

ПРИНЦИПИ "ЯДРО-ОБОЛОНКА" ТА ТЕХНІЧНОГО КАНІБАЛІЗМУ І МОДЕЛІ ОЦІНКИ ЖИВУЧОСТІ СКЛАДНИХ СИСТЕМ

д.т.н., проф. В.С. Харченко, Г.В. Фесенко

Систематизуються моделі оцінки живучості складних систем, що побудовані за принципом "ядро - оболонка" та припускають можливість реалізації принципу технічного канібалізму. Даються рекомендації щодо їх вибору.

Вступ. Для складних технічних комплексів (СТС), до числа яких належать авіаційні, ракетні та інші комплекси, характерні виключно високі вимоги до надійності (готовності) та живучості. Для дослідження таких СТС доцільно використовувати моделі систем з багатоступеневою деградацією та відновленням (СБДВ) [1]. При розробці науково - методичного апарату оцінки живучості СБДВ треба враховувати режими їх функціонування (РФ): режим чергування (РЧ), режим підготовки до використання (РПВ) та режим використання за призначенням (РВП), а також можливість їх відновлення як за допомогою ЗІП, так і шляхом реалізації принципу технічного канібалізму (ТК) [2].

Метою даної статті є систематизація моделей оцінки живучості СТС, в яких реалізуються обидва принципи (побудови підсистем $S_i \in S, i = \overline{1, m}$, у вигляді ядра (Y_i) - оболонки ($O_{ij}, i = \overline{1, w_i}$) та їх відновлення шляхом технічного канібалізму) та розробка рекомендацій щодо вибору цих моделей відповідно до режимів функціонування.

Умови реалізації принципів. Реалізація принципу технічного канібалізму передбачає, якщо до складу СТС входять однакові підсистеми, відновлення однієї підсистеми за рахунок іншої. Це особливо прийнятно тоді, коли окремі підсистеми побудовані за принципом «ядро - оболонка» («Я - О») [3].

Сформулюємо умови, необхідні для реалізації означених принципів. Припустимо, що кожне ядро та оболонка можуть знаходитись у двох станах: працездатності ($R(Y_i) = 1$) та стані відмови ($R(Y_i) = 0$). Тоді

$$\{(\exists S_i \in S: Y_i [R(Y_i) = 0]) \& (\exists O_{ij} \in O_i [R(O_{ij}) = 1])\} \& \{(\exists S_g \in S: Y_g [R(Y_g) = 1]) \& (\exists O_{gj} \in O_i [R(O_{gj}) = 0])\} .$$

Тобто, необхідна наявність хоча б однієї підсистеми з непрацездатним ядром та хоча б однією працездатною оболонкою, а також хоча б

однієї підсистеми з працездатним ядром та хоча б однією непрацездатною оболонкою. Даний принцип доцільно використовувати перед усім у РПВ та РВП. Відновлення можна також організувати і за рахунок ЗІП - підсистем. Дані підсистеми створюються у мирний час за рахунок працездатних елементів непрацездатних комплексів, відновлення яких недоцільно та по яких прийняте рішення на розукомплектування. Перед початком використання дані підсистеми розміщуються у максимально захищених спорудах на відстанях та місцевості, які б забезпечили своєчасну доставку елементів, що входять до складу ЗІП - підсистем, до підсистем, що відновлюються.

Для оцінки живучості необхідно задати: архітектуру підсистеми (СТС), режим функціонування, причини відмов, а також параметри підсистем і СТС: інтенсивності відмови ядра $\lambda_{я}$, оболонки $\lambda_{о}$, засобів контролю $\lambda_{зк}$, перемикання $\lambda_{зп}$, мажоритування $\lambda_{зм}$, інтенсивність входу до профілактики $\lambda_{пф}$, інтенсивність відновлення ядра $\mu_{я}$, оболонки $\mu_{о}$, інтенсивність виходу з профілактики $\mu_{пф}$, повноту поточного контролю I та обсяг профілактики $I_{пф}$, який залежить від повноти контролю, глибини діагностування та відновлення, кількість та кратність екстремальних впливів (ЕВ) $n_{ЕВ}$ та $r_{ЕВ}$, координати розміщення підсистем $X(S_i)$, $Y(S_i)$ та ЗІП - підсистем $X(S_q^{ЗІП})$, $Y(S_q^{ЗІП})$, штрафний час, що призначається кожній оболонці у разі її відмови і неможливості або недоцільності заміни $t_{ш}(O_{ij})$, штрафний час, що обумовлений необхідністю доставки потрібної для заміни оболонки $t_{ш}^D(O_{ij})$, припустимий час на виконання задачі підсистемою T^n , кількість підсистем $n_{ПДС}$, яка повинна виконати завдання у межах припустимого часу, кількість обслуг відновлення $n_{ов}$, швидкість руху на маршруті обслуг відновлення v_m . З урахуванням вище сказаного сукупність моделей можна подати у вигляді таблиці (табл.1).

Таблиця 1

Характеристики моделей систем, що побудовані за принципом «Я - О»

№	Системи	РФ	Відмови	Параметри моделі	Тип моделі	Як відновлюється
1	Мажоритарно - резервовані, послідовно - паралельні структури	РЧ	Природні	$\lambda_{я}, \lambda_{о}, \lambda_{зк}, \lambda_{зп}, \lambda_{зм}, \lambda_{пф}, \mu_{я}, \mu_{о}, \mu_{пф}, I, I_{пф}$	Марківська (напівмарківська)	За рахунок ЗІП
2	СТС підсистеми	РПВ	Природні	$\lambda_{я}, \lambda_{о}, \lambda_{зк}, \lambda_{зп}, \lambda_{зм}, \mu_{я}, \mu_{о}$	Марківська (напівмарківська)	За рахунок ЗІП, шляхом ТК

3	СТС	РВП	ЕВ	$n_{ЕВ}, r_{ЕВ}, X(S_i),$ $Y(S_i), X(S_q^{ЗП}),$ $Y(S_q^{ЗП}), t_{ш}(O_{ij}),$ $t_{ш}^D(O_{ij}), T^n,$ $n_{ПС}^B, n_{ОВ}, v_m$	Імітаційна	Шляхом ТК, за рахунок ЗП- під- систем
---	-----	-----	----	--	------------	---------------------------------------

Використання марківської, напівмарківської та імітаційної моделей обумовлюється наявністю тих чи інших обмежень та можливих припущень. Для оцінки живучості використовуються наступні показники: функція збереження якості $\Phi_{зя}$ - імовірність застати систему у довільний момент часу з рівнем якості, не нижчим заданого (РЧ, РПВ); функція успішного виконання завдання в умовах ЕВ $\Phi_{ув}^{ЕВ}$ - імовірність того, що задана кількість підсистем зможе виконати завдання у межах припустимого часу після того, як мали місце ЕВ (РВП) . Множина стратегій відновлення формується з урахуванням: а) рівня деградації, з якого починається відновлення; б) стану СТС (підсистеми), що характеризується рівнем якості, до якого треба провести відновлення.

Постановки задач

1. Для моделі 1 (РЧ) можливі такі постановки задач.

1.1. Знайти таку стратегію відновлення та параметри системи технічного обслуговування $\lambda_{пф}, \mu_{пф}, I_{пф}$, за якими $P(S_1) \rightarrow \max, \Phi_{зя} \geq \Phi_{зя}^{визн}$ або $\Phi_{зя} \rightarrow \max, P(S_1) \geq P(S_1)^{визн}$, де $P(S_1)$ - ймовірність знаходження системи на найвищому рівні якості.

1.2. Знайти таку стратегію відновлення, для якої $\Phi_{зя} \geq \Phi_{зя}^{визн}, P(S_1) \geq P(S_1)^{визн}, I_{пф}(\lambda_{пф}, \mu_{пф}) \rightarrow \min$. Цільовою функцією за такою постановкою можуть бути як окремі параметри $\lambda_{пф}, \mu_{пф}$, так і загальна вартість профілактики $I_{пф}$, яка залежить від цих параметрів.

2. Для РВП можливі постановки завдань співпадають за своєю сутністю з заданими для окремих підсистем. Різниця полягає в тому, що показник $\Phi_{зя}$ оцінює СТС в цілому.

3. Для режиму використання за призначенням вирішуються задачі.

3.1. $n_{ЕВ} = 1, P(T_{ш} \leq T_{ш}^n) \geq P^{визн}(T_{ш} \leq T_{ш}^n)$.

3.2. $n_{ЕВ} \geq n_{ЕВ}^{визн}, P(T_{ш} \leq T_{ш}^n) \rightarrow \max$.

Висновки.

1. Означена сукупність моделей оцінки СТС, у яких реалізується принцип "Я - О" та технічного канібалізму, може розглядатися як база-ва та доповнюватися з урахуванням обмежень та припущень.

2. Ці моделі поєднуються у єдиний комплекс, у якому результати дослідження (оцінки параметрів) однієї моделі (наприклад, визначення вихідного стану СТС в режимі чергування) використовуються як вихідні дані для наступної моделі (наприклад, для оцінки живучості СТС у режимі використання за призначенням з урахуванням початкового стану).

3. За допомогою даних моделей можуть вирішуватись задачі:

а) визначення максимально припустимої кількості ЕВ, за яких підсистема ще здатна виконати своє завдання;

б) визначення мінімально необхідної кількості обслуг відновлення;

в) визначення найбільш прийнятних (з точки зору $\Phi_{зя}$) серед запропонованих наступних місць дислокації підсистеми.

ЛІТЕРАТУРА

1. Харченко В.С. О системах с многоступенчатой деградацией и восстановлением // Інформаційно - керуючі системи на залізничному транспорті. - 1997. - №1. - С. 3 - 9.

2.Сафронов О.В., Сафронов В.О. Відбудова зламаних зразків озброєння та бойової техніки засобом технічного канібалізму // Наука і оборона. - 1997. - № 1 - 2. - С. 26 - 27.

3.Харченко В.С., Лысенко И.В., Мельников А.В. Оценка и обеспечение живучести информационно - вычислительных и управляющих систем технических комплексов критического использования // Зарубежная радиоэлектроника. - 1996. - №1. - С. 64 - 80.