

інфікування. Враховуючи все вище сказане можна сказати, що використання штучних нейромережних імунних детекторів призводить до вироблення системою власного імунітету, це щось на кшталт поведінки лейкоцита у живому організмі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Галушкін А.І. Нейронні мережі. Основи теорії. М.: Телеком, 2010. – 496 с.
2. За матеріалами сайту: <http://inf-bez.ru>.
3. Головка В.А. Нейронні мережі: навчання, організація, застосування //Нейрокомп'ютери та їх застосування: навч. посібник. М., 2001. - 256 с.
4. Хайкін С. Нейронні мережі: повний курс. М.: Вільямс, 2006. - 1104с.
5. Безобразов С.В., Головка В.А. Штучні імунні системи для захисту інформації: виявлення і класифікація комп'ютерних вірусів //Нейроінформатика - 2008: матеріали ІХ всерос. наук.-техн. конф., М., МІФІ, 2008. - С. 23-27.
6. За матеріалами сайту: <http://bstu.by>.

Надійшла: 18.07.2012 р.

Рецензент: д.т.н., професор Юдін О.К.

УДК 621.395

Толюпа С.В.

МЕТОД БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

У даній статті запропонований імовірнісний метод багатокритеріального аналізу ефективності функціонування та забезпечення інформаційної безпеки інфокомунікаційних систем, який дозволяє на основі результатів аналізу проводити оптимізацію рішень на етапах планування й оперативного управління зв'язком у системі із урахуванням всіх видів випадкових впливів на неї.

Ключові слова: мережа, ефективність, безпека, показник якості, захист інформації.

Проблема багатьох інфокомунікаційних систем (ІКС) зв'язку зводиться до того, що кількість параметрів, необхідних для опису поведінки системи (розмірність системи), виявляється дуже великою і прийняти правильне рішення в таких мережах досить складно, враховуючи, що інформація про стан мережі може бути досить суперечливою. Збільшення розмірності сучасної технології представляється об'єктивною тенденцією, яку можна спостерігати в історичному зрізі протягом усього розвитку цифрових ІКС.

Поява концепції інфокомунікаційних мереж нового покоління (*NGN* та *FN* – мереж майбутнього) дозволить операторам значно розширити горизонти своєї діяльності, спектр послуг. Проте шлях переходу до мереж, на базі яких можливе надання мультисервісних послуг, складний і тернистий. Тому ставиться питання, чи не простіше продовжувати експлуатувати існуючі мережі, поки є попит на перелік послуг, що вже склався і піклуватися про їх якість.

Безумовно в стрімкому розвитку мереж нового покоління можна назвати і “болючі точки” експлуатації інфокомунікаційних мереж нового покоління з погляду оператора. Ключові моменти в експлуатації мережі – її надійність і досконалість системи управління. До “болючих точок” експлуатації мереж нового покоління можна віднести не стільки проблеми з технологіями, які застосовуються, скільки завдання забезпечення стійкої роботи мережевого устаткування, стиківка протоколів, інтерфейсів різних постачальників та забезпечення інформаційної безпеки.

Гарантування безпеки інформації в мережах нового покоління взагалі та їх системах управління є складним комплексним завданням. У міжнародних стандартах проблеми захисту інформації вирішуються одночасно зі стратегічними та конкретними питаннями розвитку архітектури мережі.

Такий підхід відповідає комплексному характеру забезпечення безпеки систем телекомунікацій на всіх етапах їх життєвого циклу – від концептуальних схем та проектування до технічної експлуатації та використання. Окремими заходами досягти мети, як правило, не вдається й тому в кожному випадку потрібно розглядати всю систему в комплексі, причому захищеність усієї інфокомунікаційної системи (мережі) визначається рівнем захищеності її найбільш слабкої частини [1].

Бурхливий розвиток інфокомунікаційних систем у напрямку збільшення їх розміру та ускладнення, розширення спектру послуг, які надаються абонентам, росту кількості компаній, які займаються проектуванням, експлуатацією пов'язаних між собою мереж, що належать різним власникам, необхідність підвищення надійності роботи мережі, якості обслуговування, економічної ефективності та інших вимог, провідні фірми та корпорації світу прийшли до однозначного висновку – необхідності створення гнучкої та надійної системи управління й ними, що і дасть можливість повисити якість ефективності функціонування системи в цілому [2].

Інфокомунікаційна система (ІКС) – це безліч взаємозалежних матеріальних об'єктів (засобів і комплексів зв'язку, а також персоналу, що їх обслуговують), що безпосередньо беруть участь у проведенні операції (функціонуванні системи зв'язку) і об'єднаних загальною метою (надання послуг зв'язку). Дана система відносяться до класу цілеспрямованих складних систем, у яких як взаємозалежні елементи виступають матеріальні об'єкти (технічні засоби зв'язку й управління, а також обслуговуючий їх персонал). Система є модульною та дозволяє пристосування до мереж різноманітної структури та призначення. Для того щоб оцінити ефективність функціонування такої системи і пропонується даний ймовірнісний метод багатокритеріального аналізу.

Унаслідок критичних ситуацій, які виникають в мережах, та неспроможності відвернути їх, почались пошуки нових принципів, методів та засобів управління ефективністю системи. Одним з варіантів вирішення цієї проблеми є застосування штучного інтелекту [3].

Аналіз шляхів підвищення ефективності функціонування інфокомунікаційних систем провідних фірм та корпорацій світу, шляхів створення та тенденції розвитку управління ними, дозволяє зробити висновки:

- у всіх розвинутих країнах світу розроблені, або розробляються та впроваджуються автоматизовані системи управління мережами зв'язку, які забезпечують ефективність та надійність роботи устаткування, що постійно ускладнюється;

- система управління ІКС вирішує питання збору та обробки інформації про стан мережі та обладнання, виявлення та локалізації несправності апаратури та ділянок мережі, керує навантаженням мережі, при необхідності змінює конфігурацію мережі, сприяє плануванню розвитку мережі, контролює правильність проведення розрахунків за послуги, тощо;

- у зв'язку з тенденцією інтеграції різних видів інформації та послуг зв'язку у єдину мережу і з появою цифрових мереж інтегрального обслуговування (ЦМІО), виникла необхідність у створенні єдиної системи управління. Управління такими мережами, що несуть змішану інформацію (мова, дані, зображення, інформацію для телеуправління і контролю), оснащеними різними видами апаратури систем передачі та різними терміналами, можливе тільки із застосуванням нових способів та систем управління мережами;

- розробка та створення таких систем здійснюється за стандартами та Рекомендаціями МСЕ (Міжнародна спілка електрозв'язку), які містять вимоги до надійності мереж, до реакції на відновлення, до управління структурою мережі, до тарифікації, до управління якістю обслуговування та забезпеченням безвідмовності, безпеки та захисту інформації в мережах.

Поряд із системою інформаційного обміну, що включає станції, вузли та лінії зв'язку, функціонує взаємозалежна з нею автоматизована система управління (АСУ), що включає центри та станції контролю й управління, а також канали управління між ними. АСУ створюється з метою управління елементами системи інформаційного обміну (СІО) [4].

Зміна стану складної інформаційної системи під впливом навколишнього середовища обумовлюється цілеспрямованими процесами функціонування елементів і всієї системи в цілому. По цілому ряді ознак, таких як наявність великої кількості взаємозалежних елементів, можливість розбивки на підсистеми, складність процесу функціонування, активна взаємодія із зовнішнім середовищем, наявність системи управління й т. ін., ІКС можна віднести до складних систем.

Завдання оцінки ефективності інфокомунікаційної системи можна розглядати як одне із приватних завдань сучасної теорії дослідження операцій. У загальному виді завдання оцінки ефективності такої системи можна сформулювати так: при заданих вихідних умовах необхідно визначити систему, що у порівнянні з еталонною є кращою в змісті обраного або заданого критерію [5].

Від вибору критерію й системи показників якості (СПЯ) багато в чому залежить результат оцінки і його практична цінність. Загальноприйнятим підходом до розробки системи показників якості складних систем є формулювання безлічі локальних СПЯ, що відповідає сукупності властивостей ІКС, які впливають на виконання поставлених перед нею завдань. Глобальна СПЯ, що характеризує загальну, єдину задачу, яка стоїть перед інфокомунікаційною системою, реалізується шляхом з'єднання вихідних локальних систем показників якості.

Пропонується метод формування системи показників якості, відмінний від традиційного, тобто пропонується, ґрунтуючись на математичних методах теорії декомпозиції (факторизації, функціональної й параметричної декомпозиції), замість визначення локальних СПЯ (ЛСПЯ) низького рівня ієрархії й наступного їхнього об'єднання в глобальну СПЯ (ГСПК) розглядати завдання функціонування ІКС у цілому. При такому підході до оцінки ефективності інфокомунікаційної системи зростає розмірність завдання, яке розв'язується, оскільки формулюється не одна ГСПЯ, а сукупність ієрархічно зв'язаних ЛСПЯ, але зате забезпечується конструктивність рішення завдання й ураховуються реальні поточні ймовірнісні характеристики приватних показників ефективності (ППЕ). Повнота такої СПЯ ґрунтується на тім, що вихідними даними для її формулювання є вимоги, які запропоновані користувачем до ІКС, математично коректно декомповані в інтересах їхнього подальшого використання [6].

Локальні системи показників якості більш низького рівня ієрархії деталізують внутрішні властивості системи, а глобальна СПЯ описує зовнішні властивості системи. Розмірність локальної СПЯ значно знижується за допомогою методу редукції, заснованого на оцінці ступеня лінійної незалежності показників якості їхньої чутливості до змінного стану ІКС.

Основними зовнішніми властивостями інфокомунікаційної системи є види й рівень інформаційних послуг, які надаються споживачам. Поряд із процесом інформаційного обміну в системі існує процес управління якістю обміну інформацією, структурою, алгоритмами роботи й параметрами даної мережі, що, як і процес зв'язку, характеризується набором властивостей (якостей). Елементи інфокомунікаційної системи – система інформаційного обміну (СІО) і система управління (СУ) – володіють характерним для них набором основних внутрішніх властивостей (якостей). Взаємозв'язок властивостей системи і відповідних їм показників якості функціонування представлена на рис. 1.

До складу глобальної системи показників якості

$$\vec{Y}_\Phi(k) = [t_{\text{дп}}(k); t_{\text{дф}}(k); \vec{B}_\Phi(k)]^T \quad (1)$$

входять час доставки повідомлення на k -му кроці функціонування мережі, час доступності до процесу функціонування на k -му кроці й вектор витрат ресурсів на процес функціонування ІКС на k -му кроці.

Серед локальних СПЯ основною виступає система показників якості процесу інформаційного обміну (зв'язку), що містить у собі час доставки повідомлення на k -му кроці

функціонування мережі, час доступності до повідомлення на k -му кроці, а також вектор витрат ресурсів на доставку повідомлення на k -му кроці:

$$\vec{Y}_{зв}(k) = [t_{дп}(k); t_{чдп}(k); \vec{B}_д(k)]^T. \quad (2)$$

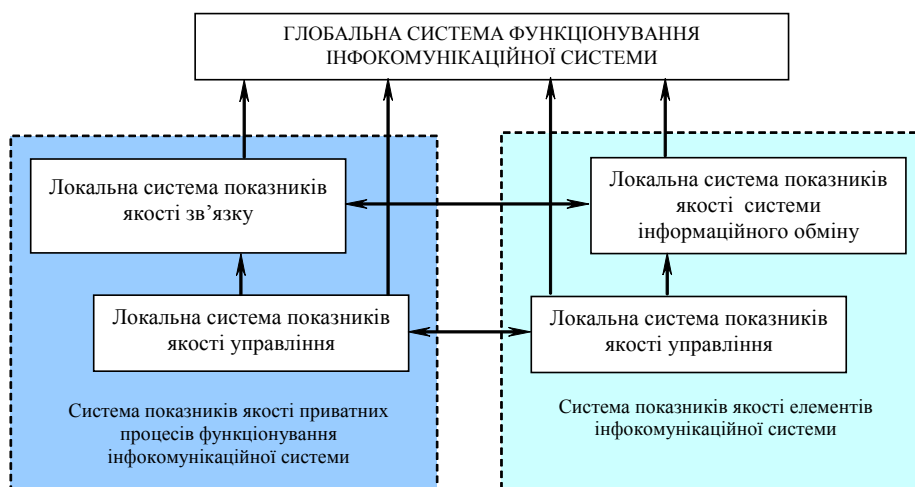


Рис. 1. Взаємозв'язок систем показників якості в інфокомунікаційній системі

Показники якості зв'язку для складних маршрутів проходження повідомлень по системі інформаційного обміну інфокомунікаційної системи, обумовлені в інтересах поточного оцінювання ефективності функціонування, які знаходяться за виразом

$$\vec{Y}_{зв}(k) = \Pi(t_1(k); t_2(k)) t_r [M_m(k); M_{Y_{зв}}(k)]^T, \quad (3)$$

де $\Pi(t_1(k); t_2(k))$ – показник часового інтервалу, що приймає значення 1 в інтервалі передачі повідомлення $(t_1(k); t_2(k))$ й 0 за його межами;

$M_m(k) = \{\varepsilon_{jj'}^m\}$; $j, j' = 1, J_S$; $m = 1, M$ – матриця маршруту проходження повідомлення на k -му кроці функціонування мережі з одиничними елементами $\varepsilon_{jj'} = 1$ на шляху його передачі й нульовими $\varepsilon_{jj'} = 0$ в протилежному випадку;

$M_{Y_{зв}}(k)$ – матриця значень i -х показників якості, обумовлена для jj' -х напрямків зв'язку на k -му кроці функціонування мережі.

Локальна система показників якості управління має більше низький рівень ієрархії в порівнянні із ЛСПЯ зв'язку, оскільки функції управління зв'язком забезпечують процес інформаційного обміну. Вона включає:

$$\vec{Y}_y(k) = [T_{цy}(k); \vec{Y}_{зв}^y(k); t_{дy}(k); \vec{B}_y(k)]^T, \quad (4)$$

тривалість циклу управління параметрами напрямку інфокомунікаційної системи при порушенні нормальних умов функціонування на k -му кроці функціонування системи; вектор збільшень значень показників якості зв'язку на k -му кроці функціонування мережі, обумовлених помилками в контурі управління; час доступності до сигналів управління на k -му кроці й вектор витрат ресурсів управління на k -му кроці функціонування.

Два основних елементи інфокомунікаційної системи – система інформаційного обміну та система управління – є технічною базою (матеріальною основою) процесів інформаційного обміну й управління. Проблема управління інфокомунікаційними мережами є однією з найважливіших у практиці експлуатації мереж.

У [7] показані принципи побудови системи управління сучасними мережами. Визначено основні показники якості системи управління, які обумовлюють характеристику

інфокомунікаційної мережі в цілому та на базі яких доцільно реалізувати метод багатокритеріальної оптимізації ІКС.

Під показником ефективності процесу функціонування будь-якої складної системи розуміється міра відповідності реального результату процесу функціонування системи необхідному. Виходячи з вимог, які ставляться до показників ефективності, з огляду на специфіку процесу функціонування інфокомунікаційної системи, у якості показників ефективності використовується ймовірність відповідності системи зв'язку своєму функціональному призначенню $P_{\text{вик.ф.}}$ (імовірність досягнення мети $P_{\text{дм}}$) як найбільш інформаційний і комплексний показник:

$$P_{\text{вик.ф.}} = P\left\{y_i \leq y_i^{\text{доп}}\right\}. \quad (6)$$

Багатокритеріальний характер вимог до якості зв'язку й управління, облік процесів, що протікають у інфокомунікаційній системі, приводять до постановки векторного завдання аналізу ефективності функціонування системи в цілому.

Аналіз різних методів формування узагальненого показника ефективності інформаційних систем показав, що найбільш повний облік особливостей рішення завдання оцінки ефективності функціонування інфокомунікаційної системи, а також природне рішення проблем нормалізації й згортки систем показників якості досягається при застосуванні методу ймовірнісної скаляризації.

Суть методу полягає у використанні в якості узагальненого показника ефективності спільної ймовірності виконання вимог, пропонованих користувачем до системи по своєчасній, достовірній, безпечній і економічній передачі повідомлень. Проектування інфокомунікаційних мереж, організація й застосування СЗІ (систем захисту інформації) фактично пов'язане з невідомими подіями в майбутньому й тому завжди містять елементи невизначеності. Крім того, присутні й інші причини неоднозначності, такі як недостатньо повна інформація для ухвалення рішень управління або соціально-психологічні чинники.

Тому, наприклад, етап проектування мережі та СЗІ природним чином супроводить значна невизначеність. У міру реалізації проекту її рівень знижується, але ніколи ефективність СЗІ не може бути адекватно виражена й описана детермінованими показниками. Процедури випробувань, сертифікації або ліцензування не усувають повністю невизначеність властивостей СЗІ або її окремих елементів і не враховують випадковий характер атак.

Тому об'єктивною характеристикою якості СЗІ будь-якої мережі, ступенем її пристосованості до досягнення рівня безпеки, який вимагається, в умовах реальної дії випадкових чинників, може служити ймовірність, яка характеризує ступінь можливостей конкретної СЗІ при заданому комплексі умов. Іншими словами – вірогідність досягнення мети операції або вірогідність виконання задачі системою.

Ця вірогідність повинна бути встановлена в основу комплексу показників і критеріїв оцінки ефективності СЗІ. При цьому критеріями оцінки служать поняття придатності та оптимальності. Придатність означає виконання всіх встановлених до СЗІ вимог, а оптимальність – досягнення однієї із характеристик екстремального значення при дотриманні обмежень і умов на інші властивості системи. При виборі конкретного критерію необхідно його узгодження з метою, що покладається на СЗІ.

Під час синтезу системи виникає проблема рішення задачі з багатокритеріальним показником. При цьому розглядаються показники ефективності, які призначені при рішенні задачі порівняння різних структур СЗІ. Оцінка оптимального рівня гарантій безпеки в певній мірі залежить від збитку, пов'язаного з помилкою у виборі конкретного значення показника ефективності. Для отримання чисельних оцінок ризику необхідно знати розподіли ряду випадкових величин. Це певною мірою обмежує кількісне дослідження рівнів гарантій безпеки, які надаються СЗІ, але в багатьох практичних випадках такі оцінки можна отримати за допомогою імітаційного моделювання або за наслідками активного аудиту СЗІ. Багаторівневої структури системи показників ефективності СЗІ відповідає багаторівнева

структура форм представлення відповідних показників, які змінюються від кількісної шкали для оцінки показників нижнього рівня до якісної – на верхніх.

Існує адекватна система показників ефективності СЗІ – система математичних моделей для їх оцінки. Відповідно до даної вимоги кожному рівню пірамідальної мережі показників ефективності СЗІ ставиться у відповідність певний тип математичних моделей, які забезпечують оцінку показників цього рівня. Існує уніфікований формальний опис процесів функціонування СЗІ, виходячи з якого, можна отримати будь-який тип математичної моделі, яка відповідає переліку властивостей. Властивості СЗІ виявляються при рішенні відповідних задач захисту інформації. Таким чином, можна зробити висновок про необхідність оцінки ефективності систем безпеки не тільки по якісних характеристиках, але й по кількісних показниках. Удосконалення нормативної бази, методичного забезпечення в області інформаційної безпеки повинно відбуватися, перш за все, у напрямі використання характеристик вірогідності. Змістовні результати за оцінкою ефективності СЗІ можуть бути отримані тільки при комплексному підході до структуризації приватних показників якості й критеріїв ефективності.

Висновки

Таким чином, поняття ефективності нерозривно пов'язане з результатами процесу функціонування інфокомунікаційної системи, опирається на систему показників якості процесу функціонування й вимоги до них. Узагальнений показник ефективності системи із урахуванням наявності взаємообумовлених випадкових факторів, що визначають її роботу, доцільно визначати на основі апарата умовних імовірностей у вигляді спільної ймовірності виконання всіх завдань, які розв'язуються у ході функціонування інфокомунікаційної системи та забезпечення її безпеки. Розглянутий імовірнісний метод аналізу ефективності функціонування ІКС дозволяє на основі результатів аналізу проводити оптимізацію рішень на етапах планування й оперативного управління зв'язком у системі із урахуванням всіх видів випадкових впливів на неї з боку протиборчих систем. Вибір методу оцінки ефективності функціонування систем спеціального призначення і ліній зв'язку в кожному конкретному випадку визначається особливостями процесу ведення зв'язку в інфокомунікаційній системі, зовнішніми умовами, наявним обчислювальним ресурсом і необхідним часом. Застосування методів оцінки ефективності функціонування системи дозволяє оцінити внесок окремих підсистем у виконання завдань, поставлених перед системою в цілому, оптимізувати підхід до рішення завдань обґрунтування технічних вимог, розробки структури системи управління інфокомунікаційної системи, розподілу ресурсів між її підсистемами та забезпечення інформаційної безпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Власов О.М. Комплексний підхід оцінки ефективності систем захисту інформації в інфокомунікаційних мережах нового покоління / О.М. Власов, С.В. Толюпа // Наукові записки Науковий записки УНДІЗ. Науково-вироб. зб. – 2011 - №3(19). – С. 38-45.
2. Толюпа С.В. Структура інформаційної мережі та показники її ефективності. / С.В. Толюпа, А.В. Сухін. // Зб. наук. праць КВІУЗ – 2001. – № 3. – С. 68 – 73.
3. Макаров И.М. Интеллектуальные системы автоматического управления. – М.: Физматлит, 2005. – 573 с.
4. Ливенцев С.П. Оценка эффективности комплексных систем защиты информации в информационно-телекоммуникационных системах / С.П. Ливенцев // Зв'язок. – 2003. – № 1. – С. 28 – 31.
5. Толюпа С.В. Векторний синтез систем управління телекомунікаційними мережами / С.В. Толюпа // Зб. наук. праць ВІТІ НТУ «КП». - 2002. - № 2. – С. 74 – 79.
6. Кувшинов О.В., Ливенцев С.П. Вибір параметрів багатопозиційних сигналів для підвищення ефективності системи передачі інформації / О.В. Кувшинов, С.П. Ливенцев // Зб. наук. праць ВІТІ НТУУ «КП». – 2004. – Вип. 5. – С. 87 – 93.
7. Стеклов В.К. Проектирование телекоммуникационных сетей / В.К. Стеклов, Беркман Л.Н. - К.: Техніка, 2002. – с. 785.

Надійшла: 05.07.2012 р.

Рецензент: д.т.н., професор Хорошко В.О.