

А. О. Петров

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕДУРИ ВИПРОБУВАНЬ ЖИВУЧОСТІ СИСТЕМ КРИТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ЗА СХЕМОЮ БЕРНУЛЛІ

Акцентується увага на проблемі визначення живучості та надійності інформаційних систем критичного застосування. Отримані результати дозволяють визначити мінімально необхідний обсяг біноміальних випробувань з зупинкою таких систем.

Ключові слова: надійність, живучість, випробування, біноміальна схема

1. Вступ

Задача визначення мінімально необхідного обсягу біноміальних випробувань з зупинкою в системах критичного застосування, як правило, ставиться на імовірнісній основі. Статистична постановка проблеми дозволяє знайти залежність числа резервних об'єктів, які підлягають іспитам щодо живучості або надійності [1], від обсягу запланованих іспитів, як на етапі попереднього настроювання, так і в процесі експлуатації [2]. Процедура визначення дозволяє встановити та перевірити вимоги по живучості до i -го каналу ($1 < i < \infty$), який проходить іспити.

2. Постановка проблеми

Постановкою завдання для послідуєчого вирішення є задача знаходження мінімального обсягу біноміальних випробувань з зупинкою інформаційних систем критичного використання з метою забезпечення оптимального рівня їх живучості.

3. Основна частина

3.1. Аналіз літературних джерел по темі дослідження. Задача визначення мінімально необхідного обсягу біноміальних випробувань з зупинкою завжди була предметом наукових та практичних дискусій. Серед достатньої кількості публікацій по вказаній тематиці, основними роботами є праці Р. Барлоу, Ф. Прошана та І. Герцбаха, які висвітлюють багато аспектів вказаної проблеми стосовно складних систем. У роботах О. Ракова, О. Большова, Є. Барзиловича, В. Каштанова, Н. Северцева, Р. Судакова та інших вчених розглядаються питання як прогнозування технічного стану та надійності складних систем в залежності від їх конструктивних параметрів та умов експлуатації, так і питання їх оптимальної структури з точки зору підвищення надійності. Крім того, окремі рішення зазначеної задачі були опубліковані в [1–5]. Більшість робіт, що стосуються теорії біноміаль-

них випробувань з зупинкою, дають аналіз та вирішення таких питань як підвищення живучості систем, роботи до першого відмовлення, стійкості до зовнішніх впливів і т. д. В той же час досить рідко зустрічаються роботи, що дають відомості про найбільш точний обсяг іспитів щодо встановлення надійності та живучості.

3.2. Результати досліджень. Визначимо мінімально необхідний обсяг контрольних випробувань інформаційних систем критичного використання за біноміальною схемою з зупинкою. При цьому розглянемо питання скорочення обсягу контрольних випробувань за рахунок структурної надмірності, що властива таким системам.

У відповідності до схеми біноміальних випробувань, їх обсяг n заздалегідь обмовляється, а самі вони ведуться послідовно до його вичерпання, якщо число відмовлень r дорівнює нулю чи до першого відмовлення – в протилежному випадку. При цьому γ – нижня межа \underline{R} , як показав Р. В. Судаков, для ймовірності R безвідмовної роботи, наприклад, резервного каналу, в одному випробуванні знаходиться по формулі:

$$\underline{R} = (1 - \gamma)^{\frac{1}{n'}}, \quad (1)$$

де $n' = n$ при $r = 0$ і n' – число випробувань до першого відмовлення при $r \neq 0$.

Якщо R_T – необхідне значення для R , а β_q – припустиме значення ризику споживача в C_0 – процедурі (див. далі формулу (3)) контролю за виконанням вимог до R , то, з огляду на те, що $\beta = P(P^L \geq P^{LH} | P^L < P^{LH})$, отримаємо умову приймання каналу:

$$n' \geq n_0 = \frac{\ln \beta_q}{\ln R_T}. \quad (2)$$

Число n_0 є мінімально необхідним числом випробувань. Значення n_0 в залежності від R_T , як правило, мають експоненційну залежність.

Розглянемо ситуацію, коли знаходиться число n'_m автономних випробувань кожного з m каналів

системи критичного використання у якій всі вони з'єднані послідовно. При цьому припускаємо, що канали випробуються за біноміальним планом з зупинкою.

Теорема. Нехай розглядається система, що складається з m незалежних об'єктів, кожен з яких випробується за біноміальним планом з зупинкою в ситуації, коли умова приймання (2) застосовується при випробуваннях n' зразків системи ($n' \leq n_0$) з однаковою, але невідомою ймовірністю R безвідмовної роботи для кожного випробування. При цьому величини n'_i незалежні для $i = \overline{1, m}$. Нехай об'єкти в системі з'єднані послідовно, $P = R_1 \cdot R_2 \cdot \dots \cdot R_m$ — невідома ймовірність безвідмовної роботи, P_T — необхідне значення для P . Нехай контроль за виконанням вимог до P здійснюється відповідно до C_0 — процедури шляхом перевірки виконання умови:

$$\underline{P}_\gamma \geq P_T, \quad \gamma = 1 - \beta_q, \quad (3)$$

де β_q — припустимий ризик замовника, а P_T — статистика, що є γ — нижньою межею для P . Тоді при будь-якому кінцевому m умова приймання для кожного з об'єктів системи записується у вигляді:

$$n'_i \geq n_0 = \frac{\ln \beta_q}{\ln P_T}, \quad i = \overline{1, m}. \quad (4)$$

Доказ. Як показано в працях Р. В. Судакова, статистика $\underline{P} = (1 - \gamma)^{\frac{1}{n'}}$ є γ — нижньою межею для добутку $P = R_1 \cdot R_2 \cdot \dots \cdot R_m$ невідомих ймовірностей R_i . Крім того, в якості γ — нижньої межі $\underline{R} = \underline{R}_{[0, t_0]}$ для ймовірності безвідмовної роботи $R = R_{[0, t_0]}$ «нової» системи (тобто після відновлення) на першому циклі $[0, t]$ її функціонування, може бути прийнята статистика $\underline{R} = \underline{R}_{[0, t_0]} = (1 - \gamma)^{\frac{1}{n'}}$. Там же автором показано, що при незалежності величин n'_i , коли n' є меншою з величин n_i , статистика $\underline{P}_{[0, t_0]} = (1 - \gamma)^{\frac{1}{n'}}$ (при $n' = \min_i n'_i$) є такою γ — нижньою межею, що не поліпшується відносно n'_i для невідомої ймовірності $P = R_1 \cdot R_2 \cdot \dots \cdot R_m$ безвідмовної роботи системи в цілому на інтервалі $[0, t_0]$, де $R_i = R_{[0, t_0]}$ — ймовірність безвідмовної роботи i -го об'єкта на цьому ж інтервалі. Тоді $\underline{P}_\gamma = \min_{1 \leq i \leq m} \underline{R}_{i\gamma}$, де $\underline{R}_{i\gamma} = (1 - \gamma)^{\frac{1}{n'_i}}$. Так як в силу цього $\underline{P}_\gamma \geq P_T \Leftrightarrow \bigwedge_{i=1}^m (\underline{R}_{i\gamma} \geq P_T)$, то виконання умови (3) еквівалентно виконанню m умов

$$\underline{R}_{i\gamma} \geq P_T, \quad \gamma = 1 - \beta_q, \quad i = \overline{1, m}, \quad (5)$$

тобто m умов (4).

Підкреслимо, що в умовах (4) і (5), що накладаються на кожний з об'єктів системи, фігурують ті ж числа P_T та β_q , що й в умові на систему в цілому. Ефекту «дроблення вимог» не виникає в силу того, що γ — нижня межа (1) є ідеальною для R . При цьому мінімально необхідний обсяг n_0 випробувань не залежить від числа m об'єктів у системі.

Література

1. Казакова Н. Ф. Оцінка живучості систем моніторингу інформаційного простору [Текст] / Н. Ф. Казакова // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2012. — Т. 4, № 2(58). — С. 12–15.
2. Мінін А. В. Концепція контрольних випробувань резервних систем на основі біноміальної схеми [Текст] / О. О. Скопа, С. Л. Волков, А. В. Мінін // Інформаційна безпека. — Луганськ : СНУ ім. В. Даля. — 2011. — № 2(6). — С. 69–76.
3. Скопа О. О. Принципи вибору формальних параметрів при побудові профілей захисту інфорресурсів [Текст] / Ю. В. Щербина, С. Л. Волков, О. О. Скопа // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2012. — Т. 5, № 2(59). — С. 31–33.
4. Скопа О. О. Статистичне тестування симетричних криптографічних перетворень [Текст] / О. О. Скопа // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2011. — Т. 4, № 9(52). — С. 15–18.
5. Казакова Н. Ф. Поэтапное тестирование и подбор составных элементов генераторов псевдослучайных последовательностей [Текст] / Н. Ф. Казакова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2010. — Т. 2, № 8(44). — С. 44–48.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ ИСПЫТАНИЙ ЖИВУЧЕСТИ СИСТЕМ КРИТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПО СХЕМЕ БЕРНУЛЛИ

А. А. Петров

Акцентируется внимание на проблеме определения живучести и надежности информационных систем критического применения. Полученные результаты позволяют определить минимально необходимый объем биномиальных испытаний с остановкой таких систем.

Ключевые слова: надежность, живучесть, испытания, биномиальная схема.

Антон Александрович Петров, соискатель кафедры Безопасности информационных систем Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля, тел.: (099) 065-12-08, e-mail: thorn.aar@gmail.com.

IMPROVEMENT TEST OF CRITICAL SYSTEMS SURVIVABILITY THE BERNOULLI SCHEME

A. Petrov

The attention to the problem of determining the survivability and reliability of information systems of critical applications. These results allow us to determine the minimum required amount of binomial test with a stop of such systems.

Keywords: reliability, durability, testing, binomial scheme.

Anton Petrov, searcher of the Department the Security of Information Systems East Ukrainian National University named after Volodymyr Dahl, tel.: (099) 065-12-08, e-mail: thorn.aar@gmail.com.