

УДК 621.39

Басараб О.К.

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

Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

Розроблено метод визначення комплексного імовірнісного показника ефективності оперативно-службової діяльності Державної прикордонної служби України на основі моделювання телекомунікаційної мережі та використання математичного апарату нечітких чисел

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

В роботах [3-4] сформовано вираз для обчислення комплексного імовірніс-

$$P_{\text{ітд}} = \frac{1}{(n_1 + n_2) \cdot T_{\text{д}}} \left[\frac{n_1 \cdot v_0 \cdot l_k \cdot T_k^2}{2 \cdot M} + n_2 \cdot l_{\text{іт}} \cdot T_{\text{іт}} \right], \quad (1)$$

де n_1 – статистичні дані про порушення кордону у 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;

ного показника ефективності оперативно-службової діяльності ДПСУ в залежності від стану ТКС. Але залишається актуальним питання розробки аналітичного апарату для його визначення, враховуючи його нечіткість.

Метою статті є розробка методу визначення нечіткого комплексного імовірнісного показника ефективності ОСД в залежності від вибору топології мережевої складової ІТС та протоколу маршрутизації.

Результати дослідження

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

M – загальна кількість записів у БД пункту пропуску;

T_k – тривалість непрацездатності мережевої складової ІТС прикордонного контролю;

$l_{\text{ітс}}$ – кількість виходів з ладу мережевої складової ІТС прикордонної служби протягом року;

$T_{\text{ітс}}$ – тривалість непрацездатності мережевої складової ІТС прикордонної служби.

У випадку, якщо в складі всіх ІТС буде використовуватись однаковий варіант побудови мережі з резервуванням ка-

$$P_{інд} = \frac{T_k}{(n_1 + n_2) \cdot T_0} \left[\frac{n_1 \cdot v_0 \cdot l_k \cdot T_k}{2 \cdot M} + n_2 \cdot l_{ін} \right], \quad (2)$$

Для проведення експертизи мережі з метою вибору її раціональної будови необхідно отримати числові значення (в тому числі і 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. В цьому випадку потрібно для кожного варіанту побудови мережі провести експериментальне визначення відповідних показників. Однак,

тоді $T_k = T_{нс}$ і (1) можливо спростити:

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'єкту не є раціональним, використовується моделювання. Тому для визначення значень основних показників, які використовуються при експертизі телекомунікаційної мережі, можливо використати моделювання.

Оскільки в мережі ДПСУ використовується обладнання, моделі якого доступні у *CISCO Packet Tracer*, дане програмне забезпечення можливо використати для моделювання елементів цієї мережі (рисунк

1.)

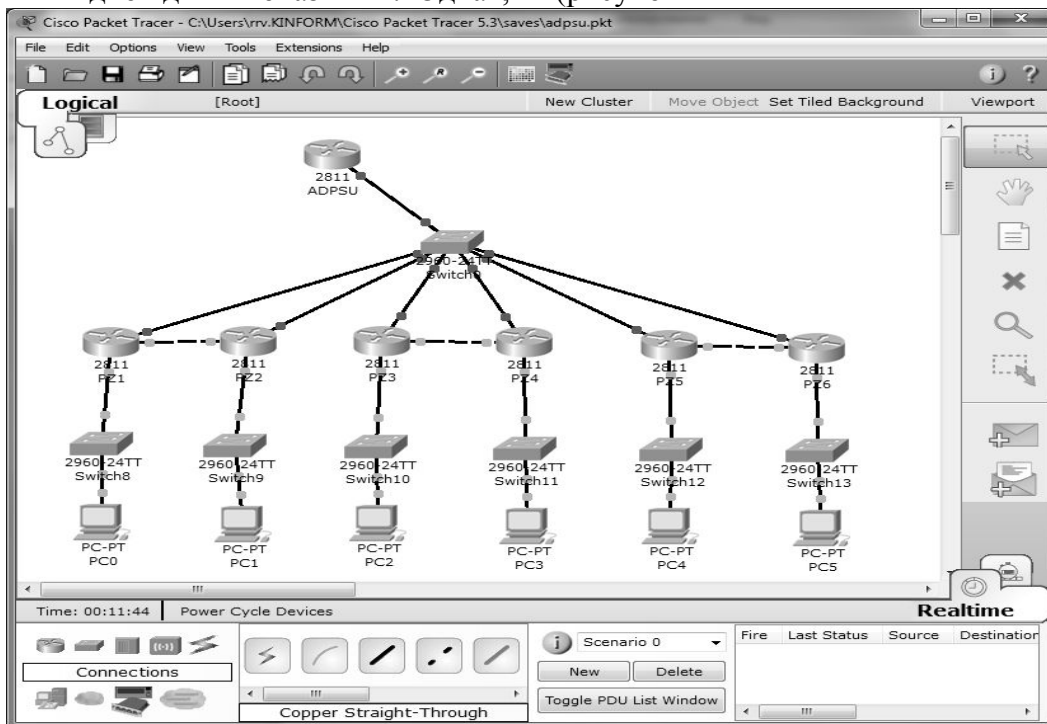


Рис. 1. Модель існуючого елементу мережі ДПСУ у *CISCO Packet Tracer*

З допомогою Packet Tracer можливо 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 дозволяє: провести моде-

лювання 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 оцінка 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* дозволило побудувати модель сегменту мережі ДПСУ та перевірити її працездатність під час 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 наступну методику:

а) побудувати в *Packet Tracer* модель досліджуваної мережі;

б) для перевірки працездатності змодельованої мережі з сервера пункту

$$\mu(P_{\text{ін}}) = \frac{\mu(T_k)}{(n_1 + n_2) \cdot T_\delta} \left[\frac{n_1 \cdot v_0 \cdot l_k \cdot \mu(T_k)}{2 \cdot M} + n_2 \cdot l_{\text{ін}} \right] \quad (3)$$

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

Для їх визначення пропонується використати наступну методику:

пропуску з допомогою команди *ping* ініціювати відправлення тестових пакетів до центрального сервера передачі даних;

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

г) при відновленні зв'язку через резервний канал вимкнути секундомір і зафіксувати час відновлення.

д) перервати виконання команди *ping*, відновити основний канал зв'язку, «перезапустити» моделювання мережі і повторити пункти 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. І тому на час відновлення суттєво впливатиме в який момент відносно розсилки 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 ефективною. У зв'язку з цим пропонується використати математичний апарат нечітких чисел [5].

З урахуванням нечіткості T_k (2) прийме наступний вигляд:

з усіх отриманих значень часу відновлення працездатності мережі визначається мінімальне та максимальне значення – $gmin, gmax$;

для визначення вершини трикутника обчислюється математичне очікування значень часу відновлення – st . Для визначення верхньої основи трапеції викорис-

товується α -рівневий принцип, обчислюються – l_{min} та l_{max} .

У графічному вигляді представлена на рисунку

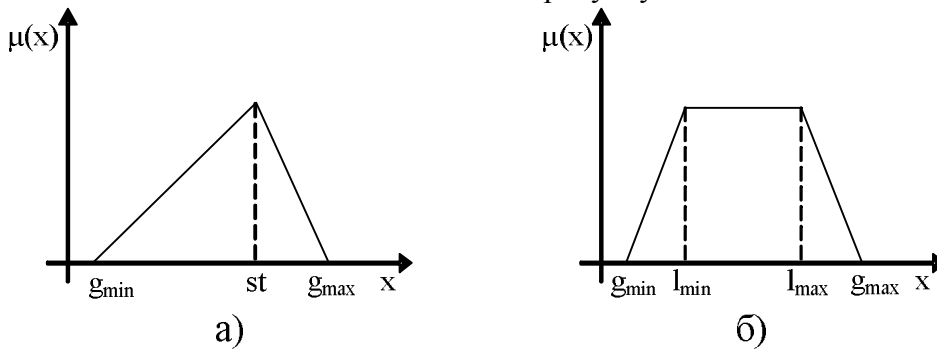


Рис. 2. Функції належності трикутної (а) та трапецієвидної (б) форми.

Слід відмітити, що більшість авторів з метою більш точного врахування нечіт-

кості величини використовує трапецієвидну функцію належності.

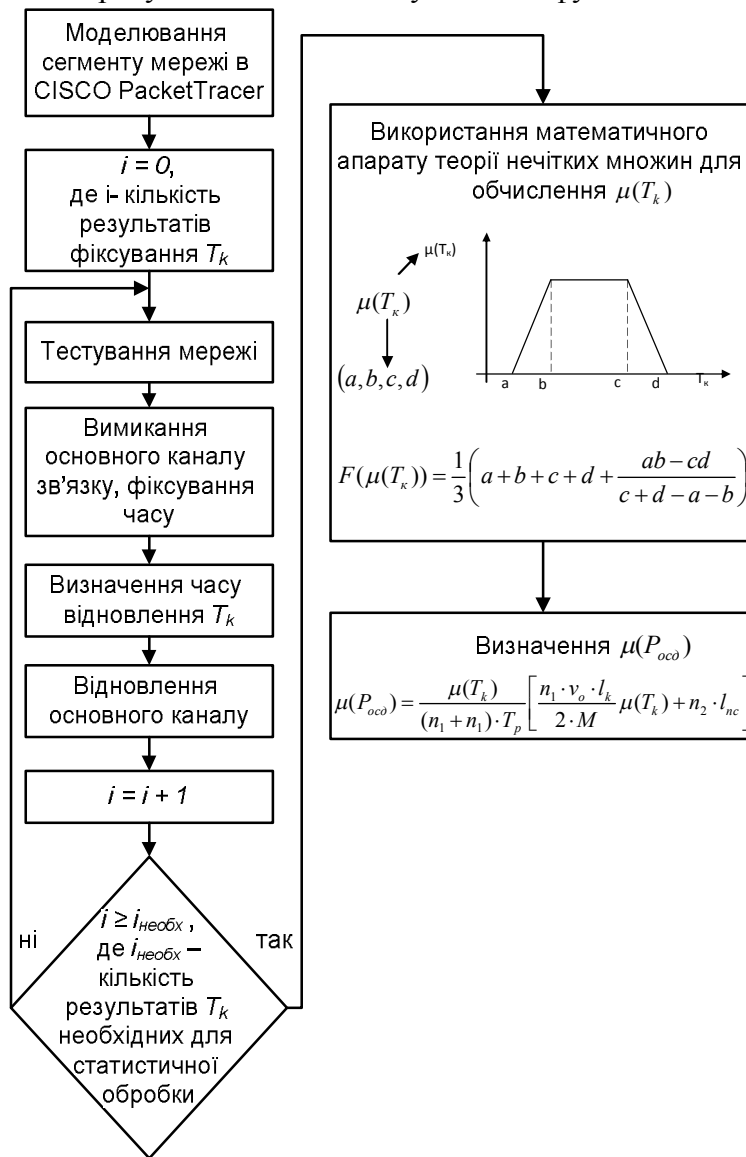


Рис. 3. Структурно-аналітична схема реалізації методу визначення нечіткого комплексного імовірного показника ефективності ОСД

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 при виборі раціональної будови мережі.

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

Моделювання мережі з використанням програмного забезпечення *Cisco PacketTracer*, вимірювання часу відновлення працездатності мережі за рахунок роботи відповідного протоколу динамічної маршрутизації;

Повтор пункту 1 необхідну кількість раз для отримання достатньої кількості даних для подальшої обробки;

Використання математичного апарату теорії нечітких множин для визначення функцій належності для часу відновлення мережі та комплексного імовірнісного показника ефективності ОСД.

Структурно-аналітична схема реалізації методу представлена на рисунку 3.

З допомогою даного методу можливо визначити функції належності для нечіткого комплексного імовірнісного 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

В результаті проведених досліджень сформовано метод визначення нечіткого комплексного імовірнісного показника ефективності ОСД в залежності від вибо-

ру топології мережевої складової ІТС та протоколу динамічної маршрутизації. Цей метод можливо використовувати в технології вибору раціональної структури інформаційно-телекомунікаційної системи ДПСУ.

Список літератури

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 // Збірник наукових праць № 58. Серія: військові та технічні науки / голов. ред. Олексієнко Б. М. – Хмельницький : Вид-во НАДПСУ, 2012. – С. 83–85.

4. Басараб О. К. Імовірнісний підхід до визначення показників ефективності прикордонного контролю / О. К. Басараб // Збірник наукових праць № 59. Серія: військові та технічні науки / голов. ред. Олексієнко Б. М. – 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.

Статтю подано до редакції 17.09.2013