

УДК 681.5:355.4

Андрій ІВАНОВ,

кандидат технічних наук

*Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький*

Дмитро МУКОМЕЛ,

*Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький*

ОЦІНКА СТІЙКОСТІ УПРАВЛІННЯ ПІДРОЗДІЛАМИ ОХОРОНИ КОРДОНУ НА ОСНОВІ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ

У статті досліджуються питання вирішення важливого наукового завдання забезпечення ефективного функціонування системи управління, а саме оцінки її ефективності шляхом розрахунку показника критерію стійкості управління на основі показників надійності системи зв'язку. Із проведеного дослідження випливає, що показник стійкості системи управління, який у принципі залежить від факторів часу періоду оцінювання та сумарного часу відсутності управління за той самий період, у більшості своїй має велику залежність від напрацювання на відмову сукупності елементів системи зв'язку, показника відновлення елементів системи зв'язку, числа відмов та числа відновлень елементів системи зв'язку.

Ключові слова: *система управління, ефективність, стійкість, система зв'язку, оперативно-службова діяльність, охорона кордону.*

© Іванов А., Мукомел Д.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Організація управління органами (підрозділами) охорони кордону полягає у створенні системи управління, підтриманні її в належній готовності та нарощуванні її в разі ускладнення обстановки, а також у підготовці та здійсненні заходів щодо забезпечення її безперебійної роботи [2]. Ефективність є однією з головних характеристик результативності управління діяльністю органів (підрозділів) охорони кордону, що зумовлює необхідність її детального вивчення. Забезпечення ефективності напряму пов'язано з його оцінюванням. Розв'язання питань підвищення та підтримки ефективності управління неможливо без комплексного оцінювання її рівня. Серед вимог, що ставляться до управління органом охорони державного кордону, виділяють: високу постійну готовність системи управління, оперативність, високу якість, стійкість і прихованість. До системи зв'язку як до складової системи управління, ставлять такі вимоги, як підвищена готовність відносно інших сил і засобів, стійкість, мобільність, необхідна пропускна здатність та безпека.

Фактор часу у сучасних умовах охорони державного кордону, ведення бою набув рішучого значення. З одного боку, обставини змінюються настільки швидко, що дані, одержані кілька годин, а інколи і кілька десятків хвилин назад, можуть стати застарілими та такими, що не відповідають обставинам, які реально склалися на момент прийняття рішення [3]. З іншого боку, прийняте обґрунтоване рішення, виходячи з обставин, яке своєчасно не доведено до підлеглих, призводить до того, що задачі, які стоять перед підрозділами, не будуть виконані. Отже, зв'язок повинен забезпечувати передачу та прийом інформації у терміни, відповідно до обставин, що склалися.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано вирішення даної проблеми та на які опираються автори. Згідно з методологією дослідження системи управління Державної прикордонної служби України, оцінку її ефективності за всіма показниками провести у цілому не зовсім можливо. Тому виникає необхідність використання таких оціночних показників, які з достатнім ступенем точності дозволили б охарактеризувати всі її складові, що розгляда-

ються, зокрема оцінки стійкості управління на основі показників надійності системи зв'язку.

Мета статті. Для підвищення ефективності управління в різних умовах обстановки на державному кордоні виникла необхідність вирішення важливого для забезпечення ефективного функціонування системи управління наукового завдання – оцінки її ефективності шляхом розрахунку показника критерію стійкості управління на основі показників надійності системи зв'язку. Порядок такої оцінки і викладено у даній статті.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розв'язання питань підвищення та підтримки ефективності управління неможливо без комплексного оцінювання її рівня.

Оцінити рівень системи управління в різних умовах обстановки під час оперативно-службової діяльності можна за формулою:

$$P_v = P_{oper} \cdot P_{qv} \cdot P_{nf} \cdot K_{secr}, \quad (1)$$

що є імовірністю відповідності системи управління, поставленим до неї вимогам,

де P_{oper} – критерій оперативності управління; P_{qv} – критерій показників якостей управління; P_{nf} – критерій стійкості управління; K_{secr} – показник прихованості управління [1].

Відповідно до поставленої мети розглянемо критерій стійкості управління. Досліджуючи ефективність управління, можна побачити, що на стійкість управління, яка виражається через імовірність її нормального функціонування в будь-який довільно вибраний момент часу, впливає саме фактор часу, тобто:

$$P_{nf} = 1 - e^{-\frac{T_{ob}}{T_{pr}}}, \quad (2)$$

де T_{ob} – загальний час періоду, що оцінюється, $T_{ob} = T_g + T_u$; T_{pr} – сумарний час відсутності управління за той самий період, що оцінюється [2].

Ураховуючи безпосередній вплив системи зв'язку, її часових показників на функціонування системи управління, сумарний час від-

сутності управління за період виконання завдання можна виразити сумарним часом, який витрачається на розгортання елементів системи зв'язку, сумарний час відсутності зв'язку, тобто [2]:

$$T_{pr} = T_g + T_u^1 - T_{ia} - T_{cc}, \quad (3)$$

де T_g – час, який необхідний підрозділам на виконання завдання; T_u^1 – фактичний час, який витрачається на збір, обробку і оцінку даних обстановки, прийняття рішення і постановку задач підрозділам, який виражається через $T_u^1 = \frac{T_u}{K_{ia}}$, де T_u – сума часу, який витрачається на збір, обробку і оцінку даних обстановки, прийняття рішення і постановку задач підрозділам, а $K_{ia} = \frac{T_{ia}}{T_g + T_u}$ (коефіцієнт справної дії системи зв'язку); T_{ia} – сумарний час справної дії системи зв'язку; T_{cc} – час розгортання елементів системи зв'язку.

Але не всі показники часу можуть достатньою мірою вплинути на оцінку показників стійкості управління. У даному випадку хотілось би більш детально розглянути такий цікавий показник часу, як сумарний час справної дії всіх каналів зв'язку, що організовані при розгортанні елементів системи зв'язку.

Апаратура зв'язку належить до складних систем, розрахованих на відносно довгий період експлуатації. Одним із вагомих показників функціонування системи зв'язку та її апаратури, зокрема, є показники надійності, які залежать від процесу відновлення в разі відмов при їх функціонуванні. При плануванні застосування системи зв'язку, особливо в умовах змін розвитку обстановки (польові умови функціонування, забезпечення функціонування передових чи запасних пунктів управління), необхідно знати, яку кількість відмов можливо очікувати протягом заданого часу T_g і як розрахувати ці відмови по часу. Тому для оцінки надійності системи зв'язку найбільш часто використовують параметр потоку відмов (4), напрацювання на відмову (5), середній час відновлення (6) та коефіцієнт готовності системи зв'язку (7) [3].

Параметр потоку відмов Λ являє собою функцію часу, яка визначає суму добутоків відмов кількості відмов у групі елементів на інтенсивність відмов груп елементів системи зв'язку.

$$\Lambda = \sum_{k=1}^r N_k \lambda_k, \quad (4)$$

де r – кількість груп елементів системи зв'язку, які включають в себе певну кількість апаратури; N_k – число відмов елементів системи зв'язку k -ої групи; λ_k – інтенсивність відмов елементів системи зв'язку k -ої групи.

Напрацювання на відмову \overline{T}_n^* являє собою середнє арифметичне всіх інтервалів часу нормальної роботи системи зв'язку протягом T_g [3]:

$$\overline{T}_n^* = \frac{1}{\Lambda} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N}, \quad (5)$$

де t_i – інтервал роботи між відмовами; N – число відмов, яке являє собою

$$N = \sum_{k=1}^r N_k.$$

Середній час відновлення зв'язку або показник відновлення \overline{T}_r^* , можна вважати середнім арифметичним суми проміжків часу відновлення елементів системи зв'язку (інтенсивності відновлення τ_j) в M випадках відновлення [3]:

$$\overline{T}_r^* = \frac{\sum_{j=1}^M \tau_j}{M}, \quad (6)$$

При цьому для j -го випадку час відновлення $\tau_j = T_j^{ni} + T_j^{ed}$, де T_j^{ni} – час, витрачений на виявлення пошкодження, а T_j^{ed} – час усунення пошкодження.

При застосуванні елементів системи зв'язку за призначенням, особливо в умовах змін розвитку обстановки, у польових умовах, їх нор-

мальне функціонування час від часу буде перериватись через відмови. Імовірність знаходження елементів системи зв'язку в працездатному стані, а відповідно, і їх готовність забезпечувати обмін інформацією в будь-який момент часу залежить від співвідношення тривалості періодів нормальної роботи та відновлення. Наближене значення цієї імовірності має назву коефіцієнта готовності системи зв'язку і використовується як показник надійності. Провівши ряд математичних перетворень, отримаємо такий вигляд показника надійності [3]:

$$\overline{K}_r^* = \frac{M \sum_{i=1}^N t_i}{M \sum_{i=1}^N t_i + N \sum_{j=1}^M \tau_j}, \quad (7)$$

Далі приведемо середній час справної дії системи зв'язку у відповідність до показників надійності відновлювальних систем, звідси отримаємо

$$T_{ia} = \overline{T}_n^* = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{\sum_{k=1}^r N_k}. \quad (8)$$

Якщо припустити, що $K_{ia} = \overline{K}_r^*$, тоді загальний фактичний час, який витрачається на збір, обробку і оцінку даних обстановки, прийняття рішення і постановку задач підрозділам, який виражається через T_u^1 , набуде вигляду

$$T_u^1 = \frac{T_u}{K_r^*}.$$

При приведенні показника стійкості управління до розширеного вигляду та провівши ряд математичних перетворень, отримаємо такий розрахунок стійкості на основі показника надійності системи зв'язку:

$$P_{nf} = 1 - e^{-\left(\frac{T_g + T_u}{M \sum_{i=1}^N t_i - N \sum_{j=1}^M (T_j^d + T_j^{ed})} \right)} \quad (9)$$

$$T_g + T_u - T_{cc} - \frac{M \sum_{k=1}^M N_k}{M \sum_{k=1}^M N_k}$$

Висновки. Із проведеного дослідження випливає, що показник стійкості системи управління, який у принципі залежить від факторів часу періоду оцінювання та сумарного часу відсутності управління за той самий період, у більшості своїй має велику залежність від напруження на відмову сукупності елементів системи зв'язку, показника відновлення елементів системи зв'язку, числа відмов та числа відновлень елементів системи зв'язку.

Список використаної літератури

1. Ставицький О. М. Оцінка ефективності системи управління органу охорони державного кордону за рівнем бойової готовності / О. М. Ставицький // Збірник наукових праць. – Хмельницький : Вид-во НАДПСУ, 2011. – Вип. 55. – С. 61–63.
2. Іванов А. В. Оцінка ефективності системи управління підрозділами охорони кордону при застосуванні спеціальних комплексних інформаційно-телекомунікаційних апаратних / А. В. Іванов, Є. В. Прокопенко, С. М. Зьолко // Збірник наукових праць. – Хмельницький : Вид-во НАДПСУ, 2016. – Вип. 69. – С. 281–289.
3. ДСТУ 3004-95 Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними.

Рецензент – кандидат технічних наук, доцент Чесановський І. І.

Іванов А., Мукомел Д. Оценка устойчивости управления подразделениями охраны границы на основе показателей надежности системы связи

В статье исследуются вопросы решения важной научной задачи обеспечения эффективного функционирования системы управления, а именно оценки ее эффективности путем расчета показателя критерия устойчивости управления на основе показателей надежности си-

стемы связи. Из проведенного исследования вытекает, что показатель устойчивости системы управления, который в принципе зависит от факторов времени периода оценивания та суммарного времени отсутствия управления за этот же период, в большинстве своем имеет большую зависимость от наработки на отказ совокупности элементов системы связи, показателя восстановления элементов системы связи, числа отказов и числа восстановлений элементов системы связи.

Ключевые слова: *система управления, эффективность, устойчивость, система связи, оперативно-служебная деятельность, охрана границы.*

Ivanov A., Mukomel D. Evaluation of sustainability management border units on the basis of indicators of reliability of the communication system

The article questions the solution of important scientific task of ensuring the effective functioning of the control system, namely the evaluation of its effectiveness by calculating the index of control sustainability criterion based on indicators of reliability communication system.

Company management bodies of border (units) is to create a management system, maintaining it in proper readiness and capacity of its environment in case of complications, as well as the preparation and implementation of measures to ensure its smooth operation. Efficiency is one of the main characteristics of the effectiveness of the management of the activities of the bodies (units) of the border guard, which necessitates its detailed study. Ensuring efficiency is directly related to its evaluation. Among the requirements, relating to the management of State Border distinguished high constant readiness management, promptness, quality, sustainability control and secrecy. In addition to the communication system as a component of management entails the following requirements, as increased preparedness against other capabilities, sustainability, mobility, necessary bandwidth and security.

Therefore, it is necessary to use such valuation indicators, which, with a sufficient degree of accuracy, would allow characterizing all its constituents considered, in particular assessment of the sustainability of management based on the reliability indicators of the communication system.

The solution for improving and maintaining effective management is impossible without a comprehensive assessment of its level. To evaluate the level of management system in different conditions of the situation, during operational-service activities through the likelihood of compliance with the management system, the requirements imposed on it. By studying the efficiency of management, one can see that the sustainability of control, which is expressed through the probability of its normal functioning at any arbitrarily chosen time point, is influenced by the time factor itself.

Taking into account the direct influence of the communication system, its temporal indicators on the operation of the control system, the total time of absence of control over the period of the task execution can be expressed as the total time spent on the elements deployment of communications system, the total time of absence of communication. Communications equipment refers to complex systems designed for a relatively long period of operation. One of the important indicators of the functioning of the communication system and its equipment, in particular, are reliability indicators, which depend on the process of recovery in the event of failure in their operation.

The probability of finding the elements of the communication system in an operational state, and, accordingly, their readiness to provide the exchange of information at any time depends on the ratio of the duration of periods of normal operation and recovery. The approximate value of this probability is called the readiness coefficient of the communication system and is used as a reliability indicator. It follows from the study that the indicator of the sustainability of the control system, which in principle depends on the factors of the time of the evaluation period and the total time of absence of control over the same period, for the most part has a greater dependence on the operating time for failure of the set of elements of the communication system, the number of failures and the number of recovery elements of the communication system.

Keywords: *control system, effectiveness, sustainability, communication system, operational and service activity, border security.*