

В'ячеслав Ковтун, к.т.н., доц., Юлія Нестюк

## ОЦІНЮВАННЯ ЧАСУ ДО ВІДМОВИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ КРИТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПІД ВПЛИВОМ КОМПЛЕКСНИХ НЕГАТИВНИХ ФАКТОРІВ

В науковому напрямку дослідження процесів в інформаційних системах (ІС) у таксономії гарантоздатності синтез профільних моделей здійснюється на різних рівнях абстракції. Найреалістичніші результати демонструють теоретико-імовірнісні моделі, синтезовані у формалізмі теорії Маркова. Втім, у відомих моделях функціонування ІС галузь їх застосування ігнорується, тоді як, наприклад, для ІС загального призначення допускається звуження спектру функціональних сервісів заради покращення живучості, а для інформаційних систем критичного застосування (ІСКЗ) таке є неприпустимим. Отже, орієнтоване на врахування специфіки ІСКЗ моделювання процесу експлуатації останніх в реальних умовах є актуальним.

Узагальнимо ідентифікатором  $s_0$  стан ІСКЗ, перебуваючи в якому остання повністю реалізує своє функціональне призначення. Якщо у дискретний момент часу  $t$  на систему із імовірністю  $q_i$  здійснюється вплив  $i$ -го негативного фактору (НФ),  $i = \overline{1, n}$ , то система переходить у відповідний стан  $s_i$ , з якого у дискретний момент часу  $t+1$  може перейти в один із станів з множини  $\{s_0, s_{n+1}\}$ , де стан  $s_{n+1}$  характеризує ситуацію, коли НФ вражає систему і остання припиняє своє функціонування реалізуючи відповідний протокол функціональної безпеки. Протидіяти впливу НФ активуючи відповідні захисні механізми має керована правилами політики безпеки підсистема інформаційного захисту (ПІЗ). В результаті, ПІЗ або із імовірністю  $r_i$  нейтралізує вплив  $i$ -го НФ і у момент часу  $t+1$  ІСКЗ перейде у стан  $s_0$ , або із імовірністю  $\bar{r}_i = 1 - r_i$  ПІЗ не впорається із НФ і ІСКЗ у момент часу  $t+1$  перейде у стан  $s_{n+1}$ . Описаний перебіг подій, що характеризує процес експлуатації ІСКЗ, найкраще моделюється дискретним марковським ланцюгом [1] із перехідною матрицею, зображеною на рис. 1, де  $i, j = \overline{1, n+1}$ ,  $q_0 = 1 - \sum_{i=1}^n q_i$ .

$$\Pi = \{\pi_{ij}\} = \begin{pmatrix} q_0 & q_1 & q_2 & \dots & q_n & 0 \\ r_1 & 0 & 0 & \dots & 0 & \bar{r}_1 \\ r_2 & 0 & 0 & \dots & 0 & \bar{r}_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_n & 0 & 0 & \dots & 0 & \bar{r}_n \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Рис. 1- Перехідна матриця моделі процесу експлуатації ІСКЗ в умовах впливу НФ

У парадигмі Маркова імовірність перебування ІСКЗ у стані  $s_i$  в момент часу  $t$  із врахуванням матриці  $\Pi$  описується стохастичною величиною  $p_i(t)$ ,  $i = \overline{0, n+1}$ :

$$p_i(t+1) = \sum_{j=0}^{n+1} \pi_{ji} p_j(t), \quad (1)$$

де стохастична величина  $\pi_{ij}$  характеризує імовірність переходу ІСКЗ із стану  $s_j$  у стан  $s_i$ . Вважатимемо, що у початковий момент  $t=0$  цензурованого періоду експлуатації ІСКЗ остання перебувала у стані  $s_0$ :  $\{p_0(0) = 1, p_1(0) = 0, \dots, p_{n+1}(0) = 0\}$ .

Враховуючи сказане, визначимо імовірність перебування ІСКЗ у стані  $s_0$  в момент часу  $t > 0$  як  $p_0(t) = w^{-1} \left( (0.5(q_0 + w))^{t+1} - (0.5(q_0 - w))^{t+1} \right)$ , де додатній параметр  $w$  характеризує активовані ПІЗ захисні механізми (схему захисту):  $w^2 = q_0^2 + 4 \sum_{i=1}^n q_i r_i$ . Визначимо час до відмови (ЧВ) ІСКЗ як дискретний цілочисельний стохастичний параметр  $T$ , значення якого описує час за який досліджувана ІСКЗ перейде у стан  $s_{n+1}$ . Значення математичного сподівання і дисперсії стохастичної величини  $T$ , закон розподілу якої визначений з врахуванням імовірності  $p_0(t)$ , є об'єктивними кількісними характеристиками ефективності задіюваної ПІЗ схеми захисту для протидії НФ. Втім, моделювання одночасного впливу кількох НФ на ІСКЗ, а також моделювання ситуації, коли в результаті функціонування ПІЗ ІСКЗ переходить не у кінцеві стани  $s_0, s_{n+1}$ , а у проміжні стани  $s_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ , потребує додаткового дослідження.