

УДК 623.765

Ю.О. Царьов<sup>1</sup>, Я.Я. Винярський<sup>2</sup>, С.В. Ленков<sup>3</sup><sup>1</sup> Національна академія державної прикордонної служби України, Хмельницький<sup>2</sup> Державна адміністрація прикордонної служби України, Київ<sup>3</sup> Військовий інститут Київського національного університету імені Т. Шевченка, Київ

## ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ КОНТРОЛЮ ОБСТАНОВКИ НА ДЕРЖАВНОМУ КОРДОНІ УКРАЇНИ

У роботі розглядається поняття ефективності системи контролю обстановки на державному кордоні, запропоновано новий методологічний апарат для визначення параметрів та показників ефективності системи контролю, обґрунтовано їх використання для побудови перспективної системи контролю обстановки на державному кордоні України.

**Ключові слова:** система контролю обстановки, критерії, показники, ефективність.

### Вступ

Швидкий розвиток інформаційних засобів диктує необхідність постійної переоцінки підходів, методів і моделей дослідження ефективності системи контролю обстановки (СКО) на державному кордоні України. На даний час є значні напрацювання, які дають змогу постійно вдосконалювати науково-методичний апарат для проведення досліджень, опираючись на фундаментальну основу. Стосовно ефективності вирішення завдань, що покладаються на СКО, така основа має місце в системології, інформатиці та теорії ймовірності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій показує,** що на даний час в сучасній літературі, наприклад [1-2], ці питання недостатньо повно висвітлені. Сучасні системи показників якості та ефективності систем контролю обстановки не завжди відповідають потрібним вимогам. Немає єдиних поглядів щодо оцінки ефективності СКО на основі використання системно-ймовірностного й інформаційного підходів.

На сучасному етапі формування обліку СКО у межах побудови єдиної автоматизованої інтеграційної системи інформаційного забезпечення ДПС України виникає необхідність у розробці системи ефективності СКО. Деякі аспекти цієї проблеми вже розв'язуються [3-7].

Існуючі критерії не характеризують ступінь досягнення кінцевої цілі функціонування СКО – формування необхідного рівня інформаційного забезпечення керівного складу для прийняття обґрунтованих рішень, тобто не відповідають основній меті, що висувається до критерію ефективності.

Існуючі показники можуть призвести до помилок у оцінках ефективності різних СКО через те, що вони не дозволяють проводити повну оцінку засобів контролю з урахуванням процесу їх функціонування.

Визначення інтегральних показників ефективності СКО пов'язано з труднощами отримання достовірних і об'єктивних значень вагових коефіцієнтів при часткових показниках тому, що їм притаманні загальні недоліки інтегральних показників, які формуються методами згортки.

Використання методів експертних оцінок на двох послідовних етапах формування часткових та інтегральних показників якості СКО знижує достовірність оцінок, які визначаються на їх основі.

**Цілі дослідження.** Обґрунтування таких показників ефективності засобів та систем контролю, які б дозволили враховувати:

цільове призначення СКО, що оцінюється, у якій функціонує ДПС;

рівень обґрунтованості рішень, який досягається при використанні СКО, що оцінюється.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Оцінка кожного окремого засобу контролю повинна проводитись у відповідності з його внеском у ефективність системи.

Для формування таких показників необхідно врахувати деякі основні положення теорії ефективності [8].

У рамках основних положень дослідження операцій, функціонування засобів контролю у процесі їх функціонування можна представити як операцію, під якою розуміють впорядкований захід, об'єднаний єдиним замислом і направлений на досягнення визначеної цілі [8 – 10].

Оскільки функціонування засобів контролю відбувається в часі та має визначену ціль, то функціонування всієї СКО може розглядатися як направлений процес, під яким розуміється сукупність послідовних дій для досягнення будь-якого результату.

Таким чином, об'єктом розгляду та дослідження є направлений до цілі процес функціонування

засобів контролю та системи у процесі проведення операції, яка реалізується ДПС.

Будь-яка операція характеризується [8]:  
результативністю – здатністю давати цільовий результат, вектор  $x_{\langle n_1 \rangle} = \langle x_1, x_2, \dots, x_{n_1} \rangle$ ;

ресурсоемістю – витрачанням ресурсів (матеріально-технічних, фінансових, людських та інших), вектор  $z_{\langle n_2 \rangle} = \langle z_1, z_2, \dots, z_{n_2} \rangle$ ;

оперативністю – витрачанням часу, необхідно для досягнення цілі операції,

вектор  $\tau_{\langle n_3 \rangle} = \langle \tau_1, \tau_2, \dots, \tau_{n_3} \rangle$ .

Таким чином, якість операції з контролю обстановки на державному кордоні, що проводиться за допомогою СКО, визначається трьома групами компонент, які утворюють  $n$ -мірний вектор показника якості результатів операції

$$Y_{\langle n \rangle} = \langle x_{\langle n_1 \rangle}, z_{\langle n_2 \rangle}, \tau_{\langle n_3 \rangle} \rangle, \quad (1)$$

де  $n = n_1 + n_2 + n_3$ , при  $n_1 = 1, n_2 = 1, n_3 = 1$  вираз (1) буде мати вигляд

$$Y_{\langle 3 \rangle} = \langle x, z, \tau \rangle. \quad (2)$$

У сукупності операційні властивості, представлені залежностями (1) та (2), характеризують якість проведення операції, та породжують комплексну властивість направленою до цілі досліджуваного процесу, тобто ефективність операції.

Нагадаємо, що ефект (від лат. effectus) – це якась дія, що виконується, а результат такої дії визначається властивістю досягнення ефекту. Тоді ефективність – це якість (комплексна операційна властивість), що характеризує пристосування процесу функціонування системи засобів контролю до досягнення цілі операції. Ціль операції може визначатися по різному. Однак у всіх випадках вона полягає в отриманні потрібних результатів, що формально означає виконання умови

$$Y_{\langle 3 \rangle} \in \left\{ Y_{\langle 3 \rangle}^d \right\}, \quad (3)$$

де  $\left\{ Y_{\langle 3 \rangle}^d \right\} = \left\{ \langle u_d, z_d, \tau_d \rangle \right\}$  – область допустимих значень показника якості результатів  $Y_{\langle 3 \rangle}$ .

Вираз (3) являє собою критерій досягнення результатів (цілі) операції. При цьому, у відповідності з визначенням, під критерієм розуміється мірило (але не міра), признак відмінності оцінки, судження. Оскільки оцінювання ефективності засобів контролю та СКО проводиться в умовах принципової невизначеності, то як показник якості результатів  $Y_{\langle 3 \rangle}$ ,

так і допустимі значення  $Y_{\langle 3 \rangle}^d$  вектора  $Y_{\langle 3 \rangle}$  виявляються випадковими, а вираз (3) має вигляд

$$\hat{Y}_{\langle 3 \rangle} \in \left\{ \hat{Y}_{\langle 3 \rangle}^d \right\}, \quad (4)$$

Як відомо, всяке оцінювання проводиться в ажкнутій схемі, коли результат порівнюється з потрібним значенням. Таким чином, для оцінювання ефективності системи засобів контролю необхідно до компонент показника якості результатів операції  $Y_{\langle 3 \rangle}$  пред'явити певні вимоги  $Y_{\langle 3 \rangle}^d$ . Як правило, на практиці цільовий ефект ( $x$ ) повинен бути не менше потрібного (мінімально допустимого) значення ( $y$ ), витрати ( $z$ ) – не вище максимально допустимих ( $z_d$ ), ціль операції повинна бути досягнута за час  $\tau$ , який не перевищує максимально допустимого значення  $\tau_d$ .

У цьому випадку критерій придатності результатів операції (4) прийме вигляд

$$\begin{aligned} \hat{Y}_{\langle 3 \rangle} \in \left\{ \hat{Y}_{\langle 3 \rangle}^d \right\} &= \left\{ \hat{Y}_{\langle 3 \rangle} \geq \hat{Y}_{\langle 3 \rangle}^d \right\} = \\ &= \left[ \left( \hat{x} \geq \hat{y} \right) \cap \left( \hat{z} \leq z_d \right) \cap \left( \hat{\tau} \leq \tau_d \right) \right]. \end{aligned} \quad (5)$$

Оскільки вираз (5) є випадковим, то по ньому судити про ефективність операції, що реалізується системою засобів контролю, неможливо. Тому необхідно ймовірне формулювання задачі, у відповідності з якою по (5) розраховується показник ефективності процесу дослідження – ймовірність досягнення цілі операції (виконання задачі СКО)

$$P_{\text{дц}} = p \left( \hat{Y}_{\langle 3 \rangle} \in \left\{ \hat{Y}_{\langle 3 \rangle}^d \right\} \right). \quad (6)$$

З урахуванням (5) вираз (6) має вигляд

$$P_{\text{дц}} = P \left[ \left( \hat{x} \geq \hat{y} \right) \cap \left( \hat{z} \leq z_d \right) \cap \left( \hat{\tau} \leq \tau_d \right) \right]. \quad (7)$$

Для розрахунку показника ефективності операції ( $P_{\text{дц}}$ ) повинні бути задані закони розподілу:

$\Phi_{\hat{Y}_{\langle 3 \rangle}} \left( \hat{Y}_{\langle 3 \rangle} \right)$  – для вектора  $\hat{Y}_{\langle 3 \rangle}$ ;

$\Phi_{\hat{Y}_{\langle 3 \rangle}^d} \left( \hat{Y}_{\langle 3 \rangle}^d \right)$  – для вектора  $\hat{Y}_{\langle 3 \rangle}^d$ .

Якщо закони розподілу відомі, то по формулі повної ймовірності (в інтегральній формі) визначається ймовірність досягнення цілі операції

$$P_{\text{дц}} = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \Phi_{\hat{Y}_{\langle 3 \rangle}} \left( Y_{\langle 3 \rangle}^d \right) dF_{\hat{Y}_{\langle 3 \rangle}^d} \left( Y_{\langle 3 \rangle}^d \right), \quad (8)$$

де  $\Phi_{\hat{Y}_{\langle 3 \rangle}} \left( Y_{\langle 3 \rangle} \right) = P \left[ \left( \hat{z} \leq z \right) \cap \left( \hat{\tau} \leq \tau \right) \cap \left( \hat{x} \leq x \right) \right] =$   
 $= \int_{-\infty}^z \int_{-\infty}^{\tau} \int_x^{+\infty} \Phi_{\hat{Y}_{\langle 3 \rangle}} \left( Y_{\langle 3 \rangle} \right) dY_{\langle 3 \rangle}$

інтегральний закон розподілу вектора  $Y_{\langle 3 \rangle}$ ;

$$F_{\hat{Y}_{\langle 3 \rangle}^d} \left( Y_{\langle 3 \rangle}^d \right) = P \left[ \left( \hat{z}_{\langle 3 \rangle} \leq z \right) \cap \left( \hat{\tau}_{\langle 3 \rangle} \leq \tau \right) \cap \left( \hat{y} \leq y \right) \right] =$$

$$= \int_{-\infty}^z \int_{-\infty}^{\tau} \int_{-\infty}^y \phi_{\hat{Y}_{(3)}^D} \left( Y_{(3)}^D \right) dY_{(3)}^D - \text{функція розподілу вектора } Y_{(3)}^D.$$

З наведеного вище слідує, що оцінювання ефективності операції повинно проводитися та реалізуватися в два етапи.

На першому етапі проводиться оцінювання якості результатів операції:

- визначається показник якості результатів операції – вектор  $Y_{(3)}^D$  показників  $y, z, \tau$  його часткових результатів (ефектів);

- визначаються вимоги до якості результатів операції – область  $\{Y_{(3)}^D\}$  допустимих значень

$\hat{y}_d, \hat{z}_d, \hat{\tau}_d$  показників  $\hat{y}, \hat{z}, \hat{\tau}$  якості її результатів;

- формулюється критерій оцінювання якості результатів операції у відповідності з формулою (4).

На другому етапі проводиться оцінювання ефективності операції:

- визначається ймовірність досягнення цілі – показник ефективності операції;

- визначаються вимоги до ефективності операції – потрібне (мінімально допустиме) або оптимальне (максимальне) значення  $P_{дц}^0$  імовірності  $P_{дц}$  досягнення цілі операції;

- формулюється й реалізується один з обраних критеріїв оцінювання ефективності операції  $P_{дц} \geq P_{дц}^0$ .

Таким чином, суть пропонованого підходу полягає в тому, що якість рішень передбачається повністю залежним від ступеня його обґрунтованості. Виходячи з цього, замість оцінки якості пропонується проводити оцінку ступеня обґрунтованості рішень. Обґрунтованість рішень визначається чотирма основними факторами: повнотою і достовірністю вихідних даних; глибиною пізнання закономірностей керованих процесів; якістю математичних моделей, що використовуються при виробленні рішення, індивідуальними особливостями конкретного ОПР ( досвідом, інтуїцією, знаннями і т.і.).

**Визначення.** Під обґрунтованістю рішення будемо розуміти ступінь достовірності  $P \in [0,1]$ . Рішення вважається обґрунтованим  $P = 1$ , якщо кожен його параметр підтверджується об'єктивними факторами реального світу або закономірностями керованого процесу.

Обґрунтованість – якісна характеристика рішень, тому для її оцінки доцільно використовувати експертні судження. При оцінці обґрунтованості рішення експерти спочатку з'ясовують наявність об'єктивних чинників, які підтверджують правильність прийнятого рішення. Потім визначається ступінь

достовірності цих фактів. Найбільш обґрунтоване рішення має відповідати тим факторам, які мають максимальну достовірність.

Найбільш істотним фактором, що визначає обґрунтованість рішення, є повнота (обсяг) вихідної інформації та її достовірність.

Проводячи аналіз обробки інформації від початку її отримання до моменту прийняття рішення, можна зробити висновок, що більша її кількість не має належних інформаційних ознак. Однією з проблем, яка призводить до цього є надходження надлишкової інформації, що не має в собі необхідних даних для прийняття рішення. Саме це призводить до великого обсягу інформації у повідомленнях, її надлишковості, високої ентропії, зменшення швидкості передачі тощо, що, у свою чергу, перевантажує мережу інформаційних каналів. Така ситуація призвела до необхідності проведення дослідження в напрямку формування інформаційного повідомлення, виходячи з обмежень інформаційного вектора, який мав би в собі необхідні семантичні та фізичні властивості інформації, первинними приймачами для подальшої її передачі в інформаційну мережу.

Відповідно з ідеями, висловленими академіком В.А. Трапезникова [9-11], для будь-якої складної системи управління збільшення обсягу вихідної інформації призводить до зростання обґрунтованості прийнятих рішень у відповідності з виразом:

$$P = P_{\max} (1 - B_0 e^{-1/I_0}), \quad (9)$$

де  $P_{\max}$  – обґрунтованість рішень при повній і точній інформації від СКО, тобто  $P_{\max}=1$ ;  $B_0$  – початкова ентропія - невизначеність прийнятих рішень, очевидно,  $B_0 = 1-P_0$ ;  $P_0$  – апіорна імовірність прийняття обґрунтованого рішення (без застосування СКО).

Таким чином, ступінь обґрунтованості рішень визначається співвідношенням:

$$P = 1 - (1 - P_0) e^{-\gamma I}, \quad (10)$$

де  $\gamma$  – константа, що характеризує цінність інформації з точки зору прийняття обґрунтованих рішень. Дійсно, величина  $\gamma = 1/I_0$  характеризує швидкість зростання величини  $P$  залежно від обсягу інформації  $I$ , необхідної для вибору обґрунтованого рішення.

На рис. 1, як приклад, наведено графіки залежності  $P = f(I)$  при наступних вихідних даних:

$$P_0 = 0,2; \gamma_1 > \gamma_2 > \gamma_3.$$

На рис. 1 розглядається випадок, коли ОПР в процесі прийняття обґрунтованих рішень використовує інформацію різної кількості та цінності. З графіків випливає, що спочатку відбувається істотне зростання ступеня обґрунтованості прийняття рішення (наприклад, при використанні перших 150 біт інформації ступінь обґрунтованості прийняття рішення зростає в 3-4 рази). При  $I > 600$  біт досягається майже гранична обґрунтованість  $P \approx 1$  та додаткова інформація практично марна.

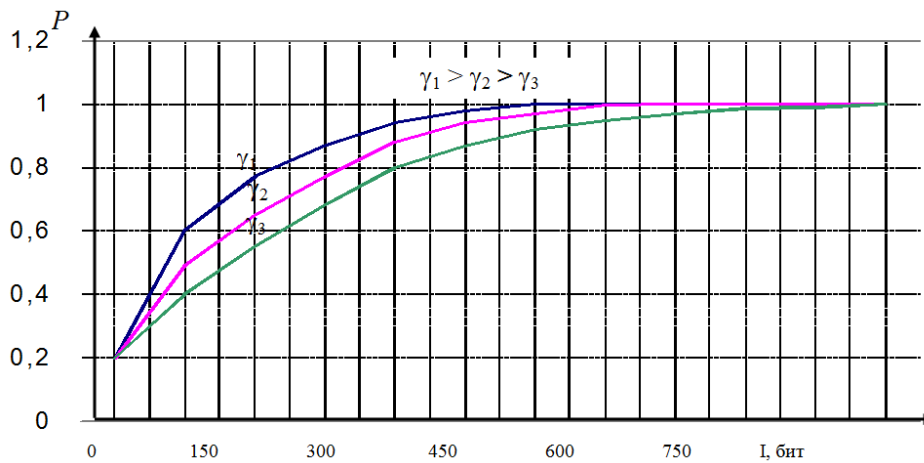


Рис. 1. Криві залежності обгрунтованості прийняття рішення (P) від кількості інформації I

## Висновки

Таким чином, для оцінювання ефективності існуючих систем і засобів контролю, що розроблюються, доцільно використовувати показники, що ґрунтуються на зіставленні рівня обгрунтованості прийнятих рішень при застосуванні різних варіантів побудови системи контролю обстановки на державному кордоні України.

## Список літератури

1. Литвин М.М. Оцінка зміни рівня прикордонної безпеки України / М.М. Литвин, П.А. Шишолін, В.О. Косецов // Наука і оборона. – 2004. – № 2. – С. 26-29.
2. Хруст Д.В. Сутність та зміст нової моделі охорони кордону / Д.В. Хруст // Науковий вісник Державної прикордонної служби України. – № 4. – Хмельницький: Видавництво НАДПСУ, 2003. – С. 24-28.
3. Обґрунтування рекомендацій щодо реалізації нових технічних рішень у структурі системи інженерно-технічного контролю / М.І. Лисий, Ю.О. Царьов, Д.А. Купрієнко, І.І. Чесановський // Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України / за ред. В. О. Балашова. – Хмельницький: НАДПСУ, 2009. – № 47/1, Ч. II. – С. 66-69.
4. Особливості використання принципів комплектування при розвитку структури системи інженерно-технічного контролю / Ю.О. Царьов, О.Б. Лантвойт, М.І. Лисий, Ю.О.Царьов // Сучасна спеціальна техніка. – К.: ДНДІ МВСУ, 2009. – № 4. – С. 71-81.

5. Царев Ю.А. Синтез функциональной структуры системы контроля обстановки на государственной границе Украины / Ю.А. Царев, С.В. Ленков // Збірник наук. праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – К., 2014. – № 45.

6. Винярський Я.Я. Задача оперативного оцінювання стану безпеки державного кордону / Я.Я. Винярський // Збірник наук. праць Військового інституту Київського національного університету ім. Т. Шевченка. – К., 2012. – № 36. – С. 154 – 158.

7. Ленков С.В. Формалізація слабо структурованих задач при вирішенні практичних задач забезпечення національної безпеки держави / С.В. Ленков, Я.Я. Винярський, О.В. Дергильова // Інформаційна безпека. – Луганск, 2013. – № 2(10). – С. 99 – 102.

8. Основы исследования операций в военной технике / Ю.В. Чуев и др. – М.: Сов. радио, 1965. – 591 с.

9. Введение в эргономику / Г.М. Зараковский, Б.А. Королев, В.И. Медведев, П.Я. Шлаен; Под ред. В.П. Зинченко. – М.: Сов. радио, 1974. – 352с.

10. Герасимов Б.М. Распознавание нештатных ситуаций на борту космических аппаратов / Б.М. Герасимов, А.И. Бобунов, С.О. Кондратенко // Сб. научн. тр. КВИУС. – К.: КВИУС, 2000. – № 3. – С. 41-45.

11. Основы военной психологии и педагогики / Под ред. А.В. Барабаничкова и Н.Ф. Феденко. – М.: Воениздат, 1981. – 366 с.

Надійшла до редколегії 14.05.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.М. Фоменко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ ОБСТАНОВКИ НА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГРАНИЦЕ УКРАИНЫ

Ю.А. Царев, Я.Я. Винярский, С.В. Ленков

В работе рассматривается понятие эффективности системы контроля обстановки на государственной границе, предложен новый методологический аппарат для определения параметров и показателей эффективности системы контроля, обосновано их использование для построения перспективной системы контроля обстановки на государственной границе Украины.

**Ключевые слова:** система контроля обстановки, критерии, показатели, эффективность.

## ESTIMATION OF EFFICIENCY OF SYSTEM OF TREATMENT OF INFORMATION DURING ORGANIZATION OF CONTROL OF SITUATION ON STATE BOUNDARY OF UKRAINE

Y.A. Careov, A.A. Vinyarskiy, S.V. Lenkov

The paper discusses the concept of the effectiveness of the control of the situation on the border, we propose a new methodological apparatus for determining the parameters and performance monitoring systems, their use is justified to build a promising climate control system on the state border of Ukraine.

**Keywords:** control environment, criteria, indicators, efficiency.