

ЕКОНОМІКА

УПРАВЛІННЯ

ECONOMICS.

MANAGEMENT

УДК 358.31

О.Б. Лантвойт, канд. техн. наук, доц., Адміністрація Держ. прикордон. служби України,
М.І. Лисий, канд. техн. наук, проф., Нац. акад. Держ. прикордон. служби України,
М.М. Литвин, д-р наук з держ. упр., Держ. прикордон. служба України

УПРАВЛІННЯ ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ ОХОРОНИ КОРДОНУ З ВРАХУВАННЯМ ПРОЦЕСУ РЕІНЖІНІРИНГУ

О.Б. Лантвойт, М.І. Лисий, М.М. Литвин. **Управління інженерно-технічним забезпеченням охорони кордону з врахуванням процесу реінжинірингу.** Запропоновано метод оцінки ефективності процесу реінжинірингу системи контролю, який вказує на визначення доцільності прийняття управлінських рішень щодо інженерно-технічного забезпечення сухопутної ділянки кордону. Дообладнання системи повинно здійснюватися із врахуванням мінімізації функції додаткових витрат.

Ключові слова: система контролю, управлінське рішення, технічні засоби, захист кордону.

О.Б. Лантвойт, М.И. Лысый, Н.М. Литвин. **Управление инженерно-техническим обеспечением охраны границы с учетом процесса реинжиниринга.** Предложен метод оценки эффективности процесса реинжиниринга системы контроля, который указывает на целесообразность принятия управленческих решений относительно инженерно-технического обеспечения сухопутного участка границы. Дооборудование системы должно осуществляться с учетом минимизации функции дополнительных затрат.

Ключевые слова: система контроля, управленческое решение, технические средства, охрана границы.

О.В. Lantvoyt, M.I. Lysiy, N.M. Litvin. **Engineering and technical support of border surveillance management taking into consideration the process of reengineering.** The evaluation method of the control system reengineering process efficiency, which indicates the feasibility of making management decisions concerning engineering and technical support of the land border sector is proposed. The system retrofitting must be done with the regard to minimizing the extra costs function.

Keywords: control system, managerial decision, technical facilities, border surveillance.

Удосконалення і розвиток управління інженерно-технічним забезпеченням на всіх етапах становлення Державної прикордонної служби України (ДПСУ) стали ключовими напрямками діяльності департаменту Держприкордонслужби, оскільки майже всі форми і методи функціонування системи забезпечення у новому правовому полі відомства, яке набуло статус правоохоронного органу, потребували переопрацювання [1].

Обумовлювальними у цьому аспекті стали такі напрями:

- визначення норм наявності інженерної техніки, технічних засобів охорони кордону та інженерного майна для органів Держприкордонслужби;
- організації обліку, використання та зберігання інженерних боєприпасів, вибухових речовин та засобів підриву;
- визначення термінів експлуатації інженерних споруд, норм напрацювання до ремонту та списання технічних засобів охорони кордону, інженерної техніки та майна;
- експлуатації засобів охорони в Держприкордонслужбі.

Але, разом зі змінами у формах і способах охорони державного кордону, подальше структурне реформування інженерно-технічного забезпечення залишається одним з найважливіших напрямків розвитку прикордонного відомства, що вимагає у подальшому здійснювати управління розробкою перспективних напрямків забезпечення потреб охорони, особливо для сухопутної ділянки кордону, адекватне загрозам національній безпеці держави у прикордонній сфері [2].

Геополітичний, економічний, соціальний і технологічний розвиток співробітництва України з країнами світу набуває ознак нестабільності та невизначеності. Нестабільність проявляється у тому, що динаміка змін зовнішнього середовища зростає, а невизначеність у тому, що ситуації, які виникають, все частіше є унікальними і недослідженими [3]. Зазначене обумовило зміну тенденцій щодо технічного, фінансового забезпечення системи охорони і вимагає, в першу чергу, адаптації управлінських рішень щодо розвитку інженерно-технічного забезпечення як складової системи інженерно-технічного контролю (СІТК) на основі системного підходу.

Крім того, в сучасних умовах, що характеризуються швидкою зміною політичних, економічних і технологічних умов, які обумовлюють актуальність завдань управління інженерно-технічним забезпеченням розвитку СІТК та за потреби їх швидкого реінжинірингу, що дозволить підвищити рівень забезпечення ефективних умов затримання правопорушника (ПП) на окремих ділянках кордону за рахунок реалізації внесеної до топологічної структури можливості її раціонального дообладнання [4]. Тому актуальними вбачаються врахування процесу реінжинірингу при управлінні інженерно-технічним забезпеченням охорони кордону і оцінка ефективності реінжинірингу при обґрунтуванні управління інженерно-технічним забезпеченням охорони кордону.

Застосування методології системного ієрархічного вибору кращих технічних рішень дозволило удосконалити модель побудови структури управління інженерно-технічним забезпеченням з урахуванням процесу реінжинірингу, в якій декомпозицію проблеми побудови розподілених систем, що включає метарівень, макрорівень і мікрорівень ієрархії, доповнено множиною завдань реінжинірингу системи [5] (див. рисунок).

На метарівні проблема управління розглядається в цілому, у тісному зв'язку із Концепцією розвитку ДПСУ на період до 2015 р., а також аналізується місце проблеми серед інших задач охорони кордону.

Більшість завдань макрорівня за своєю суттю є завданнями системного проектування і відрізняються обмеженнями, що відображають специфіку основних етапів управління інженерно-технічним забезпеченням. Тому, враховуючи проведені дослідження [6], отримасмо загальну модель побудови структури управління інженерно-технічним забезпеченням з урахуванням процесу реінжинірингу

$$Task^1 = \{Task_i^1, i = \overline{1, 4}\},$$

де $Task_1^1$ — формування вимог до СІТК;

$Task_2^1$ — системне проектування;

$Task_3^1$ — планування розвитку;

$Task_4^1$ — реінжиніринг системи.

У рамках розв'язання завдання $Task_1^1$ визначаються цілі, для досягнення яких здійснюється управління інженерно-технічним забезпеченням, уточнюється низка завдань, досліджуються

властивості зовнішнього середовища, пріоритети в охороні, визначаються можливі принципи побудови структури СІТК.



Структура управління інженерно-технічним забезпеченням з врахуванням процесу реінжинірингу

Основною метою розв'язання даного завдання є визначення області існування системи, а також визначення раціонального співвідношення ефекту і витрат системи. Завдання системного проектування $Task_1^4$ полягає у визначенні найкращого, в значенні множини вибраних критеріїв, варіанта прийняття управлінського рішення щодо інженерно-технічного забезпечення охорони кордону в умовах допустимих принципів охорони, а також заданих структурних, топологічних, параметричних обмежень, рівнів ефекту і витрат.

Завдання планування розвитку $Task_3^4$ полягає у виборі для заданої множини моментів часу ефективного способу управління інженерно-технічним забезпеченням в процесі побудови структури СІТК або її еволюції в умовах зміни потреб охорони кордону, ресурсного забезпечення, поетапної зміни обмежень на якість виконання функцій. Метою є визначення якнайкращого щодо множини критеріїв прийняття рішень про послідовність введення в експлуатацію окремих технічних засобів, проведення інженерного забезпечення, що дасть на кожному з етапів необхідний рівень ефективності в умовах обмежень на розміри ресурсів, які виділяються. При цьому слід враховувати ресурси як прикордонного відомства, так і можливі поставки за рахунок міжнародної технічної допомоги.

Завдання реінжинірингу розв'язуються в процесі експлуатації і пов'язані з необхідністю кардинальних структурних, технологічних, топологічних або параметричних змін у зв'язку зі змінами множини характеристик ділянок кордону, розширенням множини функціональних завдань, удосконаленням елементної бази і технологій реалізації функцій системи, що робить існуючий варіант структури системи не достатньо ефективним. При цьому допускається як повна заміна складових СІТК, так і їх модернізація, пов'язана зі зміною їх вартісних і функціональних характеристик.

Комплекс завдань макрорівня охоплює коло питань структурного синтезу СІТК, які виникають на стадіях концептуального і робочого проектування, побудови та експлуатації системи.

Основні завдання мікрорівня, які пов'язані з розв'язанням питань системного проектування [6], стосовно СІТК розглянуто [5] ($task^2$ і $task^3$). З метою прогнозування можливих варіантів

реструктуризації СІТК доцільно розглянути множину завдань реінжинірингу системи на мікрорівні (див. рисунок)

$$Task^4 = \{Task_i^4\}, i = \overline{1, 3},$$

де $Task_1^4$ — обґрунтування перспективних структур системи;

$Task_2^4$ — вибір цільової функції реінжинірингу системи;

$Task_3^4$ — визначення критерію раціонального реінжинірингу системи.

У сукупності розв'язання окремих завдань реінжинірингу системи дозволить зменшити витрати на її дообладнання при зміні значимості окремих ділянок охорони. Зазначене обумовлює необхідність обґрунтування критерію реінжинірингу структури системи.

У ході дослідження визначено, що перспективними топологіями структури засобів контролю СІТК, є квазілінійна і площинна. Остання забезпечує неперервне виявлення ПП протягом деякого часу, квазілінійна лише в два дискретні моменти часу, що впливає на ефективність подальшого прогнозування місцеположення ПП.

Різні типи ділянок охорони потребують диференційованого підходу щодо забезпечення необхідної точності екстраполяції траєкторії руху ПП і прогнозування його місцеположення на час висунення групи оперативного реагування. Також поетапне нарощування складності СІТК дозволить адекватно планувати фінансування процесу модернізації засобів охорони.

Тому реінжиніринг будемо пов'язувати із модернізацією квазілінійної структури і трансформуванням її топологічної і функціональної структури у відповідні структури площинної системи. При цьому необов'язковою є повна заміна квазілінійної структури. Різні типи структур необхідно синтезувати таким чином, щоб процес їх реінжинірингу проходив із мінімальними витратами ресурсів, що досягається у випадку дообладнання діючої структури з метою синтезу нової.

При реінжинірингу топологічних структур цільовою функцією доцільно використовувати функцію необхідних додаткових витрат [6]

$$\Delta C = \sum_{i=1}^{n'_E} [c'_i(1 - y_i^o)y'_i + \Delta c_i y_i^o y'_i] + \sum_{i=1}^{n'_E} \sum_{j=1}^{n'_E} [c'_{ij}(1 - r_{ij}^o)r'_{ij} + \Delta c_{ij} r_{ij}^o r'_{ij}], \quad i, j = \overline{1, n'_E}, \quad (1)$$

де ΔC — функція необхідних додаткових витрат на реінжиніринг системи;

y_i^o — булева змінна використання діючої топології системи ($y_i^o = 1$, якщо використовується діюча топологія, $y_i^o = 0$ — в іншому випадку);

y'_i — булева змінна синтезу топології системи ($y'_i = 1$, якщо необхідна нова топологія, $y'_i = 0$ — в іншому випадку);

r_{ij}^o — булева змінна використання зв'язків між елементами діючої структури ($r_{ij}^o = 1$, якщо використовується діючий зв'язок елементів, $r_{ij}^o = 0$ — в іншому випадку);

r'_{ij} — булева змінна синтезу зв'язків між елементами нової структури ($r'_{ij} = 1$, якщо необхідний новий зв'язок елементів, $r'_{ij} = 0$ — в іншому випадку);

n'_E — кількість елементів в новій структурі;

c'_{ij} — витрати на створення зв'язків між елементами в новій структурі;

Δc_i — витрати на модернізацію елемента в новій структурі;

Δc_{ij} — витрати на модернізацію зв'язків між елементами в новій структурі;

c'_i — витрати на створення елементів в новій структурі.

Отже, у загальному вигляді, відповідно до (1) критерій реінжинірингу структури сформулюємо таким чином: відомі топологія та витрати на створення елементів і зв'язків структури площинного типу, а також витрати на їх модернізацію в структуру квазілінійного типу. Необхідно визначити варіант топології, який задається відповідними елементами і зв'язками між ними при мінімізації функції додаткових витрат

$$\Delta C \rightarrow \min. \quad (2)$$

При цьому можливі різні стратегії і варіанти реформування топологічних структур між двома крайніми. Першим є випадок повної заміни без використання елементів і зв'язків діючої квазілінійної топологічної структури, що потребує максимальних додаткових витрат ΔC_{\max} . Другий крайній випадок допускає повне використання всієї діючої квазілінійної топологічної структури (дообладнання), додаткові витрати будуть мінімальні (у окремому випадку відсутні) ΔC_{\min} . Між розглянутими випадками існує безліч ситуацій, в яких можуть використовуватися або модернізуватися деякі з діючих елементів, а також деякі із зв'язків між ними. Модернізація вимагає додаткових витрат, які, проте, менші, ніж на створення нових елементів або зв'язків між ними, тобто $\Delta C_i < C'_i$, $\Delta C_{ij} < C'_{ij}$.

Конкретизуємо критерій (2) для реінжинірингу квазілінійної структури у площинну. Топологія чутливого елемента квазілінійної структури представляє собою два волоконних світловоди, які прокладені паралельно вздовж лінії кордону і відстань між ними не менша за L_{BCmin} [4]. Топологія чутливого елемента площинної структури відрізняється тим, що через кожні $L_{\text{СП}}$ метрів паралельно до двох світловодів приєднуються сейсмоприймачі (СП), які мають зв'язок із двома світловодами через відрізки довжиною L_{BC} . Для структури квазілінійної бажаною є максимізація відстані L_{BC} , для площинної структури навпаки, мінімізація L_{BC} . Розв'язання даної оптимізаційної задачі здійснимо із застосуванням критерію (2).

Максимально можливі витрати на модернізацію квазілінійної системи, згідно з (1), еквівалентні синтезу нової топології одного світловода і зв'язків СП в системі площинного типу

$$\Delta C_{\max} = gL_{\text{ВСП}}C_{\text{BC}} + L_m C_{\text{BC}}, \quad (3)$$

де ΔC_{\max} — максимально допустимі витрати на модернізацію квазілінійної системи;

$L_{\text{ВСП}}$ — відстань між двома світловодами у площинній системі;

g — кількість СП у площинній системі;

L_m — протяжність флангу системи;

C_{BC} — вартість одного метра світловода.

Мінімально допустимі витрати на модернізацію квазілінійної системи еквівалентні дообладнанням її новим зв'язком СП із волоконним світловодом

$$\Delta C_{\min} = gL_{\text{ВСЛ}}C_{\text{BC}}, \quad (4)$$

де ΔC_{\min} — мінімально допустимі витрати на модернізацію квазілінійної системи;

$L_{\text{ВСЛ}}$ — відстань між двома світловодами у квазілінійній системі.

Тоді $\Delta C_{\min} < \Delta C_{\max}$ і після врахування (3), (4) та спрощення отримаємо

$$L_{\text{ВСЛ}} < \frac{L_m}{g} + L_{\text{ВСП}}. \quad (5)$$

Оцінимо ефективність процесу реінжинірингу структури СІТК. Умова (5) є критерієм раціонального реінжинірингу топології структури СІТК площинного типу, згідно з яким визначається вимога до розміщення квазілінійної системи виявлення: відстань між двома чутливими елементами в квазілінійній системі виявлення не повинна перевищувати $L_{\text{ВСЛ}}$, що дозволяє за потреби здійснити дообладнання площинної системи при мінімізації витрат та із використан-

ням повністю елементів квазілінійної СІТК. Оцінимо ефективність процесу реінжинірингу за відносним показником

$$E_p = \left(1 - \frac{\Delta C_{\min}}{\Delta C_{\max}} \right) 100 \% , \quad (6)$$

із врахуванням попередніх викладок отримаємо

$$E_p = \left(1 - \frac{gL_{\text{кЛ}}}{gL_{\text{П}} + L_m} \right) 100 \% . \quad (7)$$

При використанні останньої формули необхідно враховувати допущення і обмеження:

— мінімальна відстань між двома волоконно-оптичними кабелями у квазілінійній системі повинна бути такою, щоб забезпечити прогнозування місцеположення правопорушника;

— вартісний ресурс множини СП значно менший за сумарну вартість волоконного кабеля, який використовується для організації розподіленого датчика і зв'язку з ним СП у структурі площинної СІТК.

Враховуючи зазначене, рівень ефективності процесу реінжинірингу становить до 25 % від витрат на побудову площинної СІТК, що по суті тотожне економії коштів.

Висновки. Запропоновано метод оцінки ефективності процесу реінжинірингу системи контролю, який вказує на доцільність прийняття управлінських рішень щодо інженерно-технічного забезпечення сухопутної ділянки кордону. Дообладнання системи повинно здійснюватися із врахуванням мінімізації функції додаткових витрат. На першому етапі перспективним є забезпечення підрозділів охорони квазілінійною системою контролю, а на наступному етапі — її модернізація для окремих ділянок охорони.

Подальшим напрямком дослідження є реалізація розглянутих положень при управлінні інженерним забезпеченням щодо прокладки на місцевості розподіленого волоконно-оптичного чутливого елемента квазілінійної системи контролю із можливістю його дообладнання і синтезу площинної системи при мінімізації функції додаткових витрат.

Література

1. Концепція розвитку Державної прикордонної служби України на період до 2015 року: Указ Президента України від 19 червня 2006 р. № 546 [Електронний ресурс] — www.pvu.gov.ua. — 1.08.11.
2. Литвин, М.М. Прикордонна безпека України: етапи становлення, проблеми і перспективи / М.М. Литвин // Нац. безпека: укр. вимір: шокв. наук. зб. — К., 2008. — Вип. 1–2(20–21). — С. 41 — 46.
3. Стратегічне управління військово-технічним співробітництвом в інтересах забезпечення воєнної безпеки України: моногр. / В.М. Бегма, О.М. Загорка, В.Д. Косевцов, В.М. Шемаєв; під заг. ред. Руснака І.С. — К.: ІПНБ, НАОУ, 2005. — 228 с.
4. Лисий, М.І. Обґрунтування критерію реінжинірингу топологічної структури площинної підсистеми виявлення порушника кордону / М.І. Лисий // Зб. наук. пр. Нац. акад. Держ. прикордон. служби України / За ред. В. О. Балашова. — Хмельницький, 2009. — № 46, ч. 2. — С. 63 — 65.
5. Лисий, М.І. Ієрархія декомпозиції проблеми синтезу розподіленої системи інженерно-технічного контролю держаного кордону України / В.Г. Солонніков, М.І. Лисий // Наук. вісн. Наук.-практ. альманах Держ. прикордон. служби України / За ред. О.В. Богуша. — Хмельницький: НАДПСУ, 2008. — № 2. — С. 10 — 14.
6. Бескоровайный, В.В. Методы анализа и синтеза решений при автоматизированном проектировании структур территориально распределенных объектов: Дис.... д-ра техн. наук: 05.13.12 / В.В. Бескоровайный. — Харьков, 2004. — 354 с.

References

1. Kontseptsiia rozvytku Derzhavnoi prykordonnoi sluzhby Ukrainy na period do 2015 roku: Ukaz Prezidenta Ukrainy vid 19 chervnia 2006 r. # 546 [The Concept of Developing the State Border Guard

- Service of Ukraine for the Period of up to the year 2015: the Decree of the President of Ukraine of June, 19, 2006, # 546] [Elektronnyi resurs] Available at: www.pvu.gov.ua. — 1.08.11.
2. Lytvyn, M.M. Prykordonna bezpeka Ukrainy: etapy stanovlennia, problemy i perspektyvy [Borderline Security of Ukraine: Formation Stages, Problems and Prospects] / M.M. Lytvyn // Nats. bezpeka: ukr. vymir: shchokv. nauk. zb. [Nat. Security: Ukrainian Dimension: Quarterly Sci. Collected Papers] — Kyiv, 2008. — Issue 1–2(20–21). — PP. 41 — 46.
 3. Stratehichne upravlinnia viiskovo-tekhnicnym spivrobotnytstvom v interesakh zabezpechennia voiennoi bezpeky Ukrainy: monohr. [Military-technical Cooperation Strategic Control for the Benefit of Providing Military Security of Ukraine: monogr.] / V.M. Behma, O.M. Zahorka, V.D. Kosevtsov, V.M. Shemaiev; edited by Rusnak I.S. — Kyiv, 2005. — 228 p.
 4. Lysyi, M.I. Obhruntuvannia kryteriiu reinzhynirynhu topolohichnoi struktury ploshchynnoi pidsys-temy vyivlennia porushnyka kordonu [Substantiation of Topological Structure Reengineering Criterion for Frontier-Intruder Detection Plane Subsystem] / M.I. Lysyi // Zb. nauk. pr. Nats. akad. Derzh. prykordon. sluzhby Ukrainy [Collected Sci. Papers of the Nat. Acad. of State Border Guard Service of Ukraine] / Edited by V. O. Balashov. — Khmelnytskyi, 2009. — # 46, part 2. — PP. 63 — 65.
 5. Lysyi, M.I. Hierarkhiia dekompozytsii problemy syntezy rozpodilenoï systemy inzhenerno-tekhnicnoho kontroliu derzhanoho kordonu Ukrainy [Decomposition Hierarchy of the Problem of Synthesizing a Distributed System of Engineering and Technical Control of the State Border of Ukraine] / V.H. Solomnikov, M.I. Lysyi // Nauk. visn. Nauk.-prakt. almanakh Derzh. prykordon. sluzhby Ukrainy [Sci. Herald “Sci.-pract. collec. papers of the State Border Guard Service of Ukraine”] / Edited by O.V. Bohush. — Khmelnytskyi, 2008. — # 2. — PP. 10 — 14.
 6. Beskorovaynyy, V.V. Metody analiza i sinteza resheniy pri avtomatizirovannom proektirovanii struktur territorial'no raspredelennykh ob'ektov: Dis.... d-ra tekhn. nauk: 05.13.12 [Decision Analysis and Synthesis Methods in Automatic Design of Geographically-Distributed Objects' Structures: D. Sci.Thesis: 05.13.12] / V.V. Beskorovaynyy. — Khar'kov, 2004. — 354 p.

Рецензент д-р техн. наук, проф. Одес. нац. політехн. ун-ту Мокрицький В.А.

Надійшла до редакції 1 серпня 2011 р.