

УДК 355.457, 351.746.1

**Сергій Гетманюк**

кандидат військових наук, доцент,  
викладач кафедри прикордонного контролю,  
Національна академія Державної прикордонної служби України  
імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький  
<https://orcid.org/0000-0003-2997-1807>  
*sgetm@ukr.net*

**Павло Лисак**

кандидат наук з державного управління,  
начальник кафедри прикордонного контролю,  
Національна академія Державної прикордонної служби України  
імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький  
<https://orcid.org/0000-0003-3816-103X>  
*ipavlo@ukr.net*

**Віталій Гула**

старший викладач кафедри прикордонного контролю,  
Національна академія Державної прикордонної служби України  
імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький  
<https://orcid.org/0000-0001-5090-6095>  
*gulav@email.ua*

**РОЗРОБКА ІНСТРУМЕНТАРІЮ ВИБОРУ  
РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ  
ПРИКОРДОННОГО КОНТРОЛЮ**

Статтю присвячено теоретичному дослідженню процесів охорони державного кордону на шляхах міжнародного та міждержавного

© Гетманюк С., Лисак П., Гула В.

сполучення, розробці науково обґрунтованих напрямів удосконалення та розвитку прикордонного контролю в пунктах пропуску. Проаналізовано пасажиро-транспортний потік на шляхах міжнародного та міждержавного сполучення та виявлені основні загрози і ризики в системі прикордонного контролю в пунктах пропуску через державний кордон; досліджено можливість наявного науково-методичного апарату щодо обґрунтування параметрів системи прикордонного контролю; обґрунтовано напрями його удосконалення та розвитку. Описуються перспективи удосконалення методу комплексної оцінки ефективності функціонування системи прикордонного контролю, а також розроблення методики вибору варіанта побудови раціональної системи прикордонного контролю з урахуванням витрат ресурсів. Сформовано рекомендації щодо реалізації методу аналізу ризиків при виборі варіанта системи прикордонного контролю та розроблення комплексної методики оцінки ефективності функціонування системи прикордонного контролю за множиною показників; сформовано дихотомічний граф показників комплексної оцінки ефективності функціонування системи прикордонного контролю.

Сутність комплексної оцінки та вибору оптимального варіанта побудови системи прикордонного контролю за удосконаленням методом зводиться до такого: 1) формується множина показників оцінки ефективності функціонування системи; 2) будується дихотомічний граф оцінок; 3) розробляються шкали і матриці дихотомічних оцінок за окремими показниками; 4) визначається множина критичних варіантів забезпечення необхідного рівня функціонування системи; 5) визначається оптимальний варіант, який забезпечує заданий рівень функціонування системи в пункті пропуску.

Застосування комплексної методики надає можливість визначення управлінських параметрів, вибору технологій контролю та заходів забезпечення, реалізація яких забезпечить ефективність функціонування системи прикордонного контролю на заданому рівні. Метод комплексної оцінки ефективності функціонування системи прикордонного контролю забезпечує вибір з безлічі критичних варіантів рішень оптимального, при якому досягається заданий рівень функціонування системи прикордонного контролю за найменших витрат ресурсів.

На основі отриманих результатів запропоновано практичні рекомендації посадовим особам органів і підрозділів охорони державного кордону щодо організації оперативно-службової діяльності. Вони розкривають послідовність і зміст роботи з розробки дихотомічного графа показників комплексної оцінки ефективності функціонування системи прикордонного контролю, розробки алгоритмів виконання типових операцій прикордонного контролю, забезпечення пропускнуєї спроможності пункту пропуску, обґрунтування параметрів системи прикордонного контролю в пунктах пропуску та підвищення їх значень.

**Ключові слова:** комплексна методика; охорона державного кордону; значення показників; пункт пропуску; прикордонний контроль.

## 1. ВСТУП

**Постановка проблеми.** В умовах міжнародної, у тому числі європейської, інтеграції державний кордон України (ДК) з умовної лінії розмежування державних інтересів перетворюється на рубіж взаємовигідного міждержавного співробітництва та добросусідства. Як наслідок – у п'ять разів зросла інтенсивність пасажиро-транспортного потоку на шляхах міжнародного та міждержавного сполучення. Із закінченням світової фінансової кризи експерти прогнозують подальше зростання інтенсивності переміщення осіб, транспортних засобів та вантажів транспортними коридорами України.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Завдання щодо оцінки ефективності та розвитку системи охорони ДК, у тому числі прикордонного контролю (ПК), вирішували вчені: В. Назаренко, В. Кириленко, І. Катеринчук, С. Дмитров, М. Литвин, Б. Олексієнко, В. Серватюк. Значний внесок у вирішення організаційно-правових проблем, проблем прийняття управлінських рішень, удосконалення забезпечення зробили вчені: О. Андрушко, О. Мельников, А. Мисик, Ю. Потомський, В. Половников, В. Чумак, Д. Хруст та інші. Разом з тим проблеми науково-методичного забезпечення комплексного оцінювання ефективності ПК за множиною показників усе ще залишаються невченими недостатньо.

**Метою статті** є розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій удосконалення й розвитку системи прикордонного контролю у пунктах пропуску.

## 2. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Вирішення задачі формування комплексної оцінки функціонування системи прикордонного контролю (СПК) як складної організаційної системи, стан якої можна оцінити за множиною показників і критеріїв, припускає реалізацію суперечливих цілей у рамках істотних ресурсних обмежень [1], [2]. З урахуванням вищезазначеного комплексну оцінку пропонується розглядати у вигляді дихотомічного графа оцінок стану елементів СПК [3]. Коренева вершина такого графа відповідає комплексній оцінці, а проміжні вершини відповідають попарним оцінкам часткових критеріїв. Кожній проміжній вершині графа відповідає агрегована оцінка, що одержана в результаті згортки двох оцінок відповідних вершин нижнього рівня. Наявність графа згорток критеріїв надає можливості оцінювати будь-який варіант системи і на основі цього вибирати оптимальний варіант.

Сутність комплексної оцінки та вибору оптимального варіанта побудови СПК за удосконаленим методом зводиться до такого: 1) формується множина показників оцінки ефективності функціонування системи; 2) будується дихотомічний граф оцінок; 3) розробляються шкали і матриці дихотомічних оцінок за окремими показниками; 4) визначається множина критичних варіантів забезпечення необхідного рівня функціонування системи; 5) визначається оптимальний варіант, який забезпечує заданий рівень функціонування системи в пункті пропуску.

У загальному випадку дихотомічну множину показників можна подати у вигляді графа (рис. 1). Кожній проміжній вершині  $K$  відповідає агрегована оцінка  $q_k$ , що одержана в результаті згортки двох оцінок відповідних вершин нижнього рівня. Тоді комплексна оцінка матиме вигляд:

$$q_0 = f(K) = \phi_1 \left\{ k_1 \left[ \phi_2 (k_4, \phi_3 (k_2, k_3)) \right] \right\}. \quad (1)$$

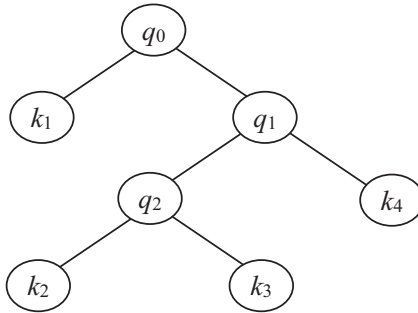


Рис. 1. Структурна схема графа оцінок

Такий метод надає можливості вирішення задачі комплексної оцінки діяльності за  $n$  критеріями шляхом послідовного вирішення низки задач з двома критеріями.

Розглянемо алгоритм застосування дихотомічного узагальнення показників оцінки ефективності функціонування СПК на прикладі. Нехай ефективність прикордонного контролю характеризується кортежем показників:

$$P_{e.n.k} = \langle P_{e.n.d}, P_{e.n.mz}, P_{e.zab} \rangle, \quad (2)$$

де  $P_{e.n.d}$  – показник ефективності перевірки документів;  $P_{e.n.mz}$  – показник ефективності огляду транспортних засобів, вантажу та іншого майна;  $P_{e.zab}$  – показник ефективності забезпечення функціонування системи прикордонного контролю.

На рис. 2 наведено ієрархічну структуру для трьох критеріїв оцінки СПК: ефективності перевірки документів ( $D$ ); ефективності огляду транспортних засобів, вантажу та іншого майна ( $T$ ); ефективності забезпечення функціонування СПК ( $Z$ ).

Для оцінки рівня стану прикордонного контролю застосовано таку шкалу оцінок, за яких СПК: 1 – не задовольняє вимоги; 2 – частково задовольняє вимоги; 3 – задовольняє вимоги; 4 – повністю задовольняє вимоги. Відповідні матриці згорток для комплексної оцінки ефективності контролю та забезпечення функціонування системи наведено на рис. 3 [4]. Мережу критичних варіантів для стану функціонування СПК, що задовольняє вимоги (оцінка 3), наведено на рис. 4.

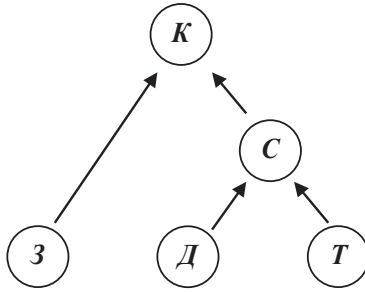


Рис. 2. Граф показників комплексної оцінки СПК

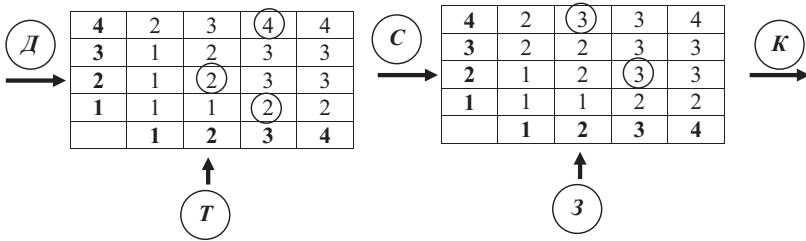


Рис. 3. Згортки оцінок системи прикордонного контролю за множиною показників

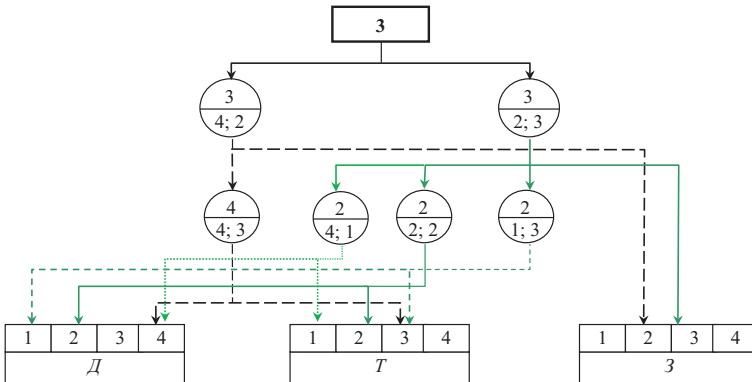


Рис. 4. Мережа критичних варіантів оцінки системи прикордонного контролю

Кількість критичних варіантів забезпечення рівня стану ПК, що задовольняє вимоги, дорівнює чотирьом:

$$K = \begin{matrix} & P_D & P_T & P_3 \\ \begin{matrix} 4 \\ 4 \\ 2 \\ 1 \end{matrix} & \begin{vmatrix} 4 & 3 & 2 \\ 4 & 1 & 3 \\ 2 & 2 & 3 \\ 1 & 3 & 3 \end{vmatrix} & = 4. \end{matrix}$$

Побудувавши мережу критичних варіантів, можна вирішувати різні задачі щодо вибору варіантів організації СПК. Очевидно, що для забезпечення різних рівнів стану ПК необхідно застосовувати різну кількість сил і засобів – чим вищий рівень стану СПК, тим більше ресурсів необхідно залучати. Тоді найкращим варіантом організації СПК буде такий, при якому досягається заданий рівень функціонування за найменших витрат ресурсів.

Переходимо до розроблення методу вибору варіанта організації системи ПК із множини критичних варіантів з урахуванням витрат ресурсів [5]. Витрати ресурсів (персоналу, грошового забезпечення, часу, технічних засобів тощо) для реалізації варіанта побудови СПК, що забезпечує необхідний рівень ефективності функціонування, задаються матрицею:

Рівень функціонування системи

$$S = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} s_{11} \\ \dots \\ s_{31} \end{matrix} & \begin{matrix} s_{12} \\ \dots \\ \dots \end{matrix} & \begin{matrix} \dots \\ s_{ij} \\ \dots \end{matrix} & \begin{matrix} s_{14} \\ \dots \\ s_{34} \end{matrix} & \begin{matrix} P_{e.з} \\ P_{e.к.тз} \\ P_{e.к.д} \end{matrix} \end{matrix}$$

У наведеній матриці  $S_{ij}$  це витрати на  $i$ -й вид контролю, що необхідні для забезпечення  $j$ -го рівня ефективності функціонування системи.

Для витрат на досягнення відповідного рівня функціонування СПК, що наведені у матриці (35), граф критичних варіантів наведено на рис. 5. Оптимальний варіант (2; 2; 2) з витратами  $S_0 = 63$  одиниці.

$S =$	1	2	3	4	$P_{e.к.тз}^{e.з}$ $P_{e.к.д}$
	12	18	20	60	
	8	20	40	65	
	10	25	50	100	

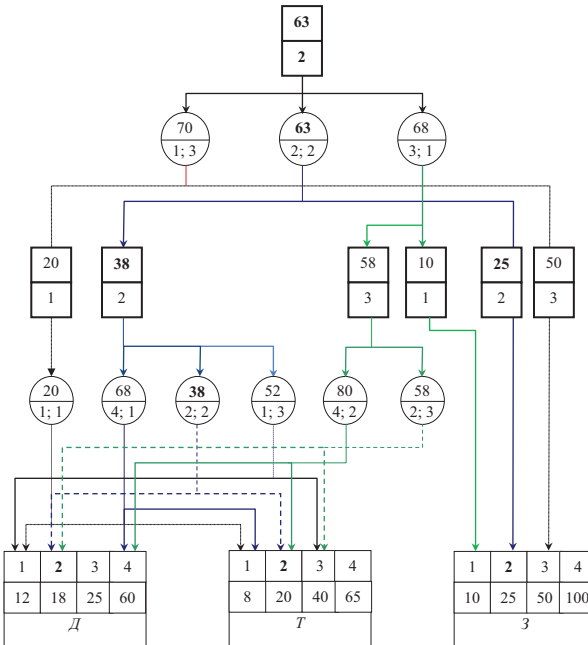


Рис. 5. Мережа критичних варіантів оцінки системи прикордонного контролю

Разом з тим при реалізації заходів ПК завжди існує ризик того, що намічений захід або не буде реалізованим, або не дасть очікуваного ефекту. Це, у свою чергу, може призвести до того, що мети функціонування системи – здійснення якісного контролю – не буде досягнуто. Обчислення зручно проводити, безпосередньо розміщуючи результати



в клітках матриць згортки. Для цього кожену клітину поділено по діагоналі навпіл. У верхній частині записано результат згортки (узагальнену або комплексну оцінку), а в нижній – добуток відповідної імовірності.

Якщо позначити через  $q$  імовірність досягнення оцінки  $j$  по критерію  $i$ , якщо ця оцінка є цільовою установкою по даному показнику, то імовірність успіху комплексу заходів ПК оцінюватиметься виразом

$$Q = \prod_i q_{ij(i)}, \quad (4)$$

де  $j(i)$  – цільова установка по  $i$ -му критерію.

Відповідно, ризик щодо реалізації запланованих заходів ПК визначатиметься за виразом

$$R = 1 - Q = 1 - \prod_i q_{ij(i)}. \quad (5)$$

Якщо для розробленого варіанта заходів прикордонного контролю оцінка ризику виявилася нижче необхідної величини, то необхідно вжити заходів щодо його зниження. Природно, що розробка і реалізація додаткових заходів вимагає додаткових витрат. Найкращою стратегією зниження ризику вважається така, коли насамперед вживаються ті заходи, що компенсують найбільший ризик, потім ті, що мають менший ризик. Підстава такої стратегії полягає в тому, що найбільш ризикові заходи чинять максимальний вплив на рівень ризику в цілому.

Тоді алгоритм компенсації ризику полягатиме у такому: спочатку при заданих витратах  $S_{ij}$  визначається оптимальний варіант побудови СПК, що забезпечує необхідне значення комплексної оцінки з мінімальними витратами. Для цього варіанта визначається рівень ризику за формулою (5). Якщо ризик перевищує допустиме значення, то, починаючи з найбільш ризикових напрямів, розробляються заходи, що зменшують ризик до необхідної величини.

### 3. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Особливу увагу необхідно акцентувати на розробленні механізмів реалізації відпрацьованих рекомендацій щодо удосконалення системи прикордонного контролю в пунктах пропуску та реалізації розробленого науково-методичного забезпечення шляхом імплементації

її в інформаційно-телекомунікаційних системах підтримки прийняття рішень у відділі прикордонної служби.

### Список використаних джерел

1. Алексеев О. Г. Комплексное применение методов дискретной оптимизации. Москва : Наука, 1987. 361 с.
2. Анохин А. М., Глотов В. А., Павельев В. В., Черкашин А. М. Комплексная оценка: принцип бинарности и его применения. Препринт. Москва : Институт проблем управления, 1994. 164 с.
3. Бурков В. Н., Заложнев А. Ю., Новиков Д. А. Теория графов в управлении организационными системами. Москва : СИНТЕГ, 2001.
4. Катеринчук І. С., Гетманюк С. П. Комплексна оцінка ефективності функціонування системи прикордонного контролю за множиною показників. *Збірник наукових праць Серія: військові та технічні науки* / гол. ред. Б. М. Олексієнко. Хмельницький : Видавництво НАДПСУ, 2010. № 52. С. 13–17.
5. Катеринчук І. С., Гетманюк С. П. Метод комплексної оцінки ефективності функціонування системи прикордонного контролю. *Збірник наукових праць. Серія: військові та технічні науки* / гол. ред. Б. М. Олексієнко. Хмельницький : Видавництво НАДПСУ, 2009. №51. С.29–32.

### References

1. Alekseev O. G. (1987). *Kompleksnoe prymeneniye metodov dyskretnoi optymyzatsyy* [Complex application of discrete optimization methods]. Moskva : Nauka, 361 c. [in Russian].
2. Anokhin A. M., Glotov V. A., Paveliev V. V., Cherkashin A. M. (1994). *Kompleksnaia otsenka: pryntsyp bynarnosti y eho prymeneniya* [Comprehensive assessment: the principle of binary and its application]. Preprint. Institute of Management Problems, 1994. 164 p. [in Russian].
3. Burkov V. N., Zalozhnev A. U., Novikov D. A. (2001) *Teoriya hrafov v upravlenyy orhanyzatsyonnumy systemamy* [Graph theory in the management of organizational systems]. Moskva, SINTEG, 2001. [in Russian].
4. Katerynychuk I. S., Getmanyuk S. P. (2010). *Kompleksna otsinka efektyvnosti funktsionuvannia systemy prykordonnoho kontroliu za mnozhynoiu pokaznyki* [Complex assessment of the effectiveness of the border control system for a set of indicators]. Zbirnyk naukovykh prats Serii: viiskovi ta tekhnichni nauky [Collection

of scientific works] № 52. Series: military and technical sciences / ch. ed. Oleksienko B.M. Khmelnytsky : NADPSU Publishing House, 2010. P. 13–17. [in Ukrainian].

5. Katerynychuk I. S., Getmanyuk S. P. (2009). *Metod kompleksnoi otsinky efektyvnosti funktsionuvannia systemy prykordonnoho kontroliu*. [Method of comprehensive assessment of the effectiveness of the border control system]. Zbirnyk naukovykh prats Serii: viiskovi ta tekhnichni nauky. Series: military and technical sciences [Collection of scientific works]. №51. / ch. ed. Oleksienko B. M.–Khmelnytsky : NADPSU Publishing House, 2009. P. 29–32. [in Ukrainian].

### **Serhii Hetmaniuk, Pavlo Lysak, Vitaliy Hula. Development of Tools for Selection of Rational Parameters of the Border Control System**

The article is devoted to the theoretical study of the processes of state border protection on the routes of interstate and international communications, the development of scientifically proved areas for improvement, and the development of border control at checkpoints.

The article analyzes the passenger and traffic flow on the routes of international and interstate communication and identifies the main threats and risks in the system of border control at checkpoints across the state border; researches a possibility of the available scientific and methodical apparatus to substantiate the parameters of the border control system, grounds the directions of its improvement and development.

The article describes improvement perspectives of a complex estimation method of the border control system's functional efficiency, as well as the development of the border control system's rational construction choice variants method with the consideration of the resource expenses. Forms recommendations about the implementation of a risk analysis method while selecting a border control system's variant and the development of the complex method for evaluating the border control system's functional efficiency by the variety of parameters; forms a dichotomous graph of the complex evaluation parameters of the border control system's functional efficiency.

The essence of a comprehensive assessment and selection of the best option for the border control system construction of the improved method is as follows:

formed a set of indicators for assessing the effectiveness of the system;

formed a dichotomous graph of evaluation;

developed scales and matrices of dichotomous assessments for individual indicators;

determined a set of critical options for ensuring the required level of system operation;

5) defined the optimal variant which provides the set level of functioning of the system in a checkpoint.

The application of a comprehensive methodology provides an opportunity to determine the management parameters, the choice of control technologies, and security measures, the implementation of which will ensure the effectiveness of the border control system at a given level. The method of the comprehensive assessment of the effectiveness of the border control system provides a choice of many critical options for optimal solutions, which achieves a given level of functioning of the border control system at the lowest cost of resources.

Based on the received results, offered practical recommendations to officials of bodies and divisions of protection of the state border concerning the organization of operational and service activity. They reveal the sequence and content of work on the development of a dichotomous graph of indicators for a comprehensive assessment of the effectiveness of the border control system, development of algorithms for standard border control operations, ensuring the capacity of the checkpoint, substantiation of border control system parameters at checkpoints and increasing their values.

**Key words:** complex technique; protection of the state border; values of indicators; checkpoint; border control.