

ББК 7 973.233 - 021.1 В 647 + *4-021.1 В 647
 УДК 519.21, 330.4

М.Т. Корнійчук, О.І. Романов, І.К. Совтус, М.О. Шутко

РИЗИК І НАДІЙНІСТЬ. АЛЬТЕРНАТИВА КАТЕГОРІЙ ТА ПРОБЛЕМИ ЇХНЬОЇ ФОРМАЛІЗАЦІЇ

Досліджено методологічні аспекти поняття і визначення ризику та надійності. Запропоновано їхні дефініції як категорій. Побудовано в інтегральних образах стохастичну модель оцінювання ризику системи обробки інформації з урахуванням альтернативності.

Проблеми розробки, проектування, впровадження та оцінювання надійності складають зміст переважної частини наукових праць, присвячених теорії надійності. Це стосується як чисто теоретичних (математико-ймовірнісних), так і прикладних робіт або робіт, які мають обмежене застосування. В методологічному аспекті завжди, коли мовиться про надійність, мається на увазі її певна характеристика, а саме: ймовірність безвідмовної роботи, наробіток на відмову, коефіцієнт використання та ін. Сама ж надійність як понятійне означення, тобто як категорія не визначається.

Якщо абстрагувати поняття надійності і не прив'язувати його до певного об'єкта, то одержимо можливість глибше і змістовніше зрозуміти його суть, а тому всеоб'ємність цієї і категорії всепроникність її в зміст об'єктів навколишнього середовища і простору взагалі. Тому розуміння і сприйняття поняття надійності знаходиться в площині одночасного розуміння і сприйняття його альтернативи. Альтернативою надійності є ризик, який закриває ланку дуальності в ланцюгу категорій «надійність-ризик», і саме він є протилежною категорією до категорії надійності, що повністю вписується в стохастичну модель об'єктів навколишнього простору. Ризик як категорія – це основне логічне поняття, що відбиває найзагальніші закономірні зв'язки й відношення, включаючи стохастичні.

Надійність і ризик є випадковими подіями в певному стохастичному експерименті, тому природно вимірювати їх імовірністю, яка є основною й найінформативнішою характеристикою обох цих категорій. Надійність і ризик є несумісними подіями. В сумі вони заповнюють увесь простір елементарних подій, що відповідає певному стохастичному експерименту. Це означає, що сума їхніх імовірностей дорівнює одиниці, тобто

$$P(N) + P(R) = 1, \quad (1)$$

де N – надійність; P – ризик.

З викладеного вище випливає, що базовими чинниками для визначення як надійності, так і ризику об'єкта є ймовірнісні характеристики, тобто величини такого типу, що наведені в рівнянні (1). При певному ступені конкретизації дослідження об'єкта вони описують

імовірності конкретніших подій чи значень випадкової величини. Так, наприклад, для категорії надійності – це може бути ймовірність перебування певних параметрів об'єкта в допустимих межах протягом певного часу в процесі нормального функціонування цього об'єкта. Всі інші характеристики надійності (наробіток на відмову, коефіцієнт готовності та ін.) є похідними від цієї ймовірності і повністю визначаються нею. Обернене твердження не існує: всі інші характеристики надійності навіть в сукупності не визначають, взагалі кажучи, вказаної ймовірності, що лише підтверджує її базовий найповніший інформативний характер.

Проілюструємо висловлені теоретичні міркування на прикладі оцінювання ризику і надійності систем обробки інформації з часовим резервуванням [4].

Для систем переробки інформації суттєвою характеристикою [1-4] є здатність опрацювати інформацію (за заданими технологіями, алгоритмами, моделями, програмами) певного об'єму за визначений проміжок часу. Позначимо через τ довжину проміжка часу, що є технологічно необхідним для опрацювання інформації заданого об'єму за заданим алгоритмом. Через t позначимо виділений час для обробки інформації. Бачимо, що при $t < \tau$ задача обробки інформації системою є неможливою, тобто постановка її є некоректною. При $t = \tau$ ця задача, що не має часового резервування, може бути поставленою, але лише за абсолютної відсутності відмов та збоїв систем обробки інформації протягом даного часу. При $t = \tau$ задача має практичне значення, оскільки надлишковість $t - \tau$ часу дозволяє передбачити в процесі функціонування систем можливі відмови, які за виділений час (не більший ніж $t - \tau$) відновлюються. Різниця $t - \tau$ тут, як бачимо, є часовим резервом.

Для того, щоб описати процес функціонування автоматизованих систем обробки інформації та оцінити його надійність, введемо характеристику – ймовірність $A(t, \tau)$ виконання завдання системою, під якою будемо розуміти ймовірність того, що система обробки інформації опрацювала інформацію довжини τ за відведений на це опрацювання час t з урахуванням надійності системи, тобто з урахуванням її можливих відмов. При цьому варто мати на увазі специфічні особливості систем обробки інформації, в яких відмови системи не завжди просто припиняють опрацювання інформації. Іноколи відмова призводить до того, що деяка частина опрацьованої інформації спотворюється.

В системах обробки інформації відмови по-різному впливають на процес розв'язування задачі. Існують такі відмови, що не впливають на частину результату, отриманого до відмови. Характер впливу такої відмови на перебіг розв'язку задачі полягає в тому, що він ніби притримує процес розв'язування задачі, але після відновлення цієї відмови ми продовжуємо розв'язувати задачу, використовуючи ту частину її результату, що була одержана до настання відмови.

Існує й інший вид відмов, характер післядії яких полягає в тому, що відмова витирає чи спотворює частину результату, одержану до настання відмови. Інакше кажучи, відмова настає в такому пристрої, а одержана частина розв'язку задачі втрачається, або, якщо й не втрачається, то скористатися нею неможливо, оскільки правильність результатів перестає бути достеменною.

Отже, якщо в процесі функціонування автоматизованої системи обробки інформації настала така відмова, то після її відновлення потрібно всю роботу починати спочатку.

Відмовами першого роду будемо називати ті відмови, після відновлення яких потрібно починати розв'язувати задачу спочатку незалежно від того, на якому етапі її розв'язку відбулася відмова. Відповідно відмовами другого роду назвемо ті відмови, після відновлення яких розв'язування задачі можна продовжувати далі.

Нехай течія відмов системи обробки інформації є пуассонівською з параметром λ , ймовірність того, що надійшла відмова першого роду з післядією дорівнює p , другого роду – q , при цьому $p + q = 1$. Час відновлення після відмови є випадковою величиною, розподіленою за експоненціальним законом з параметром ν для відмов першого роду і μ – для відмов другого роду. Припустимо, що на розв'язок задачі об'ємом часу τ виділено час для розв'язування t . Знайдемо ймовірність $A(t, \tau)$ того, що система обробки інформації розв'яже задачу з часом виконання τ за час t .

Для побудови моделі розв'язку задачі оцінювання ризику і надійності $A(t, \tau)$ автоматизованої системи розглянемо такі величини. Позначимо через η_i корисно пропрацьований системою час між послідовними $(i-1)$ та i -ю відмовами першого роду

$$\eta_i = \xi_1 + \xi_2 + \dots + \xi_i + \dots + \xi_r,$$

де ξ_j ($j = 1, 2, \dots, r$) – час неперервної роботи системи між $(j-1)$ та j -ю відмовами другого роду; r – кількість реалізацій ξ_j між відмовами першого роду. Позначимо також через $\xi_i = \max \eta_i$ та через σ_i корисно пропрацьований час від моменту відновлення останньої відмови першого роду до моменту часу t . Тоді подія, яка полягає в тому, що задача довжини τ буде розв'язана за час t , дорівнює об'єднанню наступних двох подій: $\{\sigma_i \geq \tau\} \cup \{\xi_i \geq \tau\}$.

Ризик невиконання завдання $R(t, \tau)$

$$R(t, \tau) = P(\xi_i < \tau, \sigma_i < \tau / \lambda \cup \xi_i < \tau, \sigma_i < \tau / \mu \cup \xi_i < \tau / \nu). \quad (2)$$

Ймовірність задовільної роботи $A(t, \tau)$ можна записати як:

$$A(t, \tau) = 1 - R(t, \tau).$$

Формально записана ймовірність (2) означає ймовірність об'єднання таких трьох подій: події $\{\xi_i < \tau, \sigma_i < \tau\}$ за тієї умови, що система в момент часу t працює; події $\{\xi_i < \tau, \sigma_i < \tau\}$ за умови, що система в момент часу t перебуває в стані відновлення після настання відмови другого роду; події $\{\xi_i < \tau\}$ за умови, що система в момент часу t перебуває в стані відновлення після настання відмови першого роду.

Визначимо векторний тривимірний випадковий процес

$$\{\xi_i, \sigma_i, k_i\},$$

де k_i – випадкова величина стану, в якому перебуває система обробки інформації в момент часу t , тобто випадкова величина, що показує чи система працює ($k_i = \lambda$), чи перебуває в

стані відновлення після настання відмови першого роду ($k_t = \nu$), чи перебуває в стані відновлення після настання відмови другого роду ($k_t = \mu$).

Якщо введемо позначення для розподілів

$$F_\lambda(t, x, y) = P\{\xi_t < x, \sigma_t < y, k_t = \lambda\},$$

$$F_\mu(t, x, y) = P\{\xi_t < x, \sigma_t < y, k_t = \mu\},$$

$$F_\nu(t, x) = P\{\xi_t < x, k_t = \nu\}$$

при заданих початкових умовах, які позначимо

$$F_\lambda(0, x, y) = \alpha(x, y), \quad F_\mu(0, x, y) = \beta(x, y), \quad F_\nu(0, x) = \gamma(x),$$

то користуючись методами роботи [4], одержимо формулу для оцінювання ризику зриву виконання завдання, а саме:

$$R(t, \tau) = F_\lambda(t, x, y) + F_\mu(t, x, y) + F_\nu(t, x), \quad (3)$$

де функції в правій частині рівності (3) мають явний вигляд в інтегральних образах. Відповідно надійність системи

$$N(t, \tau) = 1 - R(t, \tau).$$

Таким чином, одержані формули оцінювання ризику і надійності систем є прикладом формалізації категорій ризику і надійності для досить складного але структурованого процесу функціонування складних систем з часовим резервуванням.

Список літератури

1. Корнийчук М.Т. Математические модели оптимизации и оценивания надежности и эффективности функционирования сложных радиотехнических систем. – К.: КВИРТУ ПВО, 1980. – 280 с.
2. Хенлі Е.Дж., Кумамото Х. Надежность технических систем и оценки риска. – М.: Машиностроение, 1984. – 528 с.
3. Вітлінський В.В., Наконечний С.І. Ризик у менеджменті. – К.: ТОВ «Борисфен-М», 1996. – 336 с.
4. Корнийчук М.Т., Совтус И.К. Стохастические модели последствий отказов и оценивания надежности систем обработки информации // Сб. науч. тр. – Вып.2. – К.: МОУ, КВІУЗ, 1998. – С.120-132.

Стаття надійшла до редакції 3 квітня 2000 року.