

ДЕЯКІ ПІДХОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО- КОМУНІКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЕРЖАВНОЇ ПРИКОРДОННОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ

SOME APPROACHES TO INCREASE THE EFFICIENCY OF THE INFORMATION & COMMUNICATION SYSTEM OF THE STATE BORDER SERVICE OF UKRAINE

Олександр Басараб¹, Ольга Басараб²

*Національна академія Державної прикордонної служби України імені Б. Хмельницького
(вул. Шевченка, 46, м. Хмельницький, Україна, 29003)*

Oleksandr Basarab, Olga Basarab

*Bohdan Khmelnytskyi National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine
(46, Shevchenka, Khmelnytskyi, Ukraine, 29003)*

Отримано: 20.10.2022. Затверджено: 15.11.2022

АНОТАЦІЯ

У статті пропонується підхід до розробки методики підвищення ефективності функціонування систем електронних комунікацій спеціального призначення, насамперед, системи електронних комунікацій Державної прикордонної служби України. Державна прикордонна служба України є суб'єктом інтегрованого управління кордонами. Для забезпечення виконання функцій, що покладені на відомство, в оперативно-службовій діяльності прикордонної служби активно використовуються інформаційно-комунікаційні системи, зокрема, інформаційно-комунікаційна система прикордонного контролю. Технічною основою для передачі інформації в інформаційно-комунікаційній системі складають електронні комунікації. Система електронних комунікацій Державної прикордонної служби України побудована у вигляді складної мережевої топології типу «зірка» та для передачі даних використовує стек протоколів (ТСР/IP) та, переважно, статичну маршрутизацію, отже, не передбачає автоматичне відновлення у випадку порушення існуючого маршруту. Таким чином, певний час окремих сегмент системи електронних комунікацій не передає інформацію, внаслідок чого, можуть відбутись порушення на державному кордоні. В існуючих методах для оцінки ефективності функціонування система електронних комунікацій

¹ кандидат технічних наук, доцент; orcid 0000-0002-2852-9534; e-mail: a_basarab@ukr.net

² кандидат юридичних наук, доцент; orcid 0000-0001-7839-6955; e-mail: ot_basarab@ukr.net

застосовуються такі показники як, продуктивність, стійкість, достовірність передачі, безпечність передачі даних; але не враховується показник залежності виконання завдань від роботи мережі. В дослідженні пропонується розробити методику, яка би враховувала зазначений показник залежності оперативно-службової діяльності в системі показників ефективності функціонування системи електронних комунікацій. Після введення в систему показників ефективності системи електронних комунікацій спеціального призначення показника ефективності оперативно-службової діяльності пропонується розраховувати оновлену ефективність системи електронних комунікацій при застосуванні того чи іншого протоколу маршрутизації, варіантів топології мережі та обрати найкращу.

Ключові слова: Державна прикордонна служба України; інтегрована інформаційно-комунікаційна система «Гарт»; інформаційно-комунікаційна система; оперативно-службова діяльність; система електронних комунікацій.

ABSTRACT

The article proposes an approach to the development of a methodology for increasing the efficiency of the functioning of special purpose electronic communications systems, especially the electronic communications system of the State Border Guard Service of Ukraine. The State Border Service of Ukraine is a subject of integrated border management. Information and communication systems, in particular, the information and communication system of border control are actively used in the operational and service activities of the State Border Guard Service to ensure the performance of the assigned functions. The technical basis for the transmission of information in the information and communication system is the system of electronic communications. The electronic communications system of the State Border Guard Service of Ukraine is built in the form of a complex network topology of the "star" type and uses the Transmission Control Protocol/Internet protocol (TCP/IP) stack for data transmission and, mainly, static routing, therefore, it does not provide the automatic recovery in the event of a violation of the existing route. Thus, for a certain time, a separate segment of the electronic communications system does not transmit information, as a result of which violations may occur at the state border. In the existing methods for evaluating the effectiveness of the functioning of the electronic communications system, such indicators as performance, stability, reliability of transmission, safety of data transmission are used. But those methods do not take into account the indicator of the dependence of tasks on the network. The study proposes to develop a methodology that would take into account the specified indicator of operational and service activity dependence in the system of indicators of the effectiveness of the electronic communications system. After entering into the system of efficiency indicators of the electronic communications system for special purposes, the operational and service activity efficiency indicator is proposed to calculate the updated efficiency of the electronic communications system when applying one or another routing protocol, network topology options and choose the best one.

Key words: State Border Guard Service of Ukraine; integrated information and communication system "Hart"; information and communication system; operational and service activity; electronic communications system.

I. ВСТУП

Сучасні виклики національній безпеці України, викликані широкомасштабною агресією російської федерації, пандемією внаслідок розповсюдження вірусу COVID-19, а також нестабільною соціально-політична та економічна ситуацією в нашій державі вимагають

швидкого реагування на зміни в обстановці на державному кордоні з боку керівників відповідних структур. Зазначене вимагає прийняття відповідних організаційно-правових та технічних заходів, що проявляється у вигляді синтезу об'єктивних управлінських впливів. Більшість цих впливів мають інформаційний характер, оскільки процес управління охороною державного кордону – це, переважно, процес оцінки та аналізу інформації¹.

Сучасний світ є світом інформаційних технологій, в якому швидкість та якість прийняття управлінських рішень прямо пропорційні швидкості та якості функціонування систем електронних комунікацій. Не осторонь цієї проблеми стоять суб'єкти інтегрованого управління кордонами, до складу яких, відповідно до законодавства належить Державна прикордонна служба України (Держприкордонслужба)².

Отже, ефективне управління кордонами залежить від функціонування інформаційно-комунікаційної системи відомства.

Основою інформаційно-комунікаційної системи Державної прикордонної служби України є Інтегрована інформаційно-комунікаційна система «Гарт» (ІКС «Гарт»), однією з основних елементів якої є Інтранет-мережа. В свою чергу, фізичною основою, яка з'єднує всі елементи ІКС «Гарт» в корпоративній Інтранет-мережі і забезпечує безперервний доступ до інформаційних ресурсів є система електронних комунікацій (СЕК) Держприкордонслужби.

Ефективність функціонування сучасних цифрових інформаційно-комунікаційних систем, до яких відноситься й ІКС Держприкордонслужби, безпосередньо залежить від особливостей побудови, протоколів та технологій, які використовуються при їх розгортанні. Отже, важливим етапом при розгортанні та/або модернізації СЕК Держприкордонслужби є оцінка ефективності функціонування таких систем. Але, оскільки, від ефективності функціонування інформаційно-комунікаційної системи (ІКС) Держприкордонслужби залежить ефективність інтегрованого управління кордонами, при оцінці ефективності останньої потрібно враховувати і ступінь такої

¹ Литвин М.М. (2009). Науково-методологічне забезпечення поетапного реформування системи охорони державного кордону: монографія. Хмельницький: Вид-во НАДПСУ. 316 с.

² Про схвалення Стратегії інтегрованого управління кордонами на період до 2025 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 24 липня 2019 р. № 687-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/687-2019-%D1%80#Text>

залежності, як показник оперативно-службової діяльності (ОСД) підрозділів Держприкордонслужби.

Питання оцінки ефективності інформаційно-комунікаційних систем досліджували такі вчені як І.С. Катеринчук, О.К. Юдін, Р.В. Рачок та інші. Проте, існуючі методики оцінки ефективності не враховують особливості діяльності Держприкордонслужби зокрема та їх вплив на інтегроване управління кордонами в цілому.

II. МЕТА І МЕТОДОЛОГІЯ

Метою статті є формування підходів до створення методики оцінки та підвищення ефективності функціонування системи електронних комунікацій Держприкордонслужби з урахуванням показника оперативно-службової діяльності підрозділів Держприкордонслужби.

Для досягнення мети використовувалися загальнонаукові та спеціалізовані методи досліджень. Методами спостереження та порівняння досліджувалися інформаційно-комунікаційні системи органів охорони кордону та особливості побудови телекомунікаційної системи, їх вплив на оперативно-службову діяльність Держприкордонслужби. Аналіз і синтез використовувалися для формування підходів до створення методики оцінки та підвищення ефективності функціонування системи електронних комунікацій Державної прикордонної служби України

III. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

ІКС «Гарт» призначена для створення єдиного інформаційного простору та електронної системи управління Держприкордонслужби, виконання завдань з підвищення ефективності управління органами Державної прикордонної служби України під час охорони державного кордону¹.

ІКС «Гарт» забезпечує реалізацію таких функцій:

- поповнення інформаційних ресурсів відповідно до функціональних завдань у режимі обробки повідомлень;
- надання користувачам інформації з інформаційних ресурсів у режимі повідомлення та/або запит-відповідь;

¹ Катеринчук І.С., Гетманюк С.П. (2009). Метод комплексної оцінки ефективності функціонування системи прикордонного контролю. *Збірник наукових праць*. № 51/1. Хмельницький: Вид-во НАДПСУ. С. 75–79.

- підтримання односторонніх та/або двосторонніх інформаційно-комунікаційних зв'язків між суб'єктами, користувачами ІКС «Гарт», обмін інформацією між ними, оперативне інформування;
- здійснення електронного документообігу між суб'єктами ІКС «Гарт»¹.

ІКС «Гарт» Держприкордонслужби за своєю архітектурою є структурно-ієрархічною системою і складається з множини взаємодіючих і зв'язаних по горизонталі та ієрархічно викладених по вертикалі функціональних складових.

За функціональним призначенням та задачам, які вирішуються ІКС «Гарт» складається з ряду ІКС, інформаційних систем та окремих підсистем.

Основою для розгортання ІКС «Гарт» є цифрова СЕК Держприкордонслужби. Розгортання СЕК Держприкордонслужби здійснюється на основі запровадження сучасних засобів зв'язку, маршрутизаторів, комутаторів, передових технологій та IP-протоколів. Вона побудована за принципом опорної мережі «зірка», до якої підключаються органи охорони та підрозділи різних рівнів.

Виходячи з вище викладеного, СЕК Держприкордонслужби побудована таким чином, що цифрові потоки організовано безпосередньо від Адміністрації Держприкордонслужби до підрозділів охорони кордону і забезпечують одночасний обмін даними, голосовою та відеоінформацією на основі IP-протоколу, а також підтримують функції дистанційного управління самою мережею та моніторингу її стану.

Аналіз наукових досліджень, що присвячені оцінці ефективності функціонування СЕК², показав, що частіше для оцінки ефективності функціонування СЕК використовують наступні показники:

- продуктивність;
- стійкість;
- достовірність передачі;
- безпечність передачі даних.

Наведений вище перелік показників дає можливість оцінити ефективність функціонування СЕК з точки зору ефективності

¹ Катеринчук І.С., Мул Д.А., Рачок Р.В. та ін. (2010). Програмно-технічні комплекси прикордонних підрозділів. Хмельницький: Вид-во НАДПСУ. 271 с.

² Бондаренко М.Ф., Кривуля Г.Ф., Рябцев В.Г. и др. (2000). Проектирование и диагностика компьютерных систем и сетей. К.: НМЦ ВО. 306 с.; Kurose J F, Ross K.W. (2013). Computer Networking: A Top-down Approach. Pearson.

технічних рішень, що реалізовані в конкретній системі.

Разом з тим, СЕК Держприкордонслужби є системою спеціального призначення, яка використовується для забезпечення оперативно-службової діяльності Держприкордонслужби. Враховуючи сказане вище, в систему показників оцінки ефективності функціонування СЕК Держприкордонслужби слід ввести показник, який би дозволив оцінити вплив функціонування СЕК на ефективність оперативно-службової діяльності.

Аналіз досліджень щодо використання ІКС в Держприкордонслужбі¹ свідчить, що найбільшу роль в оперативно-службовій діяльності на сьогоднішній день відіграє ІКС прикордонного контролю. Автоматизація зазначеного напрямку ОСД здійснюється із використанням програмно-технічних комплексів (ПТК) автоматизації прикордонного контролю «Гарт-1/П», які розгорнуті в пунктах пропуску через державний кордон України і входять до складу ІКС прикордонного контролю «Гарт-1»².

Структурно ця ІКС представляє собою окремі програмно-технічні комплекси в пунктах пропуску через державний кордон та інформаційний центр – центральне сховище даних, що знаходиться в Адміністрації Держприкордонслужби, та об'єднані засобами електронних комунікацій.

Обмін даними здійснюється як з використанням цифрових потоків так і з використанням терміналів супутникового зв'язку, обладнання яких розгорнуто на території підрозділів охорони кордону.

Аналіз працездатності обладнання, що розгорнуто в підрозділах охорони кордону, та системи передачі даних Держприкордонслужби, свідчить про те, що, в цілому, вони дозволяють забезпечити стійкий зв'язок та передачу даних.

Аналіз виходів з ладу мережевого обладнання показує, що в середньому 2% від загальної кількості часу роботи ІКС система непрацездатна, що негативно впливає на оперативно-службову діяльність

¹ Литвин М.М., Єрошин Б.Ф. (2008). Методика вибору раціональних значень параметрів прикордонного контролю. *Збірник наукових праць*. № 42. Ч. II. Хмельницький: Вид-во НАДПСУ. С. 26–30; Рачок Р.В., Луцик М.І. (2012). Підходи до вдосконалення оперативно-службової діяльності у відділах прикордонної служби шляхом модернізації інформаційно-телекомунікаційної системи. *Збірник наукових праць*. № 57. Ч. II. Хмельницький: Вид-во НАДПСУ. С.53–55.

² Катеринчук І.С., Гетманюк С.П. (2009). Метод комплексної оцінки ефективності функціонування системи прикордонного контролю. *Збірник наукових праць*. № 51. Ч. 1. Хмельницький: Вид-во НАДПСУ. С. 75–79.

Держприкордонслужби і може призвести до певних порушень, а саме: перетину кордону особами, яким це заборонено, невиконання доручень правоохоронних органів та інші.

Відповідно до деяких досліджень¹ для оцінки надійності функціонування сучасних мереж може використовуватись як показник – доступність мережі. Висока доступність (*High Availability, HA*) – це метод проектування системи, який дозволяє отримати високий рівень доступності системи протягом певного проміжку часу. Доступність системи (мережі) D означає можливість користувачам її використовувати. Якщо в них немає такої можливості, система вважається недоступною. Для числового визначення доступності використовується відсоток аптайму в рік. Аптайм (*uptime*) – час безперервної роботи системи.

$$D = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \cdot 100, \quad (1)$$

де $MTBF$ – середній час протягом якого мережа була працездатною;

$MTTR$ – середній час відновлення (протягом якого мережа була непрацездатною).

Для визначення доступності можливо використати і інший підхід:

$$D = \frac{(T_y - MTTR)}{T_y} \cdot 100, \quad (2)$$

де $T_y = MTBF + MTTR$ – кількість хвилин в одному році.

Слід відзначити, що для сучасних корпоративних комп'ютерних мереж відповідно до сучасних міжнародних вимог доступність має бути не гіршою 99.999%², що відповідає близько 5 хвилинам непрацездатності протягом року.

В таблиці 1 наведені значення доступності і відповідні їм значення часу простою мережі.

¹ Odom, W., & McDonald, R. (2006). *Routers and Routing Basics: CCNA 2 Companion Guide*. Cisco.

² Kurose J.F., Ross K.W. (2013). *Computer Networking: A Top-down Approach*. Pearson.

Доступність %	Час простою в рік
90% (“одна дев’ятка”)	36.5 днів
95%	18.25 днів
99% (“дві дев’ятки”)	3.65 дні
99,9% (“три дев’ятки”)	8.76 годин
99,99% (“чотири дев’ятки”)	52.56 хвилини
99,999% (“п’ять дев’яток”)	5.26 хвилини

Таблиця 1. Співвідношення доступності та часу простою мережі

Попередній аналіз доступності *Intranet* мережі Держприкордонслужби показав, що за даним показником ця мережа не відповідає вимогам до сучасних корпоративних мереж.

Одним з основних підходів, який зараз використовується для забезпечення високої доступності полягає у створенні надлишковості каналів зв’язку. Тоді відмова одного елемента мережі не буде приводити до значного зниження доступності. Для забезпечення високої доступності мережі використовується резервування каналів на фізичному та каналному рівні базової еталонної моделі взаємодії відкритих систем (модель OSI).

Побудова мережі з повним резервуванням отримала назву *Full Mesh*. На жаль внаслідок складності побудови та значної вартості у світовій практиці побудови високоефективних мереж такий підхід практично не використовується. В більшості сучасних корпоративних мереж використовується топологія *Partial Mesh* – з частковим резервуванням каналів.

Реалізація резервування каналів на комутаційному рівні потребує використання мережевого обладнання, яке реалізовує механізм усунення «петель» в мережі *Spanning Tree*. Такі мережеві комутатори використовуються в *Intranet* мережі Держприкордонслужби, проте у зв’язку з відсутністю резервування каналів їх можливості щодо підтримки *Spanning Tree* не використовуються.

Для забезпечення функціонування резервних каналів на мережевому рівні необхідна підтримка динамічної зміни маршрутів у маршрутизаторах.

При побудові високоефективних мереж з частковим резервуванням каналів (*Partial Mesh*) має використовуватись динамічна маршрутизація, яка дозволяє автоматично перевизначати маршрути передачі інформації при виході з ладу окремих каналів на фізичному

та каналному рівні. Однак в мережі Держприкордонслужби на даний час використовується статична маршрутизація, яка не дозволяє це реалізувати. Тому навіть при утворенні додаткових каналів в мережі Держприкордонслужби при використанні статичної маршрутизації вони не будуть використовуватись.

Виходячи з аналізу стану СЕК Держприкордонслужби, системи показників ефективності сучасних СЕК та існуючих світових методів підвищення ефективності функціонування цифрових мереж була сформований підхід до створення методики підвищення ефективності функціонування системи електронних комунікацій Держприкордонслужби (мал. 1).



Малюнок 1. Схематичне представлення підходу до створення методики підвищення ефективності функціонування СЕК Держприкордонслужби

IV. ВИСНОВКИ

Недосконалість наукового підходу до раціональної побудови мережевої складової систем електронних комунікацій з урахуванням особливостей оперативно-службових дій Держприкордонслужби зумовлює актуальність розробки відповідної методики. Проведений у роботі аналіз показав, що при її створенні необхідно врахувати як ряд вимог до значень традиційних показників ефективності СЕК спеціального призначення, так і ввести додаткові показники з допомогою яких можливо врахувати особливості ОСД. У зв'язку з цим, для вирішення завдання підвищення ефективності функціонування СЕК Держприкордонслужби в подальшому необхідно вдосконалити систему показників ефективності СЕК спеціального призначення шляхом введення показника, який визначав би залежність ефективності оперативно-службової діяльності від стану СЕК.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Бондаренко М.Ф., Кривуля Г.Ф., Рябцев В.Г. и др. (2000). Проектирование и диагностика компьютерных систем и сетей. К.: НМЦ ВО. 306 с.
2. Катеринчук І.С., Гетманюк С.П. (2009). Метод комплексної оцінки ефективності функціонування системи прикордонного контролю. *Збірник наукових праць*. № 51. Ч. I. Хмельницький: Вид-во НАДПСУ. С. 75–79.
3. Катеринчук І.С., Мул Д.А., Рачок Р.В. та ін. (2010). Програмно-технічні комплекси прикордонних підрозділів. Хмельницький: Вид-во НАДПСУ. – 271 с.
4. Литвин М.М., Ерошин Б.Ф. (2008). Методика вибору раціональних значень параметрів прикордонного контролю. *Збірник наукових праць*. № 42. Ч. II. Хмельницький: Вид-во НАДПСУ. С. 26–30.
5. Литвин М.М. (2009). Науково-методологічне забезпечення поетапного реформування системи охорони державного кордону: монографія. Хмельницький: Вид-во НАДПСУ. 316 с.
6. Про схвалення Стратегії інтегрованого управління кордонами на період до 2025 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 24 липня 2019 р. № 687-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/687-2019-%D1%80#Text>
7. Рачок Р.В., Лущик М.І. (2012). Підходи до вдосконалення оперативно-службової діяльності у відділах прикордонної служби шляхом модернізації інформаційно-телекомунікаційної системи. *Збірник наукових праць*. № 57. Ч. II. Хмельницький: Вид-во НАДПСУ. С.53-55.
8. Kurose J.F., Ross K.W. (2013). Computer Networking: A Top-down Approach. Pearson.
9. Odom W., McDonald R. (2006). Routers and Routing Basics: CCNA 2 Companion Guide. Cisco.

REFERENCES

1. Bondarenko M.F., Kryvulia H.F., Riabtsev V.H. et al. (2000). Proektyrovanye y dyahnostyka kompiuternykh system y setei [Design and diagnostics of computer systems and networks]. Kyiv: NMTs VO. 306 p. [in Russian].

2. Katerynychuk I.S., Hetmaniuk S.P. (2009). Metod kompleksnoi otsinky efektyvnosti funktsionuvannya systemy prykordonnoho kontroliu [The method of comprehensive assessment of the effectiveness of the functioning of the border control system]. Journal of scientific works of the National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine named after B. Khmelnytsky. № 51/1. pp. 75–79 [in Ukrainian].
3. Katerynychuk I.S., Mul D.A., Rachok R.V. et al. (2010). Prohramno-tekhnicni komplekсы prykordonnykh pidrozdiliv [Software and technical complexes of border divisions]. Khmelnytsky. 271 p. [in Ukrainian].
4. Lytvyn M.M., Yeroshyn B.F. (2008). Metodyka vyboru ratsionalnykh znachen parametriv prykordonnoho kontroliu [Methodology for choosing rational values of border control parameters]. *Journal of scientific works*. No 42. Vol. II. pp. 26–30 [in Ukrainian].
5. Lytvyn M.M. (2009). Naukovo-metodolohichne zabezpechennia poetapnoho reformuvannya systemy okhorony derzhavnoho kordonu [Scientific and methodological support for the gradual reform of the state border protection system]. Khmelnytsky. 316 p. [in Ukrainian].
6. Pro skhvalennia Stratehii intehrovanooho upravlinnia kordonamy na period do 2025 roku [On the approval of the Integrated Border Management Strategy for the period until 2025]: Order of Cabinet of Ministers of Ukraine No 687-p of Jul 24, 2019. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/687-2019-%D1%80#Text> [in Ukrainian].
7. Rachok R.V., Lushchik M.I. (2012). Pidkhody do vdoskonalennia operativno-sluzhbovoi diialnosti u viddilakh prykordonnoi sluzhby shliakhom modernizatsii informatsiino-telekomunikatsiinoi systemy [Approaches to the improvement of operational and service activities in the departments of the border service through the modernization of the information and telecommunications system]. Journal of scientific works. No 57. Vol. II. pp. 53–55 [in Ukrainian].
8. Kurose J.F., Ross K.W. (2013). *Computer Networking: A Top-down Approach*. Pearson.
9. Odom W., McDonald R. (2006). *Routers and Routing Basics: CCNA 2 Companion Guide*. Cisco.