

УДК 621.39

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО ЙМОВІРНІСНОГО ПОКАЗНИКА ЕФЕКТИВНОСТІ ОПЕРАТИВНО-СЛУЖБОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ДЕРЖАВНОЇ ПРИКОРДОННОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ

О. К. Басараб

Національна академія Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького

a_basarab@ukr.net

У статті розроблено метод визначення комплексного ймовірного показника ефективності оперативно-службової діяльності Державної прикордонної служби України на основі моделювання телекомунікаційної мережі та використання математичного апарату нечітких чисел.

Ключові слова: ефективність, інформаційно-телекомунікаційна система, комплексний показник ефективності, оперативно-службова діяльність, топологія, модель телекомунікаційної мережі, математичний апарат нечітких чисел.

In this article the method for determining the complex probabilistic effectiveness index of the State Border Guard Service of Ukraine operational activity was formed on the basis of simulation of telecommunication networks, using mathematical apparatus of fuzzy numbers

Keywords: Efficiency, information and telecommunication system, a complex index of efficiency, operational activity, topology, telecommunication network model, the mathematical apparatus of fuzzy numbers.

Вступ

Сучасна охорона державного кордону неможлива без застосування інформаційних технологій. Відповідно, ефективність оперативно-службової діяльності (ОСД) Державної прикордонної служби України (ДПСУ) безпосередньо залежить від ефективності функціонування інформаційно-телекомунікаційних систем (ІТС), які забезпечують автоматизацію зазначеної діяльності.

Існуючі підходи до оцінювання ефективності функціонування телекомунікаційних систем спеціального призначення [1] не враховують особливості, зумовлені використанням ТКС у складі ІТС ДПСУ. Так, система показників, яка запропонована в [2], не містить показника ефективності ОСД ДПСУ.

У роботах [3–4] було сформовано вираз для обчислення комплексного ймовірного показника ефективності оперативно-службової діяльності ДПСУ залежно від стану ТКС. Але залишається актуальним питання розробки аналітичного апарата для його визначення, враховуючи його нечіткість.

Мета статті — розроблення методу визначення нечіткого комплексного ймовірного показника ефективності ОСД залежно від вибору топології мережевої складової ІТС та протоколу маршрутизації.

Результати дослідження

У праці [4] було визначено аналітичний вираз для обчислення комплексного ймовірного показника ефективності ОСД, який враховує обидві складові оперативно-службової діяльності — прикордонний контроль та прикордонну службу:

$$P_{\text{о.с.д}} = \frac{1}{(n_1 + n_2)T_p} \left[\frac{n_1 v_0 l_k T_k^2}{2M} + n_2 l_{\text{п.с}} T_{\text{п.с}} \right], \quad (1)$$

де n_1 — статистичні дані про порушення кордону в пунктах пропуску; n_2 — статистичні дані про порушення кордону за межами пунктів пропуску; T_p — часова протяжність року; v_0 — середня швидкість надходження записів з дорученнями до БД (кількість записів в одиницю часу); l_k — кількість виходів з ладу мережевої складової ІТС прикордонного контролю протягом року; M — загальна кількість записів у БД пункту пропуску; T_k — тривалість непрацездатності мережевої складової ІТС прикордонного контролю; $l_{\text{п.с}}$ — кількість виходів з ладу мережевої складової ІТС прикордонної служби протягом року; $T_{\text{п.с}}$ — тривалість непрацездатності мережевої складової ІТС прикордонної служби.

У випадку, якщо в складі всіх ІТС буде використовуватись однаковий варіант побудови мережі з резервуванням каналів, тоді $T_k = T_{\text{п.с}}$ і (1) можна спростити:

$$P_{\text{о.с.д}} = \frac{T_k}{(n_1 + n_2)T_p} \left[\frac{n_1 v_0 I_k T_k}{2M} + n_2 I_{\text{п.с}} \right], \quad (2)$$

Для проведення експертизи мережі з метою вибору її раціональної будови необхідно отримати числові значення (в тому числі нечіткі) окремих показників, які її характеризують. У тому випадку, якщо мережа ще не існує, для отримання окремих показників можливо провести розрахунки відповідно до тієї архітектури, яка аналізується.

Однак для деяких з них отримати аналітичні вирази, які дозволяють точно їх визначити, не є можливим.

Інший підхід, який можна використати для визначення показників — експериментальний. У цьому випадку потрібно для кожного варіанта

побудови мережі провести експериментальне визначення відповідних показників.

Однак, оскільки в методиці пошуку раціональної будови мережі спеціального призначення планується аналіз різноманітних варіацій у її архітектурі, даний підхід є достатньо складним.

Звичайно, в тих випадках, коли безпосереднє дослідження об'єкта не раціональне, використовується моделювання. Тому для визначення значень основних показників, які використовуються при експертизі телекомунікаційної мережі, можна використати моделювання. Оскільки в мережі ДПСУ використовується обладнання, моделі якого доступні у CISCO Packet Tracer, дане програмне забезпечення можна застосувати для моделювання елементів цієї мережі (рис. 1).

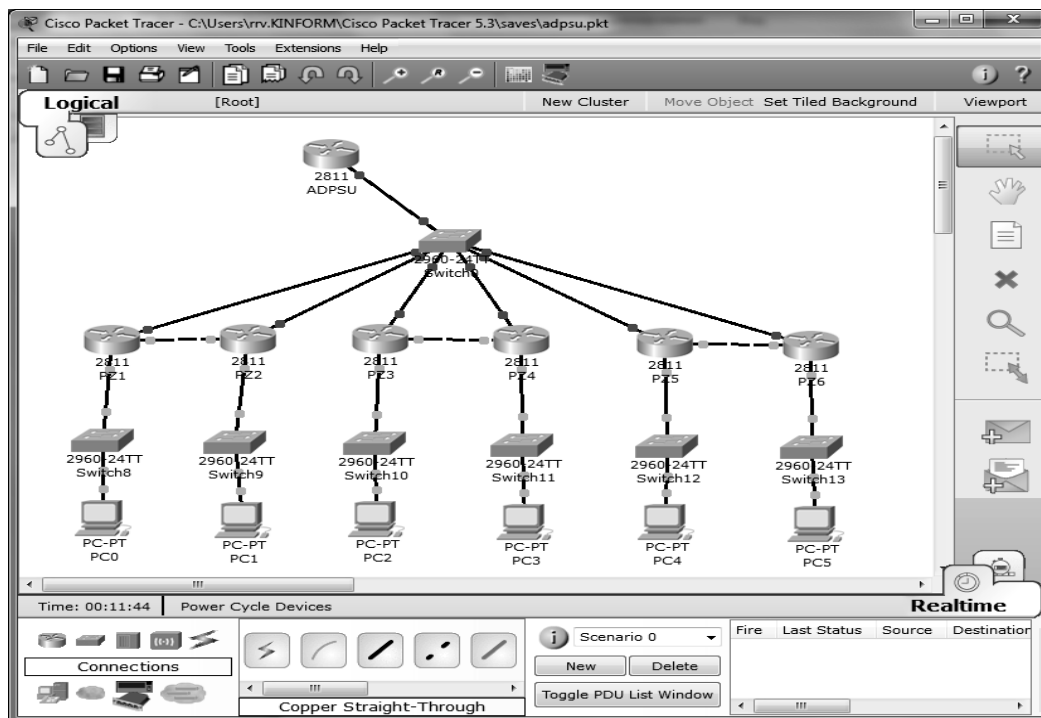


Рис. 1. Модель існуючого елемента мережі ДПСУ у CISCO Packet Tracer

За допомогою Packet Tracer можна створювати також моделі складних мереж, перевіряти на працездатність їх топології. Для роботи із програмним забезпеченням Packet Tracer було створено опис фрагменту мережі ДПСУ в ланці: впс — впс, впс — прикз, впс — АДПСУ.

Запропонована модель дає змогу: провести моделювання мережі із додатковим резервуванням каналів передачі даних та організацією динамічної маршрутизації; перевірити працездатність, підвищення якості функціонування мережі, та, за необхідності, для покращення часових показників проходження сигналів створити моделювання нової мережі із залученням додаткових резервних каналів.

За допомогою отриманих результатів здійснюється оцінювання ефективності функціонування мережі до та після модернізації та додаткового налагодження.

За результатами отриманих показників робляться висновки про стан функціонування мережі після проведених заходів з резервування каналів передачі даних та застосування методів динамічної маршрутизації.

Використання програмного забезпечення Packet Tracer дало можливість побудувати модель сегмента мережі ДПСУ та перевірити її працездатність в разі виходу з ладу основного каналу передачі даних та переходу на резервний канал передачі даних.

Для визначення доступності мережі потрібно отримати числове значення часу відновлення мережі при виходу з ладу основного каналу. Тоді на основі статистичної інформації про кількість виходів з ладу основних каналів можливо визначити доступність мережі.

З метою пошуку часу відновлення працездатності мережі пропонується використати таку методику:

- побудувати в Packet Tracer модель досліджуваної мережі;

- для перевірки працездатності змодельованої мережі з сервера пункту пропуску за допомогою команди *ping* ініціювати відправлення тестових пакетів до центрального сервера передачі даних;

- у працюючій моделі «вимкнути» основний канал зв'язку пункту пропуску з адміністрацією ДПСУ і одночасно увімкнути секундомір;

- при відновленні зв'язку через резервний канал вимкнути секундомір і зафіксувати час відновлення;

- перервати виконання команди *ping*, відновити основний канал зв'язку, «перезапустити» моделювання мережі і повторити пп. 2–4 необхідну для подальшої статистичної обробки кількість разів.

У зв'язку з особливостями роботи протоколів динамічної маршрутизації, отримуваний час відновлення суттєво залежатиме від того, в який момент часу виходитиме з ладу основний канал зв'язку. Динамічні протоколи маршрутизації забезпечують періодичне відправлення службової інформації, якою обмінюються маршрутизатори. Отже, час відновлення суттєво впливатиме, в який момент відносно розсилання службової інформації виходитиме з ладу основний канал.

Причому дисперсія отримуваних часових величин є настільки великою, що використання для подальшої обробки традиційних статистичних методів є мало ефективним. У зв'язку з цим пропонується застосувати математичний апарат нечітких чисел [5].

З урахуванням нечіткості T_k вираз (2) набуде такого вигляду:

$$\mu(P_{\text{о.с.д}}) = \frac{\mu(T_k)}{(n_1 + n_2)_p} \left[\frac{n_1 v_0 l_k \mu(T_k)}{2M} + n_2 l_{\text{п.с}} \right]. \quad (3)$$

Одним з найбільш поширених підходів, які використовуються для визначення функції належності для нечітких величин є функції трикутної та трапецієподібної форми.

Для їх визначення пропонується використати таку методику:

- з усіх отриманих значень часу відновлення працездатності мережі визначається мінімальне та максимальне значення — g_{\min} , g_{\max} ;

- для визначення вершини трикутника обчислюється математичне сподівання значень часу відновлення — st . Для визначення верхньої основи трапеції використовується α -рівневий принцип, обчислюються — l_{\min} та l_{\max} .

Функція належності трикутної і трапецієподібної форми у графічному вигляді показана на рис. 2.

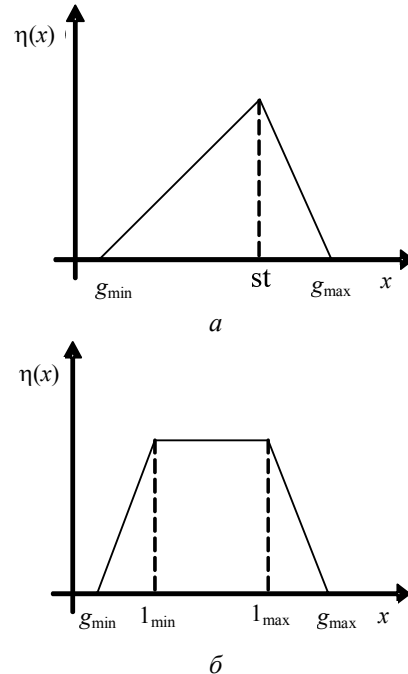


Рис. 2. Функції належності трикутної (а) та трапецієподібної (б) форми

Слід зауважити, що більшість авторів з метою точнішого врахування нечіткості величини використовують трапецієподібну функцію належності.

Оскільки показник ефективності, за яким буде обиратись раціональна будова мережі, безпосередньо залежить від доступності, яка визначатиметься на основі нечіткого часу відновлення мережі, описана вище методика є важливим елементом під час вибору раціональної будови мережі.

Таким чином, методика визначення комплексного ймовірнісного показника ефективності ОСД на основі моделювання функціонування мережі передбачає:

- 1) моделювання мережі з використанням програмного забезпечення Cisco PacketTracer, вимірювання часу відновлення працездатності мережі за рахунок роботи відповідного протоколу динамічної маршрутизації;

- 2) повторення п. 1 необхідну кількість разів для отримання достатньої кількості даних щодо подальшої обробки;

- 3) використання математичного апарату теорії нечітких множин для визначення функцій належності для часу відновлення мережі та комплексного ймовірнісного показника ефективності ОСД. Структурно-аналітична схема реалізації методу показана на рис. 3.

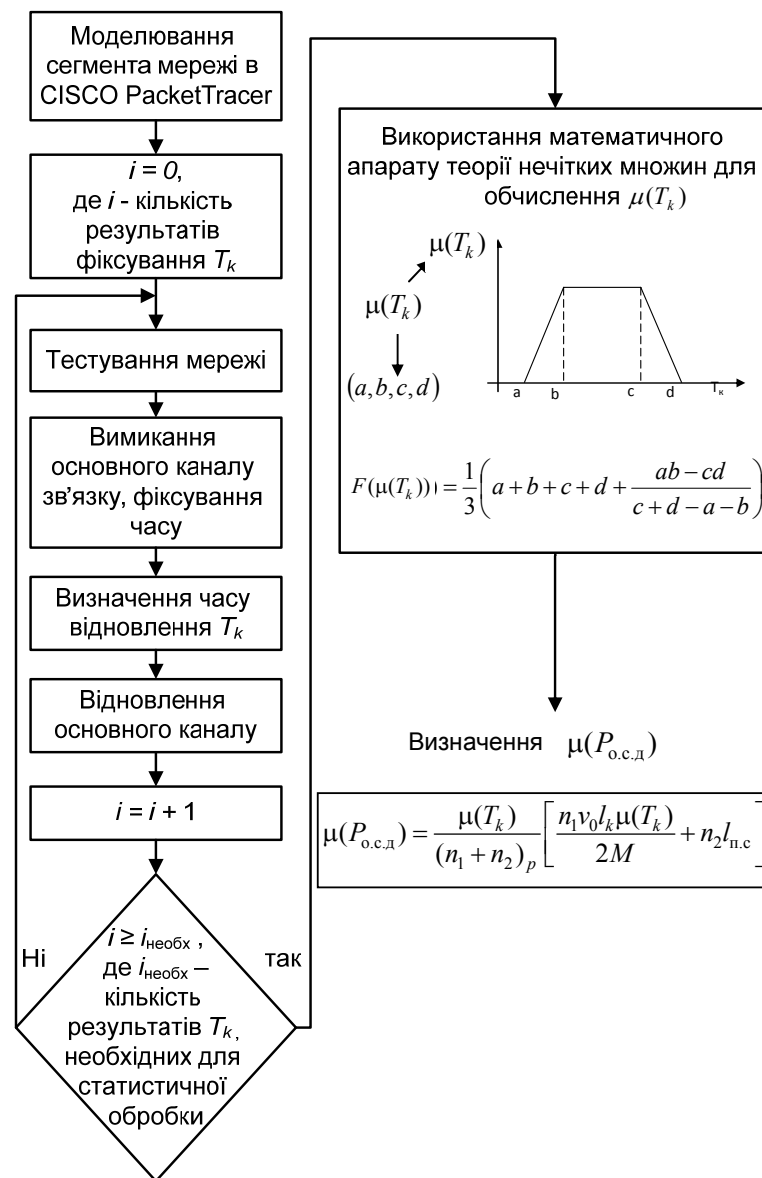


Рис. 3. Структурно-аналітична схема реалізації методу визначення нечіткого комплексного ймовірнісного показника ефективності ОСД

За допомогою даного методу можна визначити функції належності для нечіткого комплексного ймовірнісного показника ефективності ОСД відповідно до архітектури, зокрема, протоколу динамічної маршрутизації мережі.

Разом з тим для проведення раціонального вибору протоколу динамічної маршрутизації необхідно визначити математичний апарат порівняння нечітких значень показника за функціями належності

Висновок

У результаті проведених досліджень сформовано метод визначення нечіткого комплексного ймовірнісного показника ефективності ОСД залежно від вибору топології мережевої складової ІТС та протоколу динамічної маршрутизації. Цей метод можна використовувати в технології

вибору раціональної структури інформаційно-телекомунікаційної системи ДПСУ.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Методика експертизи телекомунікаційних систем в умовах невизначеності. Звіт про НДР / НАДПСУ. Шифр 210-0018 А.* — Хмельницький, 2010. — 74 с.
2. *Періг В. М.* Науково-методичне забезпечення експертизи телекомунікаційних систем спеціального призначення в умовах невизначеності: дис. канд. техн. наук 05.13.12 / В. М. Періг. — Т., 2011. — 161 с.
3. *Басараб О. К.* Визначення залежності окремих показників ефективності прикордонного контролю від функціонування телекомунікаційної мережі / О. К. Басараб // Зб. наук. пр. № 58. Серія: військові та технічні науки / голов. ред. Б. М. Олексієнко — Хмельницький: Вид-во НАДПСУ, 2012. — С. 83–85.

4. *Басараб О. К.* Імовірнісний підхід до визначення показників ефективності прикордонного контролю / О. К. Басараб // Зб. наук. пр. № 59. Серія: військові та технічні науки / голов. ред. Б. М. Олексієнко. — Хмельницький : Вид-во НАДПСУ, 2013. — С. 69–71.

5. *Штовба С. Д.* Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику. — Винница: Континент-Прим. — 2003. — 198 с.

REFERENCES

1. *Methods* of examination telecommunication systems under uncertainty. Report on research / NADPSU. Call 210-0018 A — Kholmynsky, 2010. — 74 p.

2. *Perigot V. M.* Scientific and methodological expertise of ensuring telecommunication systems are

special purpose under uncertainty: dis. candidate. Sc. 05.13.12 Science / V. M. Perigot. — Т., 2011. — 161 p.

3. *Basarab A. K.* Determination of dependence of individual performance of border control operation of telecommunications networks / A. K. Basarab // Proceedings of the number 58. Series: military and engineering / chapters. eds. B. M. Oleksienko. — Kholmynsky : Type of NADPSU, 2012. — P. 83–85.

4. *Basarab A. K.* Probabilistic approach to determining the performance of border control / A. K. Basarab // Proceedings of the number 59. Series: military and engineering / chapters. eds. B. M. Oleksienko. — Kholmynsky : Type of NADPSU, 2013. — P. 69–71.

5. *Shtovba D.* Introduction to Theory and nechetkyh multitude nechetkuyu logic. Vinnitsa: Continent-Comm. — 2003. — 198 p.

Стаття надійшла до редакції 16.09.2013