію з боку держави-агресора уточнювати модель розвитку конфліктної ситуації й прогнозувати час «X» (наприклад, початок бойових дій у воєнному конфлікті).

**Ключові слова:** конфліктна ситуація, заходи агресії, математична модель.

**Аннотация:** В статье излагаются алгоритм анализа и оценки конфликтной ситуации с использованием метода наименьших квадратов. Особенность рассматриваемого подхода заключается в том, что он позволяет моделировать и исследовать различные варианты развития конфликтной ситуации, определять и прогнозировать поведение государств в военной, политической, экономической, социальной, информационной и других сферах деятельности. Расчеты с использованием алгоритмов, представленных в статье, позволяют при наличии реальных мероприятий влияния на конфликтную ситуацию со стороны государства – агрессора уточнять модель развития конфликтной ситуации и прогнозировать час «X» (например, начало боевых действий в военном конфликте).

**Ключевые слова:** конфликтная ситуация, мероприятия агрессии, математическая модель.

### 1. Вступ

Розглянемо воєнну конфліктну ситуацію за умов, коли обидві конфліктуючі сторони активно готуються до війни, не маючи намірів (можливості) її уникнути, тобто, починаючи від зародження і до моменту прямого протистояння – часу «X» (бойових дій). Будемо вважати за конфліктну ситуацію поточний стан відносин між суб'єктами протидії в процесі життєвого циклу конфлікту. Розвиток конфліктної ситуації визначається певними етапами та послідовністю заходів суб'єктами протидії у таких сферах життєдіяльності, як воєнна, економічна, політична, соціальна і т.д. [1]. При цьому сторонами протидії в конфліктній ситуації є суб'єкт агресії – держава-агресор, що впроваджує агресивні заходи, та об'єкт агресії – держава, проти якої агресія направлена. Приймемо, що всі розрахунки виконуються з боку об'єкта агресії. Тоді агресивні заходи, які впроваджує держава-агресор, визначаються як розпізнавальні ознаки агресії (РОА), а заходи держави, проти якої агресія направлена, як заходи протидії агресії.

Конфліктна ситуація як об'єкт моделювання являє собою приклад складної моделі інформаційної системи, що змінюється в залежності від характеру розпізнавальних ознак агресії та заходів протидії агресії, які впроваджуються. При вирішенні задачі моделювання агресивних заходів та заходів протидії необхідно визначити їх перелік, час початку та закінчення заходів, а також вагомість заходів. Агресивні заходи впливу на конфліктну ситуацію в кожному випадку визначаються із загального переліку заходів по сферах діяльності держави [2, 3]. Для встановлення часу початку та закінчення заходів можна використовувати метод аналізу ієрархій [4] як метод

експертної оцінки. При визначенні вагомості заходів можна використовувати «потенціальний» метод [5]. Однак можливості математичних методів при вирішенні задач такого класу в загальному вигляді обмежені [6]. В даній роботі розглядається задача моделювання розвитку конфліктної ситуації при умові, що послідовність агресивних заходів визначена апіорі.

## 2. Моделювання конфліктної ситуації

Формально розвиток конфліктної ситуації можна представити моделлю, до складу якої входять: перелік агресивних заходів впливу на конфліктну ситуацію і перелік заходів протидії, що моделюються, а також використовуються реальні РОА і реальні заходи протидії. Для спрощення обчислень надалі у моделі розвитку конфліктної ситуації (рис. 1) заходи протидії не враховуються.

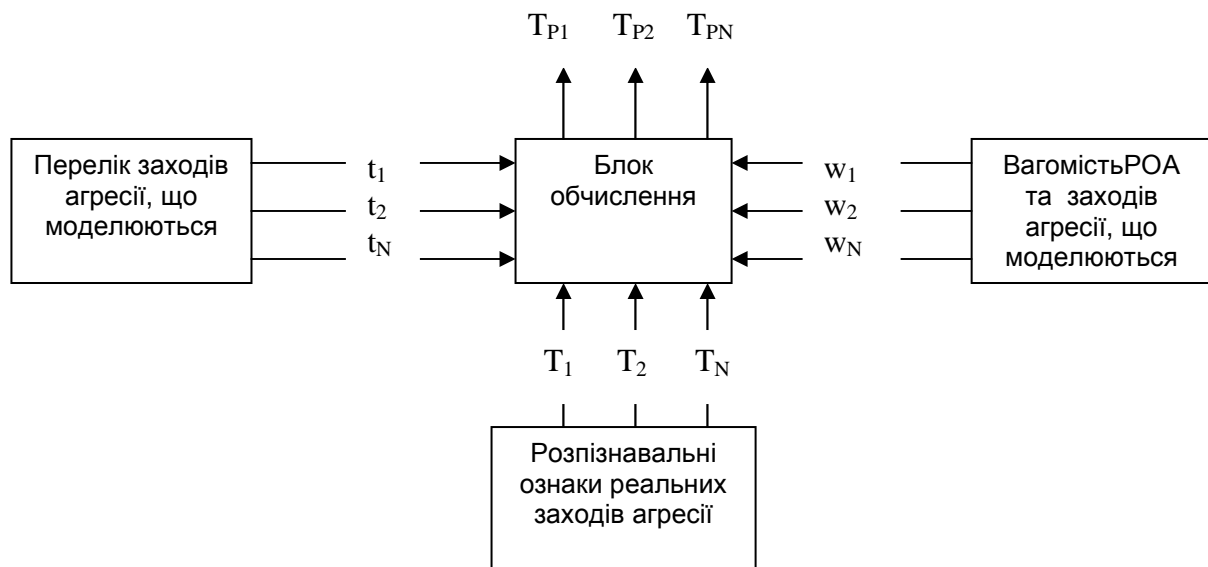


Рис. 1. Модель розвитку конфліктної ситуації

Як видно із рис. 1, в моделі розвитку конфліктної ситуації вхідними чинниками є:

- розпізнавальні ознаки реальних заходів агресії;
- $T_1, T_2 \dots T_N$  – час початку або закінчення дії РОА;
- заходи агресії, що моделюються;
- $t_1, t_2 \dots t_N$  – час початку або закінчення дії заходів агресії, що моделюються;
- вагомість РОА і заходів агресії, що моделюються:  $w_1, w_2 \dots w_N$ .

Реальні РОА суб'єкта агресії можуть утримувати заходи, що відносяться до військової сфери (підготовка до бойових дій), до політичної сфери (заяви, переговори, ультиматуми та інш.), економічної сфери (економічні санкції, тиск), соціальної сфери тощо.

Реальні РОА збираються і аналізуються стороною, проти якої заходи направлені. Встановлюється їх відносна вагомість (потенціал дії, важливість, ефективність, вартість, надійність виявлення тощо). Визначається наявність дезінформації, реальність виконання і т.д.

Таким чином, задача щодо розвитку КС і прогнозу часу «Х» виконується у такій послідовності:

- 1) визначення часу початку або закінчення дії РОА;
- 2) уточнення моделі розвитку конфліктної ситуації;
- 3) прогнозування часу «Х»;
- 4) розрахунок етапів розвитку конфліктної ситуації;
- 5) уточнення прогнозованого часу «Х» через побудову функції, що згладжує масив вагомості заходів уточненої моделі розвитку конфліктної ситуації.

Вихідними даними є:

- уточнена послідовність агресивних заходів впливу на конфліктну ситуацію;
- прогноз часу «Х».

Математичний апарат, який використовується у розрахунках, – це метод найменших квадратів [7]. Слід зазначити, що метод найменших квадратів успішно використовується в задачах оцінки прогнозу [8].

Розрахунки починаються після одержання чергової РОА. Порівнюється час появи цієї РОА та час її в моделі і надається експертна оцінка відповідності агресивних заходів реальним РОА. Якщо час не співпадає, аналізуються варіанти:

1. Час виявлення і назва РОА встановлені достатньо точно (необхідно коригувати параметри моделі).
2. Час появи РОА встановлено не точно (необхідні уточнення експертним шляхом).
3. РОА не встановлено, а модель утримує захід (необхідно уточнити параметри моделі).
4. РОА встановлено, а модель не утримує захід (необхідно уточнити параметри моделі).
5. Вагомість РОА не відповідає вагомості заходу моделі, (наприклад: дезінформація, не всі канали стеження встановлюють наявність РОА тощо). Необхідно уточнити вагомість РОА або вагомість заходу моделі.

В розрахунках використовується таблиця заходів моделі та РОА:

Таблиця. Перелік часу початку або закінчення дії заходу моделі та РОА

№ п/п	Час початку або закінчення дії заходу моделі, $t_i$	Час початку або закінчення дії РОА, $T_i$
-------	---	---

Після кожного кроку обчислень у другий стовпчик таблиці вводиться час початку або закінчення дії заходу моделі, який відкориговано з урахуванням таблиці РОА. В третьому стовпчику, в частині, де ще не визначені РОА, вводяться дані по заходах моделі. При надходженні нової РОА в третій стовпчик таблиці вводиться реальне значення РОА замість модельного і виконується підрахунок  $T_{pi}$ , в тому числі визначається прогнозований час «Х» –  $T_{pN}$ .

Уточнення часу початку або закінчення дії заходу виконується згідно з формулою:

$$T_{pi} = k_i t_i + T_{oi},$$

де  $T_{pi}$  – уточнений термін початку або закінчення дії заходу моделі;

$T_{oi}$  – термін початку розвитку конфліктної ситуації;

$t_i$  – термін початку або закінчення дії заходу моделі;

$k_i$  – коефіцієнт пропорційності між термінами часу POA і заходу моделі.

Для мінімізації помилок у виявленні часу початку або закінчення дії заходів моделі з урахуванням POA необхідно дослідити функцію виду

$$F(k_i) = \sum_i^N (T_{pi} - T_i)^2,$$

де  $T_i$  – час початку або закінчення дії POA,

або

$$F(k_i) = \sum_{i=1}^N [k_i t_i + T_{oi} - T_i]^2.$$

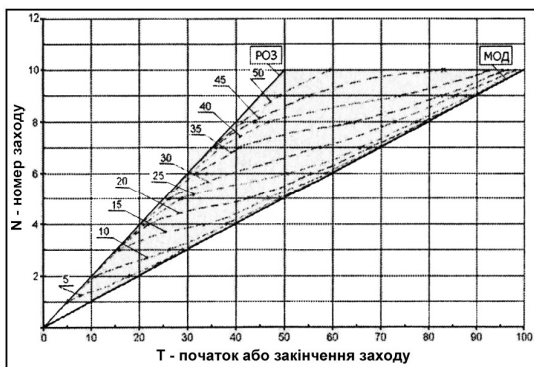
При дослідженні функції визначено  $k_i$  і  $T_{oi}$ , а саме:

$$k_i = \frac{\sum_{i=1}^N T_i - i T_{oi}}{\sum_{i=1}^N t_i};$$

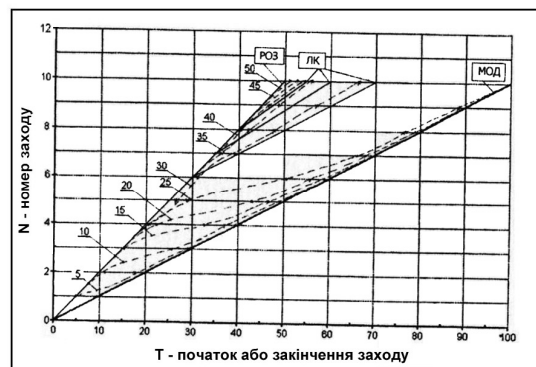
$$T_{oi} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i \sum_{i=1}^N t_i T_i - \sum_{i=1}^N t_i^2 \sum_{i=1}^N T_i}{\left(\sum_{i=1}^N t_i\right)^2 - i \sum_{i=1}^N t_i^2}.$$

Розрахунок виконується після визначення кожної наступної POA. Після розрахунків за вищенаведеними формулами визначається стандартне відхилення (або відносна та середньоквадратична помилки) терміну початку або закінчення дії заходу [7].

Якщо помилка оцінки визначення  $T_{pi}$  перевищує встановлений допуск, виконується повторний розрахунок  $T_{pi}$  (без зміни параметрів POA у третьому стовпчику) з використанням скоригованої на попередньому кроці розрахунку моделі.



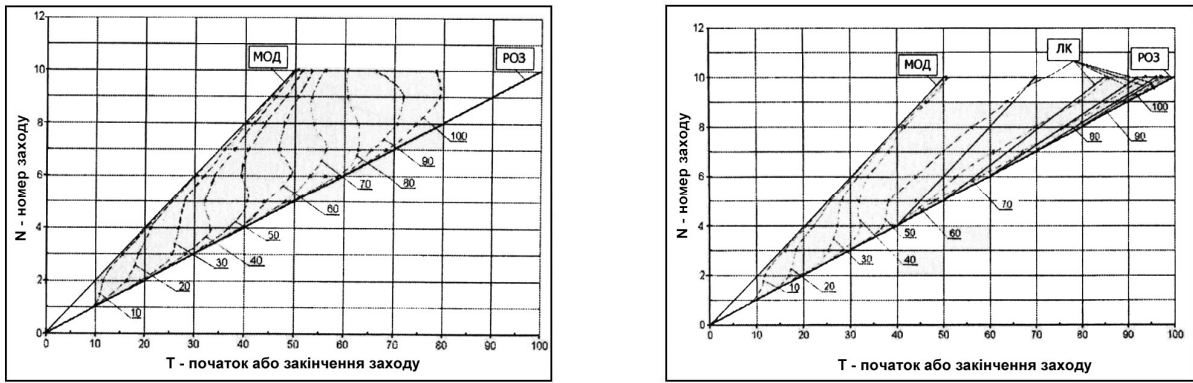
а



б

Рис. 2. Приклад розрахунку розвитку КС і визначення часу «Х» в умовах, коли POA (РОЗ) у 2 рази випереджають заходи моделі (у відносному часі). Цифри на поличках вказують відносний час появи POA, а штрихові лінії – це лінії коригування моделі з урахуванням даної і всіх попередніх POA: а – результати моделювання без коригування моделі в процесі обчислень; б – результати моделювання з коригуванням моделі; ЛК – лінії коригування моделі, якщо параметри моделі значно відрізняються від POA, що визначені

Приклади розрахунків розвитку конфліктної ситуації (КС) з використанням наведених вище формул показані на рис. 2, 3. Для спрощення побудови графіків параметри (вхідні дані) щодо РОА (на рисунках РОЗ – розпізнавальні ознаки заходів) і заходів моделі задані прямими лініями.



а б

Рис. 3. Приклад розрахунку розвитку КС і визначення часу «Х» в умовах, коли заходи моделі у 2 рази випереджають РОА (РОЗ) (у відносному часі). Цифри на полицках вказують відносний час появи РОА: а – результати моделювання без коригування моделі в процесі обчислень; б – результати моделювання з коригуванням моделі; ЛК – лінії коригування моделі

Уточнення моделі відбулося після визначення закономірності розвитку КС

Для оцінки розбіжностей між параметрами моделі і РОА, що визначені, використовуємо формулу для стандартного відхилення:

$$S_i = \sqrt{\sum_{i=1}^N (T_i - T_{pi})^2 / (N-1)} .$$

Приклади розрахунку стандартного відхилення з використанням даних, наведених на рис. 3, показані на рис. 4.

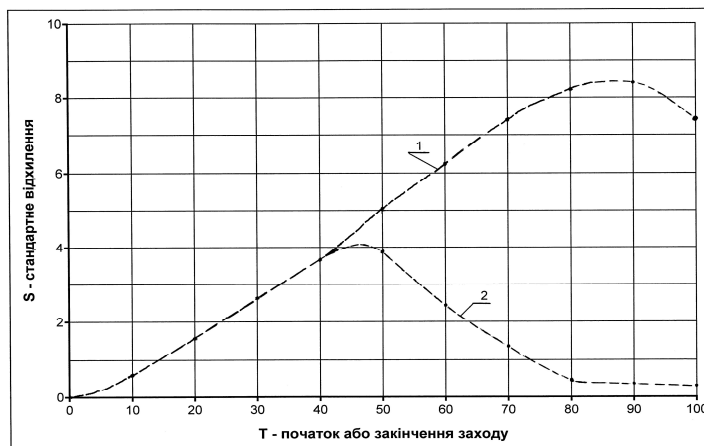


Рис. 4. Графік поведінки стандартного відхилення. Крива 1 одержана з використанням даних, що наведені на рис. 3а. Крива 2 – з використанням даних, що наведені на рис. 3б

Як видно із рис. 4, через стандартне відхилення наочно проявляються розбіжності між параметрами заходів моделі та РОА з доповненням модельними заходами, тому стандартне відхилення може використовуватись як критерій допустимості розбіжності. Такі розрахунки необхідні для уточнення часу «Х».

Наступним кроком розрахунків є прогноз тривалості етапів. Розрахунок прогнозу починається після того, як визначена тривалість першого з етапів, що очікуються. Реальна тривалість першого етапу визначається експертним шляхом, тобто аналізом належності РОА до цього етапу з урахуванням даних моделі зародження конфлікту.

Тривалість кожного з наступних етапів розвитку конфлікту визначається згідно з формулою:

$$\Delta \text{Tet}_{N+n} p = \Delta \text{Tet}_N * \frac{\Delta t_{N+n}}{\Delta t_N},$$

де  $\Delta \text{Tet}_{N+n} p$  – розрахункова тривалість етапу  $N + n$ ;

$\Delta \text{Tet}_N$  – реальна тривалість етапу  $N$ , з якого починаються обчислення (початкового етапу);

$\Delta t_{N+n}$  – відносна тривалість етапу  $N + n$ ;

$\Delta t_N$  – відносна тривалість етапу  $N$ .

Подальше уточнення прогнозу потребує використання вагомості заходів моделі, РОА і прогнозуючої функції для згладжування їх розброду. Тобто прогнозуюча функція призначається для встановлення аналітичної залежності  $w_i = f(T_i)$ . Якщо є впевненість, що відносна вагомість  $w_i$  пов'язана з  $T_i$  лінійною залежністю, функція  $w_i = f(T_i)$  може мати вигляд

$$w_i = a + b T_i.$$

Вхідними даними є скоригований час початку або закінчення дії РОА та вагомість РОА. Досліджується функція виду

$$F(w_i) = \sum_{j=1}^N (w_i - a - b T_i)^2.$$

Після мінімізації функції  $F(w_i)$  маємо

$$W_{mi} = \frac{\sum_{i=1}^N w_i \sum_{i=1}^N T_i^2 - \sum_{i=1}^N w_i T_i \sum_{i=1}^N T_i}{i \sum_{i=1}^N T_i^2 - \left( \sum_{i=1}^N T_i \right)^2} + T_i \frac{i \sum_{i=1}^N w_i T_i - \sum_{i=1}^N w_i \sum_{i=1}^N T_i}{i \sum_{i=1}^N T_i^2 - \left( \sum_{i=1}^N T_i \right)^2}.$$

Найкращою апроксимацією прогнозуючої функції є апроксимація, що мінімізує стандартне відхилення як помилку оцінки. Отже, якщо нема впевненості у тому, який вид прогнозуючої функції найбільш сприйнятливий, слід перевірити декілька різних форм прогнозуючої функції та обрати найкращу у відповідності з критеріями мінімізації стандартного відхилення [7, 8].

### 3. Висновки

Розроблено алгоритм використання моделі заходів, які може використовувати держава – агресор при розв'язанні конфлікту для аналізу й оцінки конфліктної ситуації. Алгоритм дозволяє моделювати та досліджувати різні варіанти розвитку конфліктної ситуації, визначати та прогнозувати поведінку держав у воєнній, політичній, економічній, соціальній, інформаційній і інших сферах діяльності, в тому числі прогнозувати час «Х». Через використання такого чинника, як вагомість заходу

(потенціал безпеки), з'являється додаткова можливість уточнення часу «X». З метою спрощення розрахунків в моделі не використовуються заходи протидії агресії. Також робиться припущення, що перелік заходів впливу використовується як готовий.

Модель розвитку конфліктної ситуації можна розглядати як елемент технології ситуаційного управління [9] і використовувати як ігрову або як додатковий інструмент аналізу.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Шарій В., Невольниченко А. Проблематика керування сферою воєнної безпеки // Наука і оборона. МО України. – 2000. – №1.
2. Муктян В. Економічна безпека України. – Київ, 1999.
3. Павловський М. Макроекономіка перехідного періоду. – Київ: Техніка, 1999.
4. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация системы: Пер. с англ. // Радио и связь. – 1991. – 224 с.
5. Лавренко Б.Б., Шульга Д.Д. Моделирование межгосударственных кризисных ситуаций // I3S – Информационные бизнес-системы, системные проблемы качества математического моделирования информационных и электронных технологий: Сб. – Гл. 2. – 2001. – С. 68 – 89.
6. Кириченко І.О., Раскін Л.Г. Математичні основи теорії вогневих дуелей. – Харків, 2005. – С. 68 – 89.
7. Программное обеспечение ЭВМ МИР-1 и МИР-2. – Киев, 1976. – Т. 1: Численные методы.
8. Бигель А. Управление производством. – Москва: Мир, 1973.
9. Косс В.А. Комплексна інтегральна підтримка процедур ситуаційного управління активними об'єктами // Математичні машини і системи. – 2004. – № 4. – С. 13 – 28.