

УДК 007.355

І.О. Ляшенко

Національний університет оборони України, Київ

РОЗРАХУНОК ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ НАДІЙНОСТІ БАЗ ДАНИХ ЯК СКЛАДОВОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИХ СИСТЕМ ІНТРОМЕРЕЖ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Запропоновано математичні моделі для розрахунку функціональної надійності інформаційно-аналітичних систем (ІАС) інтромереж Збройних Сил України.

Ключові слова: інформаційно-аналітична система, функціональна надійність, бази даних, програмне забезпечення.

Вступ

Стрімке впровадження автоматизованих систем управління військами та зброєю на початку ХХ століття [1 – 3], а також поява, розвиток та розповсюдження складних систем з такими компонентами як технічні, програмні, комунікаційні засоби та люди [4], засоби боротьби у кібернетичному просторі [5] вимагають нових підходів до оцінки їх надійності. При цьому саме математичне моделювання функціонування таких систем є найважливішим питанням теорії та практики їх проектування. Певні складнощі рішення цієї задачі пояснюються відсутністю універсальних методів та моделей, які б давали змогу врахувати величезний об'єм, неповноту та неоднорідність вихідної інформації, а також неоднорідність інформації про надійність елементів самої системи.

Моделі та методи розрахунку надійності складних інформаційно-аналітичних систем, що існують та застосовуються на сьогоднішній день, не в повному обсязі враховують таку властивість як функціональна надійність, складність математичного апарату розрахунку її показників для інтрамереж ЗС України. Надзвичайна складність існуючого математичного апарату робить його застосування у складі інженерних методик розрахунок показників функціональної надійності інформаційно-аналітичних систем інтрамереж ЗС України проблематичним.

Метою даного дослідження є спроба усунути визначені недоліки та розробити модель оцінки надійності однієї з найважливіших компонент інформаційно-аналітичних систем – баз даних.

Основний розділ

Оскільки під інформаційно-аналітичною системою інтрамереж Збройних сил України слід розуміти взаємопов'язану сукупність людського інтелекту, інформаційних ресурсів, сучасних інформаційних технологій та засобів інформатизації, що об'єднані у телекомунікаційні та комп'ютерні мережі, засновані на поглибленому аналізі, широкому

застосуванні інформаційно-аналітичних систем підтримки рішень, електронному документообізі та діловодстві. Вони призначені об'єднати стратегію управління військами та передові інформаційні технології [6].

Відповідно під функціональною надійністю інформаційно-аналітичних систем розуміється їх спроможність забезпечити визначений рівень працездатності при виконанні визначених їм функцій: ефективне інформаційне та інтелектуальне (аналітичне) забезпечення територіально розподілених, але функціонально взаємозалежних груп посадових осіб органів управління (ОУ) в процесі вироблення ними управлінських рішень.

Будь-яка інформаційно-аналітична система S_{IAC} описується відношенням типу:

$$S_{IAC} \subseteq T \times D \times P \times U, \quad (1)$$

де T – множина технічних засобів інформаційно-аналітичної системи;

D – множина баз даних системи;

P – множина програмних засобів системи;

U – множина користувачів системи.

База даних (БД) є найважливішою компонентою ІАС і від її надійного функціонування залежить ефективне виконання практично всіх функцій системи.

Найпростішу модель для оцінки надійності роботи бази даних інформаційно-аналітичної системи можна представити як відновлювану систему з обмеженим об'ємом запасних частин (у нашому випадку – реплік БД).

Розглянемо систему БД із “теплим” резервуванням, що піддається пуассонівському потоку відмов з інтенсивністю λ .

У цій системі є n локальних копій, тобто реплік БД, а також файлів внесених змін (локальних журналів транзакцій).

У найпростішому випадку відновлення реплік здійснюється за допомогою еталонної версії БД, а їхня подальша актуалізація виробляється на основі відповідного локального журналу змін.

Вважатимемо, що витрати часу на відновлення деякої репліки БД за допомогою еталонної версії набагато вищі розглянутого інтервалу функціонування, оскільки вимагається здійснити пересилання досить значних об'ємів даних (повної копії еталонної БД), а також зробити їхню актуалізацію.

У цьому випадку надійність БД визначається ймовірністю того, що наявного числа її реплік вистачить для забезпечення стабільної роботи системи на інтервалі часу $(0, t)$, оскільки, при відмові будь-якої репліки БД, запити будуть переадресовані до однієї з реплік, які залишились в робочому стані.

Надійність бази даних інформаційно-аналітичної системи доцільно оцінювати як ймовірність того, що на інтервалі $(0, t)$ число відмов реплік БД буде не більше $(n-1)$, що обчислюється за формулою:

$$P_{\text{БД}}(t) = \sum_{k=0}^{n-1} P_k(t) = e^{-\lambda t} \sum_{k=0}^{n-1} \frac{(\lambda t)^k}{k!} \quad (2)$$

Дану величину можемо прийняти за оцінку ймовірності безвідмовної роботи системи з "теплим" резервуванням, яка містить n реплікованих БД ІАС, на момент часу t .

Позначивши через $P_{\text{БД}}^{\text{ВІМ}}$ рівень надійності БД, що вимагається у складі ІАС, можна визначити кількість $n^{\text{ВІМ}}$ реплік БД, що вимагається для її роботи з рівнем надійності $P_{\text{БД}}^{\text{ВІМ}}$ за час t , з урахуванням виразу (2) за формулою

$$n^{\text{ВІМ}} = \arg \min_{n=1,2,\dots} \left\{ \sum_{k=0}^{n-1} \frac{(\lambda t)^k}{k!} \geq P_{\text{БД}}^{\text{ВІМ}} e^{\lambda t} \right\} \quad (3)$$

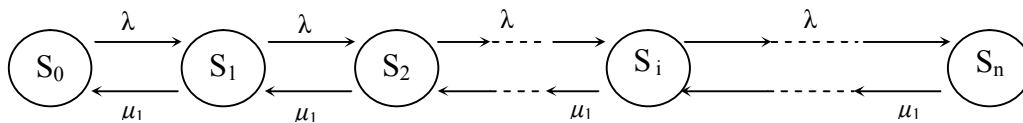


Рис. 1. Граф зв'язку станів системи у вигляді марківського ланцюга

Дана схема переходів станів складної системи відома як марківський ланцюг "загибелі-розмноження" [8].

Також розглянемо приведену інтенсивність потоку відмов, яка визначається $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$.

Базова модель розрахунку надійності БД ІАС для графа, наведеного на рис. 3, визначимо через так звані кінцеві ймовірності станів системи за фо-

розглянемо більш складну, але досить реальну ситуацію, коли в територіально-розподілених вузлах обробки даних інформаційно-аналітичної системи здійснюється локальне резервне копіювання станів реплік БД через деякі апіорно задані інтервали часу.

При цьому передбачається, що послідовність зняття резервних копій (тобто контрольних точок) у цілому для всієї системи синхронізована.

У цьому випадку кожна з реплік БД відновлюється зі своєї останньої локальної резервної копії (РК), а далі здійснюється її актуалізація відповідно до локального журналу змін.

Подальша побудова моделей, призначених для оцінки характеристик надійності розглянутої системи, буде здійснюватись на основі формалізації кінцевих ланцюгів Маркова [7].

Розглянемо наступні стани системи:

S_0 – у системі всі репліки БД функціонують та доступні;

S_1 – одна з реплік перебуває в стані відмови (непрацездатна), здійснюється її відновлення за допомогою відповідної локальної РК;

S_2 – дві репліки в стані відмови;

...

S_n – усі наявні репліки БД ІАС перебувають у стані відмови, здійснюється їхнє відновлення. Саме в цьому випадку можна говорити про відмову всієї БД ІАС, оскільки жодна з реплік не буде працездатною та доступною для роботи користувачів.

Як і раніше, будемо вважати, що система піддається пуассонівському потоку відмов з інтенсивністю λ , а відновлення кожної з реплік здійснюється з інтенсивністю μ .

Граф зв'язку станів системи можна представити у вигляді марківського ланцюга (рис. 1).

рмулою Эрланга [9], (враховуючи при цьому, що

$$\mu_1 = \mu, \mu_2 = 2\mu, \mu_3 = 3\mu, \dots, \mu_n = n\mu):$$

$$p_0 = (1 + \rho + \frac{\rho^2}{2!} + \frac{\rho^3}{3!} + \dots + \frac{\rho^n}{n!})^{-1};$$

$$p_1 = \rho p_0;$$

$$p_2 = \frac{\rho^2}{2!} p_0;$$

$$\begin{aligned}
 p_3 &= \frac{\rho^3}{3!} p_0; & (4) \\
 &\dots; \\
 p_n &= \frac{\rho^n}{n!} p_0; \\
 \sum_{i=0}^n p_i &= 1.
 \end{aligned}$$

Ймовірність безвідмовної роботи розглянутої схеми функціонування бази даних інформаційно-аналітичної системи обчислюється за допомогою системи рівнянь (4), яка описує кінцеві ймовірності всіх можливих станів системи в рамках даної моделі:

$$Q_{БД} = 1 - p_n = 1 - \frac{\rho^n}{n!} p_0. \quad (5)$$

Висновок

Даний підхід дозволяє за допомогою нескладних викладок, на основі експертних оцінок інтенсивностей потоків відмов і відновлення, одержати досить адекватні оцінки таких важливих показників надійності інформаційно-аналітичної системи, як ймовірність безвідмовної роботи, ймовірність роботи із продуктивністю не нижче заданої й т.д.

Наведені алгоритми розрахунку надійності реалізовані програмно.

Список літератури

1. Ляшенко І.О. Мережоцентризм у військовій справі / І. О. Ляшенко // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – 2009. – № 2 (5). – С. 78-81.

2. Ляшенко І.О. Еволюція розвитку концепцій ведення збройної боротьби / І.О. Ляшенко // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – 2009. – № 3(6). – С. 23-25.

3. Ляшенко І. О. Застосування перспективних інформаційних технологій у збройній боротьбі / І.О. Ляшенко // Труды університету. – 2010. – № 1 (94). – С. 144-150.

4. Ляшенко І.О. Кібернетичний простір - як еволюція розвитку інформаційних технологій / І.О. Ляшенко // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – 2010. – № (7). – С. 18-21.

5. Ляшенко І.О. Кібернетичні операції - майбутня форма збройної боротьби / І. О. Ляшенко, В.А. Кириленко // Зб. наук. пр. № 53. Серія: військові та технічні науки / гол. ред. В.О. Балашов – Хмельницький: Вид-во Нац. академії ДПСУ, 2010. – 162 с.

6. Бройдо В.Л. Вычислительные системы, сет и телекоммуникации / В.Л. Прождо. – СПб. : Питер, 2003. – 688 с.

7. Снелл Дж. Конечные цепи Маркова / Кемени Дж., Снелл Дж. – М. : Наука, 1970.

8. Вентцель Е.С. Исследование операций / Вентцель Е.С. – М. : Сов. радио, 1972. – 55 с.

9. Бейз Г. Компьютерная математика / Г. Бейз, Д. Кук. – М. : Наука, 1990. – 383 с.

Надійшла до редколегії 6.05.2010

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ю.В. Кравченко, Національний університет оборони України, Київ.

РАСЧЕТ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЕЖНОСТИ БАЗ ДАННЫХ КАК СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ИНТРОСЕТЕЙ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ УКРАИНЫ

И.А. Ляшенко

Предложены математические модели для расчета функциональной надежности информационно-аналитических систем интросетей Вооруженных Сил Украины.

Ключевые слова: информационно-аналитическая система, функциональная надежность, базы данных, программное обеспечение.

CALCULATION OF FUNCTIONAL RELIABILITY OF DATABASES AS TO THE CONSTITUENT OF THE INFO ANALYTIC X SYSTEMS OF INTRONET MILITARY POWERS OF UKRAINE

I.O. Lyashenko

Mathematical models are offered for the calculation of functional reliability of the info analytic systems of intronet Military Powers of Ukraine.

Keywords: info analytic system, functional reliability, databases, software.