

рассматриваются данные о комплексном (тотальном) отказе, либо средняя величина характеристики отказов, либо обе величины вместе.

Предпочтительные результаты даёт переход к системам с центральным вычислительно-управляющим блоком на децентрализованных подсистемах. Здесь рассматриваются специфические проблемы живучести (надёжности) и частоты ошибок при передаче информации в пространственных структурах с распределёнными сетями.

Список литературы

1. Козлова К.В. – Кількісна оцінка захисту радіоелектронних об'єктів / Козлова К.В., Хорошко В.О. // Захист інформації. – № 1, 2007. – с. 30-38.
2. Гурина С.А. – Живучість систем захисту в умовах зовнішніх впливів / Гурина С.А., Егоров Ф.И., Хорошко В.А. // Захист інформації. – № 2, 2008. – с. 69-78.
3. Тискина Е.О. Выбор критерия для оптимизации технической системы защиты информации / Тискина Е.О., Хорошко В.А. // Системы обработки информации, вып. 7 (79), 2009. – с. 90-93.

Поступила 23.03.2010

УДК 004.73

Дудикевич В.Б., Гарасим Ю.Р.

МЕТОД ЗАГАЛЬНОГО РЕЗЕРВУВАННЯ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИВУЧОСТІ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ

Вступ

Система захисту інформації в ЗКМЗ повинна мати властивість живучості. Це зумовлене тим, що припинення функціонування СЗІ ЗКМЗ внаслідок дії ДФ (як внутрішніх, так і зовнішніх) призводить до великих економічних втрат або катастрофічних наслідків через реалізацію загроз конфіденційності, доступності та цілісності інформації, яка в них функціонує.

Живучість (survivability) системи захисту інформації в ЗКМЗ передбачає її здатність зберігати та виконувати встановлений обсяг власних цільових функцій у відповідному середовищі з врахуванням різних зовнішніх та внутрішніх ДФ, що можуть призводити до відмов її функціональних елементів за рахунок відповідної зміни структури і поведінки системи, зберігаючи мінімально допустимий рівень якості функціонування відповідно до встановлених рівнів деградації із подальшим відновленням початкового ефективного функціонування протягом встановленого часу.

Мета і задачі дослідження

Метою роботи є дослідження доцільності використання методу постійного загального резервування системи захисту інформації ЗКМЗ при різних варіантах набору кількості функціональних елементів системи та кількості систем резервування із врахуванням вартості запровадження відповідного рішення. Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються наступні завдання: 1) класифікація можливих методів резервування СЗІ ЗКМЗ; 2) визначення параметрів живучості СЗІ ЗКМЗ; 3) дослідження математичної моделі оцінки живучості СЗІ ЗКМЗ; 4) визначення методів та засобів забезпечення живучості СЗІ ЗКМЗ при її загальному резервуванні.

Об'єктом дослідження є система захисту інформації в захищених корпоративних мережах зв'язку, що складається з великої кількості гетерогенних обчислювальних вузлів, сенсорів та каналів передавання даних і встановленого проміжного програмного забезпечення захисту інформації.

Предметом дослідження є методи забезпечення живучості СЗІ ЗКМЗ, зокрема, метод постійного загального резервування її функціональних елементів.

Основна частина

Одним із найефективніших методів підвищення живучості є резервування, тобто введення в систему надлишковості. Під надлишковістю при цьому розумітимемо мінімально необхідні додаткові засоби і можливості для виконання СЗІ ЗКМЗ цільових функцій (захисту інформації). Класифікацію резервованих СЗІ наведено на рис. 1 [1]. Досвід використання різних методів резервування в технічних системах показує, що постійне резервування може використовуватися щодо окремих елементів або схем. Часто, наприклад, в автоматизованих системах управління СЗІ використовується мажоритарне резервування та самокорегуючі коди. Загальне резервування полягає у резервуванні СЗІ в цілому та, завдяки своїй простоті, цей спосіб є найвідомішим [1, 2, 3, 4, 5].

Для контролю працездатності СЗІ використовуються такі параметри та події як, наприклад, обрив лінії зв'язку, коротке замикання, значення напруги і струму живлення, відсутність зв'язку, перегрів вихідних каскадів модулів виводу, перевантаження за струмом, відсутність навантаження, вихід сигналів за межі динамічного діапазону, цілісність ліній зв'язку з модулями вводу-виводу, помилка контрольної суми, помилки пам'яті, «зависання» процесора, відмова в обслуговуванні, відсутність синхронізації тощо. При цьому, діагностична інформація повинна виводитися на пульт оператора, працівника служби безпеки організації і одночасно може використовуватися для перемикавання на резерв.

Для виключення помилкового переходу на резерв через причину збою в системі контролю варто використовувати часовий фільтр, який дозволяє перемикавання лише при умові, що стан несправності триває не менше встановленого часу (наприклад 1...100 мс).

Параметри живучості системи захисту інформації

На практиці живучість систем захисту інформації ЗКМЗ характеризують великою кількістю параметрів, які об'єднують у чотири групи: 1) критерії відповідності системи захисту інформації заданим показникам якості функціонування та оцінки рівню її функціональної (фізичної і моральної) деградації; 2) критерії для оцінки ефективності динамічного реконфігурування та перерозподілу ресурсів, а також динаміки відновлення функціональних можливостей системи після збоїв; 3) критерії, що характеризують зміну продуктивності та реактивності системи захисту при виконанні різних типів застосувань в умовах деградації системних ресурсів; 4) критерії економічної ефективності використання ІТ-активів [6].

Некомпенсовані зовнішні, а також внутрішні ДФ викликають втрату працездатності функціональних елементів СЗІ (криптографічної підсистеми, підсистеми автентифікації, узгодження ключів, системи виявлення/запобігання втручань, в окремому випадку сервери, фільтри, файрволи, сенсори тощо). Тому СЗІ, що мають властивість живучості повинні унеможливити вплив відмови функціональних елементів на правильність свого функціонування. Таким чином, СЗІ ЗКМЗ, що має властивість живучості спроможна:

- локалізувати відмови функціональних елементів, що зумовлюється недостатньою їхньою надійністю;
- локалізувати відмови окремих функціональних елементів або їх сукупності, що зумовлюється навмисними або стихійними зловмисними діями навколишнього середовища;
- забезпечити поступову деградацію показників якості функціонування системи при прогресуючому накопиченні неісправних функціональних елементів.

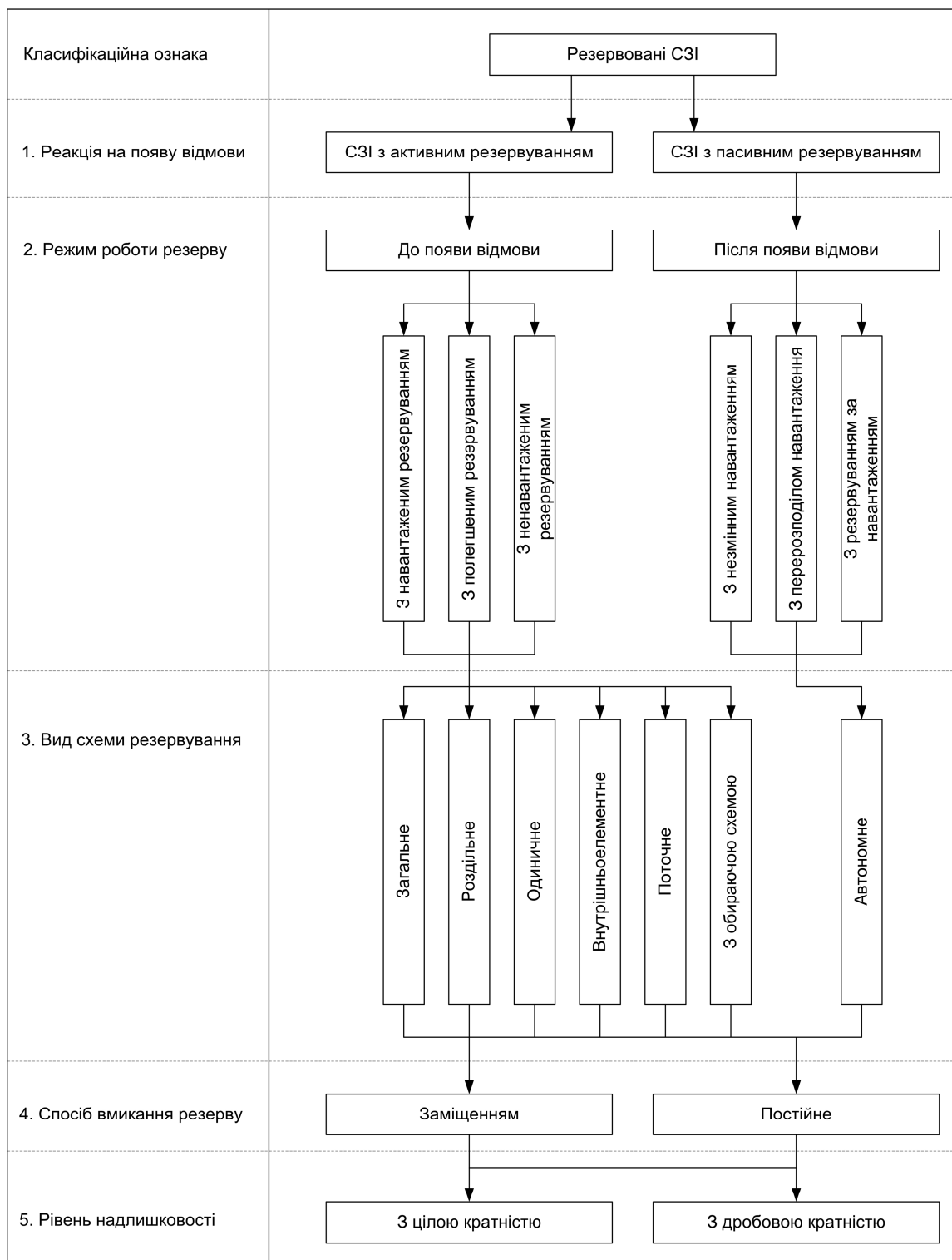


Рис. 1. Класифікація резервованих СЗІ

Математична модель оцінки живучості системи захисту інформації при її загальному резервуванні

Особливістю живучої СЗІ, яка функціонує в реальному масштабі часу є те, що вона виявляє несправність функціональних елементів та локалізує наслідки відмови цих елементів перш ніж під їхнім впливом виникне несправне функціонування системи загалом.

Система захисту інформації, що має властивість живучості виконує цільові функції із заданими характеристиками (показниками якості функціонування), якщо в ній наявні несправні функціональні елементи, а також забезпечує поступову деградацію власних характеристик при подальшому збільшенні кількості несправних елементів. Така система є відмовостійкою до відмови певної кратності та поступово деградує при збільшенні кратності відмов функціональних елементів [7].

Для аналізу властивостей живучості СЗІ ЗКМЗ та порівняльної оцінки властивостей живучості двох або декількох СЗІ, а також для синтезу СЗІ із заданими властивостями живучості необхідно розробити адекватну цим задачам кількісну оцінку живучості. Вихідним для аналізу живучості є структурна схема СЗІ ЗКМЗ, що складається із функціональних елементів (ФЕ) та функціональних зв'язків між ними.

Під функціональними елементами будемо розуміти підсистеми, пристрої, блоки, вузли, елементи тощо, несправність яких локалізується властивостями живучості системи. Вибір тієї чи іншої складової системи в якості ФЕ залежить від рівня дослідження живучості. Наприклад, при дослідженні живучості системи ФЕ будуть підсистеми. Якщо розглядати живучість підсистем, тоді в якості ФЕ будуть пристрої та блоки. При дослідженні властивостей живучості блоків ФЕ можуть бути вузли та прості елементи.

Оскільки на цей час в Україні відсутні нормативні документи, стандарти щодо оцінки живучості систем захисту інформації, пропонується здійснювати таку оцінку за аналогією [8].

При дослідженні живучості системи припускається, що в ній відбувається відмова ФЕ будь-якої кратності. Відмова першої кратності відбувається внаслідок ненадійності апаратури, так і під впливом зовнішніх ДФ. Збільшення кратності відмови в системі відбувається поступово від відмови меншої кратності до відмови великої кратності. Таке збільшення кратності характерне для відмов, що виникають внаслідок недостатньої надійності елементної бази систем, оскільки ймовірність одночасної появи двох або більше відмов в системі досить мала. Стрибкоподібне збільшення кратності відмов ФЕ відбувається або при залежних відмовах (коли відмова одного елемента призводить до втрати працездатності одного або декількох інших елементів), або під впливом зовнішніх впливів на систему. При цьому необхідно пам'ятати, що зовнішні навмисні або випадкові зловмисні дії можуть бути інтегральними (прикладними до всіх ФЕ системи) або локальними (впливають лише на певну частину ФЕ системи). Чутливість різних ФЕ до цих впливів може відрізнятися. Деякі елементи можуть переходити в непрацездатний стан, стан інших може залишатися незмінним.

Стан відмови i -ої кратності для всіх можливих комбінацій ФЕ системи будемо називати загальною відмовою i -ої кратності – (q^i) . Під впливом внутрішніх та зовнішніх ДФ узагальнена відмова i -ої кратності може виникати поступово або стрибкоподібно у часі, або комбіновано, тобто одна частина відмов накопичується поступово, а інша – стрибкоподібно.

Необхідним та досить важливим етапом при дослідженні живучості систем є формування множини працездатних та непрацездатних станів системи, тобто визначення значень показників якості функціонування, при яких система є працездатною або працездатною з деяким погіршенням показників якості, або знаходиться в стані відмови. При цьому встановлюється зв'язок між станом функціональних елементів та показниками якості функціонування системи, на основі чого формуються рівні деградації якості функціонування системи.

Властивість живучості СЗІ ЗКМЗ можна охарактеризувати коефіцієнтами відмовостійкості та деградації, а також відповідними функціями відмовостійкості та деградації відмовостійкості. При дослідженні живучості СЗІ ЗКМЗ в них вводиться узагальнена відмова та визначається стан системи. Якщо розглядаються стани системи при послідовній відмові кожного функціонального елемента, то це означає, що в систему введена

узагальнена відмова першої кратності q^1 , якщо досліджується стан надлишкової системи для послідовної відмови усіх можливих комбінацій із l функціональних одиниць живучості по дві C_i^2 , то в систему введена узагальнена відмова другої кратності q^2 . У випадку розгляду послідовної відмови усіх можливих комбінацій із l функціональних елементів по $m(m \leq l)$, тобто C_i^m , тоді в систему введена узагальнена відмова m -ої кратності q^m .

При апріорному дослідженні живучості СЗІ для загальної відмови q^i -ої кратності у випадку поступового накопичення неполадок в системі послідовність відмов функціональних елементів відбувається із зменшенням їхньої ймовірності відмови під впливом зовнішніх та внутрішніх ДФ.

Коефіцієнтом відмовостійкості (1) $G(q^i)$ СЗІ ЗКМЗ для даної узагальненої відмови називається відношення числа працездатних станів системи до всієї сукупності станів

$$G(q^i) = \frac{M_i}{C_i^i} \quad (1)$$

де M_i – кількість працездатних станів СЗІ для узагальненої відмови q^i -ої кратності; C_i^i – загальна кількість станів СЗІ; q^i – кратність узагальненої відмови; l – кількість функціональних елементів СЗІ.

При дослідженні живучості СЗІ ЗКМЗ для q^i -ої узагальненої відмови може виявитися, що у всіх станах система є працездатною. В цьому випадку для q^i -ої узагальненої відмови коефіцієнт відмовостійкості СЗІ дорівнює одиниці, тобто $G(q^i) = 1$. Можливою є така ситуація, що при введенні q^i -ої узагальненої відмови із всієї сукупності станів C_i^i надлишкової системи одна частина відповідає працездатному стану, а інша – стану відмови. В цьому випадку значення коефіцієнта відмовостійкості лежить в межах $0 < G(q^i) < 1$.

Для деякої m -ої узагальненої відмови при всіх можливих комбінаціях із l функціональних елементів по m СЗІ буде знаходитися в стані відмови. Тоді можна стверджувати, що $G(q^m) = 0$. Для узагальнених відмов r -ої кратності $r > m$ коефіцієнт відмовостійкості також дорівнює нулю. Таким чином, коефіцієнт відмовостійкості – кількісна оцінка працездатності СЗІ, що визначається для послідовної відмови комбінацій із l елементів по $i = 0, 1, 2, \dots, m$, вона змінюється в межах від 0 до 1, тобто $0 \leq G(q^i) \leq 1$.

Відношення кількості непрацездатних станів N_i до всієї сукупності станів C_i^i називається коефіцієнтом деградації відмовостійкості $D(q^i)$ (2) технічної системи для даної узагальненої відмови

$$D(q^i) = \frac{N_i}{C_i^i} \quad (2)$$

Очевидно, що

$$G(q^i) + D(q^i) = 1. \quad (3)$$

Залежність коефіцієнта відмовостійкості від кратності узагальненої відмови є функція відмовостійкості системи $G = f(q^i)$, яка є інтегральною оцінкою відмовостійкості системи. Залежність ж коефіцієнта деградації відмовостійкості від кратності узагальненої відмови є функція деградації відмовостійкості.

Графік функції відмовостійкості двох СЗІ ЗКМЗ, кожен із яких має десять функціональних елементів, наведено на рис. 2. Функції відмовостійкості є актуальними лише у точках, що відповідають визначеному значенню кратності узагальненої відмови. Для зручності побудови та більшої наочності ці точки з'єднуються плавною лінією. Із порівняння функцій відмовостійкості видно, що система 1 більш відмовостійка ніж система 2, оскільки

для узагальненої відмови більше третьої кратності коефіцієнти відмовостійкості у системи 1 більші ніж у системи 2. Ділянка функцій відмовостійкості від узагальненої відмови q^3 до узагальненої відмови q^8 характеризує собою деградацію відмовостійкості СЗІ. Причому швидкість деградації системи 2 більша ніж швидкість деградації системи 1. Тому система 1 краща за систему 2.

Живучі СЗІ ЗКМЗ мають властивість деградації показників якості функціонування. Якщо в СЗІ коефіцієнт відмовостійкості $G(q^i)$ при відмові чергового функціонального елемента стає меншим за 1, тоді необхідно переходити на інший рівень деградації показників якості функціонування, тобто керувати об'єктом з гіршими показниками якості.

Рівнів деградації показників якості функціонування може бути декілька. Чим більше рівнів деградації якості системи і чим ближче показники якості на цих рівнях до показників якості системи, що знаходяться на нульовому рівні деградації, тим вища живучість СЗІ.

До показників якості функціонування можна віднести такі величини як точність регулювання, швидкодія тощо.

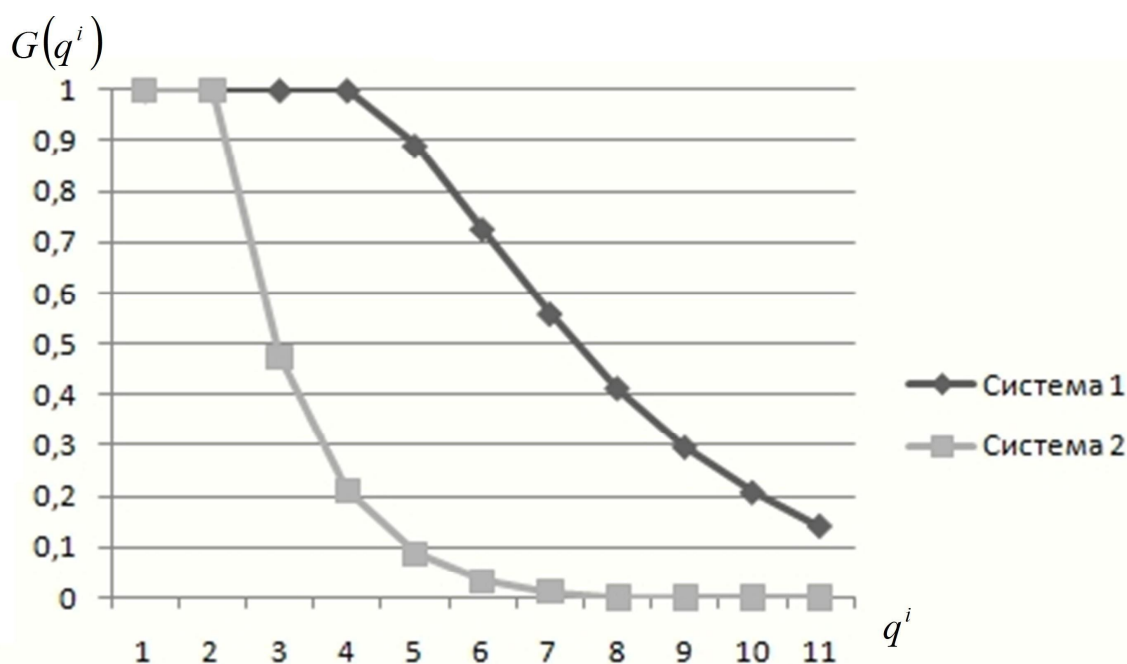


Рис. 2. Графік функції відмовостійкості двох СЗІ ЗКМЗ

Багатофункціональні СЗІ ЗКМЗ, які здатні до деградації, з накопиченням відмов втрачають свої функції в порядку, що обернений пріоритету. В багатоканальних СЗІ при відмові одного каналу його функції перерозподіляються на інші канали і процес управління може відбуватися із гіршими показниками.

Для нульового рівня деградації показників якості функціонування (коли управління здійснюється із заданими показниками) та для наступних рівнів деградації (коли управління відбувається із гіршими показниками) можна побудувати функції відмовостійкості та деградації відмовостійкості. Сукупність функцій відмовостійкості характеризує живучість технічної системи.

На рис. 2 показана сукупність функцій відмовостійкості для нульового та чотирьох рівнів деградації показників якості СЗІ ЗКМЗ. Якщо при нульовому рівні деградації показників якості в системі накопичується q_1^i відмов, тоді для забезпечення відмовостійкості СЗІ необхідно переходити на 1-й рівень деградації. Перехід на наступні рівні деградації

повинен відбуватися при відмові q_2^i , q_3^i будь-яких функціональних елементів системи. Для третього рівня деградації показників якості системи необхідно забезпечити найменшу швидкість деградації відмовостійкості СЗІ для того, щоб вона з більшою ймовірністю залишалася працездатною при кількості відмов в системі більше ніж q_4^i .

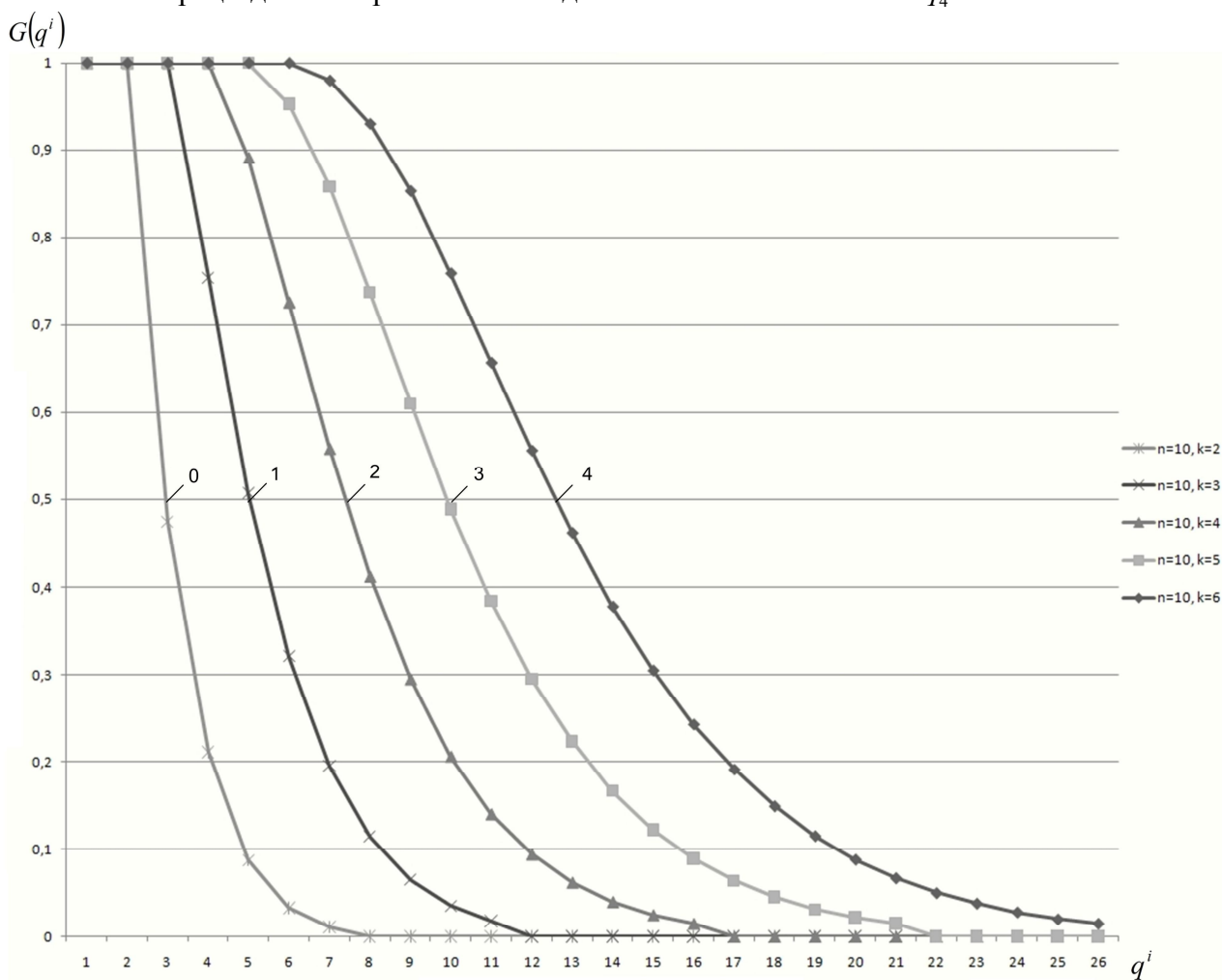


Рис. 3. Сукупність функцій відмовостійкості для нульового та чотирьох рівнів деградації показників якості СЗІ ЗКМЗ

Визначення живучості та ефективності надлишкових систем захисту інформації захищених корпоративних мереж зв'язку

Визначимо коефіцієнт та функцію відмовостійкості системи із постійним загальним резервуванням, як одного із способів введення надлишковості (рис. 4). Для визначення відмовостійкості встановимо наступні умови працездатного та непрацездатного стану схеми:

- якщо в будь-якому можливому стані міститься хоча б одна послідовність працездатних елементів, що утворюють шлях проходження сигналу управління від входу до виходу, тоді схема працездатна;
- якщо в будь-якому можливому стані схеми міститься хоча б одне січення елементів, що відмовили, які перешкоджають проходженню сигналу управління від входу до виходу, тоді така система непрацездатна.

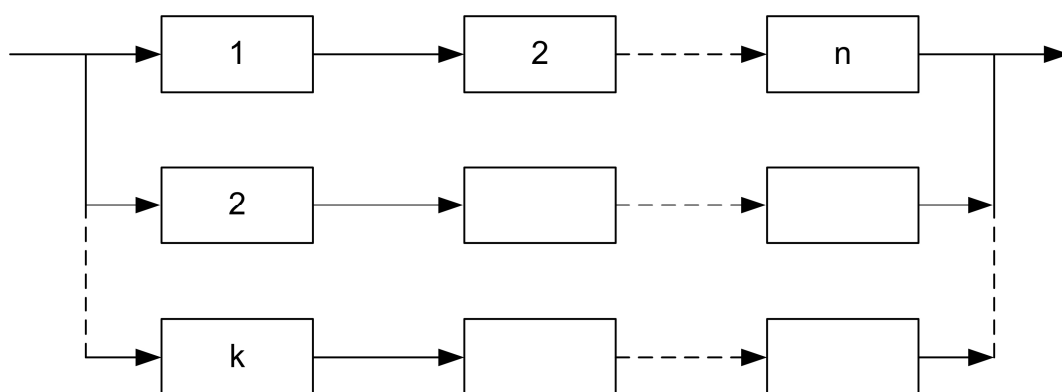


Рис. 4. Схема постійного загального резервування СЗІ ЗКМЗ

Для наведеної схеми кількість ФЕ дорівнює $l = nk$. Використовуючи умови працездатності, можна стверджувати, що коефіцієнт живучості для узагальнених відмов від q^1 до q^{k-1} дорівнює 1. При узагальненій відмові кратності $q^{nk-(n-1)}$, тобто $q^{l-(n-1)}$ та вище коефіцієнт відмовостійкості $G(q^{l-(n-1)})$ дорівнює 0. Для визначення коефіцієнта відмовостійкості в межах зміни кратності узагальненої відмови від q^k до q^{l-n} необхідно для кожної кратності узагальненої відмови знаходити відношення кількості працездатних станів схеми до загальної кількості станів. Кількість таких відношень буде дорівнювати $(k-1)(n-1)$. Для вказаних кратностей узагальнених відмов кількість можливих станів схеми змінюється від C_i^k до C_i^{l-n} . Якщо в схему загального резервування, що містить n послідовно з'єднаних функціональних елементів та $(k-1)$ резервних каналів, введена узагальнена відмова i -ої кратності ($0 < i \leq l$), то кількість працездатних станів схеми визначається виразом

$$M_0(q^i) = \sum_{j=1}^m (-1)^{j-1} C_k^j C_{n(k-j)}^i, \quad (4)$$

де $m = (k-1) - \text{ent}\left(\frac{i}{n}\right)$ – ціла частина максимально можливої кількості шляхів проходження сигналу управління при даній узагальненій відмові q^i ; $j = 1, 2, \dots, m$ – поточне значення кількості шляхів проходження сигналу управління.

Використовуючи вираз (4), отримаємо функції відмовостійкості $G = f(q^i)$ для схем загального резервування при різних значеннях n та k .

Проілюструємо методику побудови функції відмовостійкості для загального резервування при $k = 5$, $n = 5$. Кількість функціональних елементів дорівнює $l = 25$. Коефіцієнт відмовостійкості для узагальнених відмов q^1 , $q^{k-1} = q^4$ дорівнює 1, тобто $G(q^1) = 1$, $G(q^2) = 1$, $G(q^3) = 1$, $G(q^4) = 1$. При узагальненій відмові $q^{nk-(n-1)} = q^{21}$ коефіцієнт відмовостійкості $G(q^{21}) = 0$. Значення коефіцієнта відмовостійкості для діапазону зміни кратності узагальненої відмови від 5 до 20 визначається відношенням працездатних станів $M(q^5)$, $M(q^6)$, $M(q^7)$, ..., $M(q^{20})$ до кількості можливих станів схеми C_{25}^5 , C_{25}^6 , C_{25}^7 , ..., C_{25}^{20} .

На основі отриманих значень коефіцієнта відмовостійкості побудуємо функції відмовостійкості для схеми із загальним резервуванням (рис. 5): загальне резервування при $k = 4$, $n = 5$; загальне резервування при $k = 5$, $n = 4$; загальне резервування при $k = 3$, $n = 5$.

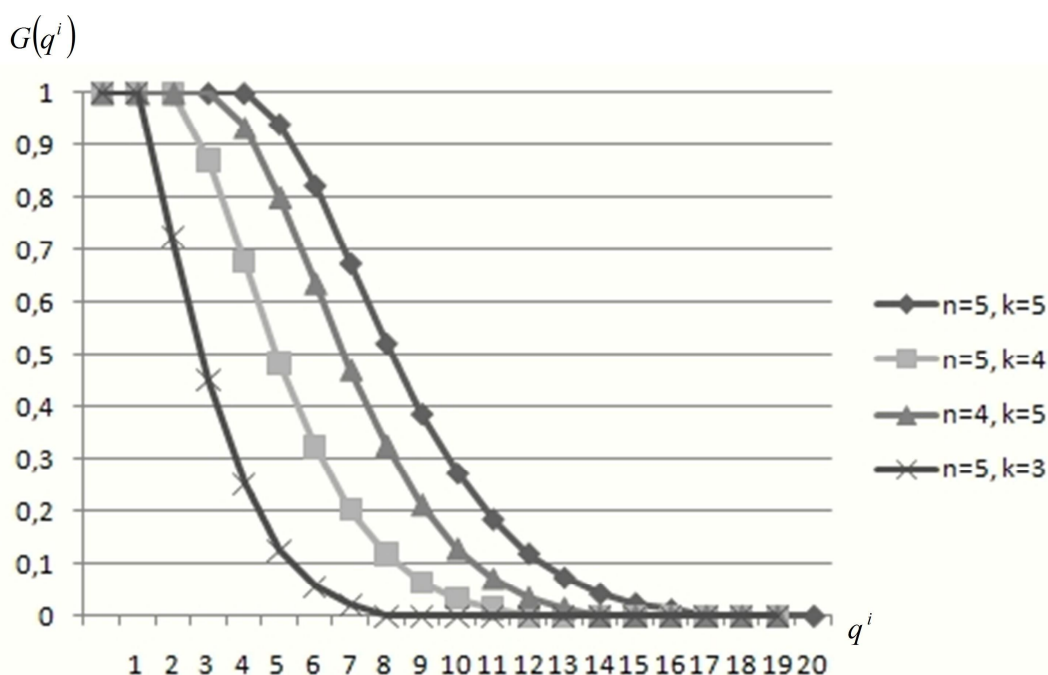


Рис. 5. Графік функції відмовостійкості для схеми із загальним резервуванням СЗІ ЗКМЗ

Із зростанням кратності резервування для схем загального резервування коефіцієнт відмовостійкості $G(q^i)$ збільшується. При збільшенні n (кількості послідовно з'єднаних елементів в схемі) функція відмовостійкості $G = f(q^i)$ стає більш пологою.

Для порівняння оцінки надлишкових схем за критерієм живучості введемо поняття відносної функції відмовостійкості $G = f\left(\frac{q^i}{l}\right)$, де q^i – рівень узагальненої відмови, l – кількість ФЕ в надлишковій схемі.

Відмовостійкість надлишкових схем збільшується із зростанням k і зменшенням n . Найбільшу відмовостійкість має схема із загальним резервуванням при $k = 5, n = 4$.

Зазначимо деякі властивості відносної функції відмовостійкості $G = f\left(\frac{q^i}{l}\right)$.

Із зростанням відносного коефіцієнта відмовостійкості $G\left(\frac{q^i}{l}\right)$ надлишкової схеми площа, що охоплюється відносною функцією відмовостійкості, прямує до одиниці, тобто

$$\int_0^{q^{m/l}} G\left(\frac{q^i}{l}\right) d\left(\frac{q^i}{l}\right) \rightarrow 1, \quad (5)$$

де m – рівень узагальненої відмови, при якій коефіцієнт відмовостійкості дорівнює 0; для систем з загальним резервуванням відносна функція відмовостійкості є ввігнутою; надлишкові схеми загального резервування для рівнів узагальнених відмов $i \leq k - 1$ мають коефіцієнт відмовостійкості, що дорівнює 1 [9].

Методи та засоби забезпечення живучості системи захисту інформації при загальному резервуванні

У випадку захищених корпоративних мереж зв'язку наземний канал зв'язку системи захисту інформації (Ethernet, xDSL тощо) рекомендується підстрахувати каналом стільникового зв'язку, наприклад, GPRS або CDMA. Крім того, специфіка захищених корпоративних мереж зв'язку вимагає, щоб навіть при багаторазових переходах з основного каналу на резервний і назад гарантувалося доставлення даних і підтримувався неперервний

сеанс роботи прикладного програмного забезпечення. При цьому необхідно передбачити сумісність програмного та апаратного забезпечення різних виробників, модульну конструкцію, високу апаратну та програмну гнучкість. Важливим параметром апаратури резервування є наявність не менше 3 мережевих інтерфейсів (3 порти Fast Ethernet, 3 порти RS-232, а також 2-3 роз'єми розширення, в які можна встановлювати десятки різних типів інтерфейсних модулів – це можуть бути 2 SIM-карти, що працюють в стандартах GSM і 3G).

Крім того, модулі GSM і 3G підтримують два режими передавання даних – пакетний (GPRS/EDGE/HSDPA) і каналний (CSD або GSM data). Наприклад, при нормальній роботі мережі стільникового зв'язку можна використовувати модуль в режимі GPRS, а при високому навантаженні, що зумовлюється відмовою функціональних елементів або каналів зв'язку, дестабілізуючими факторами, при чому реальна пропускна здатність GPRS падає практично до нуля – перемикнути його в режим GSM data та встановлювати зв'язок за вимогою. При з'єднаннях за допомогою комутованих телефонних ліній можна використовувати декілька альтернативних телефонних номерів.

Що ж стосується корпоративної мережі, то практично нереально реалізувати альтернативну маршрутизацію IP трафіку. Тому пропонується використовувати методи тунелювання трафіку (VPN – віртуальні приватні мережі). Віртуальна приватна мережа може бути побудована на основі тунелів 2-3 рівнів (PPTP, IPSec), при цьому можуть використовуватися протоколи динамічної маршрутизації між окремими вузлами захищеної корпоративної мережі зв'язку – RIP або OSPF.

Пристрої NSG передбачують встановлення резервних тунелів до фізично розподілених резервним шлюзам на центральному вузлі – як за роздільними каналами зв'язку, так і при роботі крізь одні й ті ж канали [10].

Для кінцевого користувача, що під'єднаний до двох каналів зв'язку вибір робочого маршруту містить в собі ще одну задачу. Основним критерієм для цього вибору є факт відмови фізичного інтерфейсу або протоколу каналного рівня – а це недостатньо надійний критерій, оскільки він відображає стан лише безпосередньо під'єданого сегменту мережі зв'язку. Задля цього пропонується застосовувати програмне забезпечення із механізмом netping, keeralive, echo, Dead Peer Detection, зміст яких полягає в наступному: пристрій періодично відправляє пакети на певний адрес в захищеній корпоративній мережі зв'язку і таким чином контролює роботу каналів зв'язку у всій мережі зв'язку [11, 12, 13].

Висновки

Загальне резервування не потребує аналізу співвідношення між живучістю та надійністю окремих елементів системи захисту інформації, дозволяє уникнути помилок при розрахунку живучості та надійності різних схем резервування, а також помилок, які зумовлені поганою наочністю архітектури системи при поелементному резервуванні. Проте, у випадку загального резервування достатньо двох відмов для відмови усієї системи, якщо один із елементів розташований в основній системі, а інший – в резервній. Крім цього метод загального резервування не дозволяє досягнути максимального відношення живучості до вартості впровадження такої системи. В результаті дослідження було встановлено, що метод постійного загального резервування доцільно використовувати при малій кількості функціональних елементів в порівнянні із кількістю резервованих структур у випадку, наприклад, забезпечення урядового зв'язку, системи управління військами ЗСУ тощо, що зумовлено швидким переходом на резервні канали без втрати якості функціонування системи захисту інформації та недовготривалим терміном їхньої експлуатації.

Список літератури

1. *Матвеевский В. Р.* Надежность технических систем. Учебное пособие / В. Р. Матвеевский. – М., 2002. – 113 с.
2. *Биллингтон Р.* Оценка надежности электроэнергетических систем / Р. Биллингтон, Р. Аллан. – М. : Энергоиздат, 1988.

3. *Беляев Ю. К.* Надежность технических систем: Справочник / Ю. К. Беляев, В. А. Богатырев, В. В. Болотин, под ред. И. А. Ушакова. – М. : Радио и связь, 1985. – 608 с.
4. *Smith J David.* Reliability, maintainability and risk / David j Smith. – Linacre House, Jordan Hill, Oxford, 2001.
5. *Hecht Herbert.* Systems reliability and failure prevention / Herbert Hecht. – Art House, Boston, London, 2004. – 246 p.
6. *Мінін А. В.* Критерії і моделі оцінки живучості комп'ютерної системи / А. В. Мінін, М. Ф. Смирний // Журнал «Інформаційна безпека». – №2 (2). – 2009.
7. *Величко В. В.* Живучесть и качество обслуживания мобильных сетей передачи данных в условиях чрезвычайных ситуаций / В. В. Величко. – С. 1-6.
8. *Подлесный Н. И.* Специальные методы идентификации, проектирования и живучесть систем управления / Н. И. Подлесный, А. А. Рассоха, С. П. Левков. – К. : Выща шк., 1990. – 446 с.
9. *Громов Ю. Ю.* Анализ живучести информационных сетей / Ю. Ю. Громов, Д. Е. Винокуров, Т. Г. Самхарадзе, И. И. Пасечников / Информационные процессы и управление. – 2006. – №1. – С. 138-155.
10. *Annlee A. Hines.* Planning for survivable networks / Hines A. Annlee. – Wiley Publishing, 2002. – 220 p.
11. *Liu Yu.* Spare capacity allocation: model, analysis and algorithm / Yu Liu. – University of Pittsburg, 2001. – 132 p.
12. *Хорошко В. А.* Методы и средства защиты информации / В. А. Хорошко, А. А. Чекатков. – К. : Издательство Юниор, 2003. – 503 с.
13. *Домарев В. В.* Безопасность информационных технологий. Методология создания систем защиты / В. В. Домарев. – К. : ООО «ДС», 2001. – 688 с.

Надійшла 16.02.2010

УДК 004.056.5:518

Кобозева А.А.

РАЗНОСТНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ВИЗУАЛЬНОГО ИСКАЖЕНИЯ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ, ОСНОВАННЫЙ НА СПЕКТРАЛЬНОЙ МАТРИЧНОЙ НОРМЕ

В настоящий момент во всем мире назрел вопрос разработки новых и совершенствования существующих методов защиты информации, представленной в цифровом виде, среди которых важное место занимают методы цифровой стеганографии [1]. Общей чертой этих методов является сокрытие секретной, или дополнительной, информации путем встраивания ее в не привлекающий внимание объект – контейнер, или основное сообщение. Полученный объект открыто транспортируется адресату по каналу связи или хранится в таком виде.

Основной задачей любого стеганографического алгоритма является обеспечение сохранения в секрете наличия тайного канала передачи информации, другими словами, сгенерированная стеганографическим методом информационная система — стеганосообщение — необходимо должна обладать свойством, называемым *надежностью восприятия*: искажение контейнера за счет погружения в него секретной информации не должно быть заметно [2].

Не ограничивая общности рассуждений, для простоты изложения далее в качестве основного сообщения рассматривается цифровое изображение в градациях серого, матрица которого обозначается F .

Преобразование контейнера за счет погружения в него дополнительной информации – стеганопреобразование, независимо от способа и области этого погружения, можно представить [2] как возмущение ΔF матрицы F . Результатом стеганопреобразования является стеганосообщение с матрицей $\bar{F} = F + \Delta F$. В [2] нашла практическое подтверждение следующая гипотеза: чем меньше норма матрицы возмущения $\|\Delta F\|$, тем больше вероятность обеспечения надежности восприятия для изображения-