Література: 1. Виявлення та розслідування злочинів, що вчиняються з використанням комп'ютерних технологій. /Камлик М. І., Романюк Б. В., Гавловський В. Д., Хахановський В. Г., Цимбалюк В. С. /за заг. ред. Я. Ю. Кондратьєва. – К. НАВСУ. 2000. 2. Інформаційна безпека: проблеми боротьби зі злочинами у сфері використання комп'ютерних технологій /Голубєв В. О., Гавловський В. Д., Цимбалюк В. С. /За заг. ред. д. ю. н. Калюжного Р. А. –Запоріжжя: "Просвіта". 2001. 3. Цимбалюк В. С., Гавловський В. Д. Інформаційне право. Навчально-методичний комплекс. К. Інститут економіки управління та господарського права. 1999. 4. Швець М., Гавловський В., Калюжний Р., Цимбалюк В. С Інформаційне законодавство України: концептуальні основи формування. // Право України. 2001. № 7. С. 88 – 81.

УДК 621.391.82

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Олександр Серков
Національний технічний університет «ХПІ»

Анотація: **Узагальнено та формалізовано поняття живучості інформаційних систем, яке базується на позиції загальної теорії систем та теорії множин.**
Summary: **Is generalized and the concept of survivability of information systems is formalized which is based on a position of the general theory of systems and theory of sets.**
Ключові слова: **Живучість, інформаційна система, структурно-функціональне уявлення системи**.

I Вступ

Стрімкий розвиток інформаційних технологій та впровадження їх в усі сфери діяльності суспільства вимагає забезпечення безпеки інформації та інформаційних процесів. Однією із базових складових функцій безпеки, яка відтепер розглядається як одна із загальних задач захисту, є задача забезпечення живучості інформаційних систем. Це обумовлено наявністю загроз, що викликають деструктивні зміни як в інформації, так і в самих інформаційних системах. Таким чином, можливість виникнення порушень у функціонуванні інформаційних систем визначає актуальність проблеми визначення впливу загроз на основні характеристики інформаційних систем та процесів.

Складність побудови інформаційних систем обумовлює їх модельне дослідження з метою визначення основних показників функціонування. В той же час побудова адекватної моделі потребує формалізації процесу забезпечення живучості інформаційних систем та процесів. Однак зараз існує багато підходів до формального опису моделі захисту. У першу чергу слід відзначити теоретичні – ігрові, імовірнісні, детерміновані та графові моделі для аналізу живучості. Найповніше розроблені імовірнісні та детерміновані моделі для аналізу живучості.

Таким чином наявність різноманітних підходів до проблеми забезпечення живучості інформаційних систем [1–3] обумовило необхідність їх узагальнення та створення підходу до їх вирішення з єдиних позицій.

II Постановка завдання

Живучість інформаційної системи не може розглядатися відокремлено від зовнішнього середовища. При цьому під інформаційними системами будемо розуміти динамічні системи, що виконують свої функції на основі використання деякої інформації про ситуації та процеси, які здійснюються як за межами систем, так і у самих системах [4].

Діяльність зовнішнього середовища може бути кваліфікована як бажана, небажана та індиферентна. У найпростішому випадку, коли зовнішнє середовище стаціонарне та випадкове, його дії можливо спрогнозувати. Це дозволяє вжити певних заходів для захисту від небажаних впливів. Для не стаціонарного впливу можливо прогнозування з точки зору найбільш ймовірних дій, їх максимальної потужності. Таким чином небажаний вплив зовнішнього середовища може викликати руйнування на програмному та апаратному рівнях.

Умови, за яких інформаційна система існує та функціонує, описується безліччю вхідних **X** та вихідних **Y** об'єктів. Існування та функціонування інформаційної системи обумовлює реалізацію на безлічі **X** та **Y** деякого відношення $\mathbf{S} \subset \mathbf{X} \times \mathbf{Y}$, причому $\mathbf{S} \in \mathbf{S}^*$, де $\mathbf{S}^*$ – відношення, що реалізується системою. При цьому система має деяку структуру **st** із безлічі можливих структур **St** та набір функцій **f** із безлічі можливих наборів функцій **F.** Сукупність визначеної структури та функції обумовлює реалізацію відповідного

відношення. Зміна умов існування та функціонування інформаційних систем та процесів, що виникають за рахунок електромагнітних впливів, супроводжуються змінами структури системи та функцій її елементів. Таким чином необхідно формально визначити структурно-функціональне уявлення системи та умови її змін, що виникають за рахунок електромагнітних впливів. Інакше кажучи, необхідно формалізувати умови живучості інформаційної системи.

III Основна частина

Для формалізації умов живучості інформаційних систем спочатку наведемо наступні визначення:

Визначення 1. Зміною системи **S** під впливом **B** будемо називати відношення $B \times S \to S_b$, $(S_b \in S^{*)})$, таке, що для будь-якого впливу $b \in B$ знайдеться відображення $A_b : S \to S_b$.

$$\forall (x, y) \in S \qquad A_b (x, y) = (x_b, y_b) \Leftrightarrow (x_b, y_b) \in S_b.$$

Визначення 2. Структурно-функціональним уявленням системи **S** буде композит відображень $f \in F$ та $st \in St$ таких, що

$$S \cong f \circ st \Leftrightarrow (\forall x \in X, y \in Y\ (x, y)) \in S \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow ((\bar{x}(f \circ st(\bar{x}, \bar{y}))) \in \bar{S} \sim S).$$

Визначення 3. Структурно-функціональною зміною системи $S \cong f \circ st$ під впливом **B** будемо називати відношення $B \times (F \circ St) \to F \circ St$ таке, що для будь-якого $b \in B$ знайдеться відображення

$$T_b : (F \circ St) \to F \circ St.$$

При цьому $T_b = (T_b^f, T_b^{St})$, а для $\forall\ f \circ st \in F \circ St$

$$T_b(f \circ st) = (T_b^f(f)) \circ (T_b^{St}(st)) = f' \circ st \in F \circ St,$$

де **F** та **St** – відповідно безліч наборів функцій, що реалізуються елементами системи, та безліч можливих структур системи **S,** причому

$$T_b^f : F \to F, \quad T_b^{St} : St \to St.$$

Відображення T_b^f є функціональною, а відображення T_b^{St} є структурною зміною системи **S**.

Визначення 4. Система **S** є живучою, коли для будь-якого впливу $b \in B$ знайдеться відображення $A_b : S \to S_b$, таке, що

$$\forall x, x_b \in X \cap X_b$$
$$\exists y, y_b \in Y \cap Y_b : (x, y) \in S \Leftrightarrow (x_b, y_b) \in S_b.$$

Розглянемо твердження про умови живучості системи.

Твердження: Система **S** живуча тоді та тільки тоді, коли вона інваріантна відносно структурно-функціональних змін

$$\forall b \in B$$
$$\exists A_b : \forall x, x_b \in X \cap X_b\ \exists y, y_b \in Y \cap Y_b : ((x, y) \in S \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow (x_b, y_b) \in S_b) \Leftrightarrow A_b = T_b \circ A_b \circ T_b^{-1}.$$

Доведення: Необхідність. Позначимо $\bar{X} = X \cap X_b$, $\bar{Y} = Y \cap Y_b$. Припустимо, що для любого впливу $b \in B$ існує відношення A_b таке, що

$$\forall\ \bar{x} \in \bar{X},\ \forall\ \bar{y} \in \bar{Y}\ (\bar{x}, \bar{y}) \in S \Leftrightarrow (\bar{x}, \bar{y}) \in S_b.$$

Розглянемо систему $S_b \subset X_b \times Y_b$. Згідно з визначенням 2

$$\forall (x_b, y_b) \in S_b \quad \bar{y}_b = f' \circ st'(\bar{x}_b, \bar{y}_b).$$

Якщо прийняти до уваги визначення 3 та 4, то це співвідношення матиме наступний вигляд:

$$\bar{y}_b = T_b(f \circ st(\bar{x}, \bar{y})).$$

З урахуванням попереднього припущення:

$$\forall x_b \in \bar{X}, y_b \in \bar{Y} \quad f \circ st(\bar{x}_b, \bar{y}_b) = \bar{y}_b = A_b(\bar{y}) = A_b(f \circ st(\bar{x}, \bar{y})).$$

Підставляємо отриманий результат до попереднього співвідношення та одержуємо:

$$\bar{y}_b = T_b \circ A_b(f \circ st(\bar{x}, \bar{y})) \quad \forall x \in \bar{X},\ y \in \bar{Y}.$$

Крім того, одержане раніше рівняння з урахуванням припущення буде мати вигляд:

$$\bar{y}_b = f' \circ st'(A_b(\bar{x}, \bar{y})) = A_b(f' \circ st'(\bar{x}, \bar{y})).$$

Використовуючи визначення 3 та 4 одержуємо:

$$\bar{y}_b = A_b\,(T_b\,(f \circ st\,(\bar{x}, \bar{y})) = A_b \circ T_b(f \circ st\,(\bar{x}, \bar{y})),\ x,\ x_b \in \bar{X},\ y,\ y_b \in \bar{Y}.$$

Порівнюємо це співвідношення з одержаним раніш результатом. Отримуємо:

$$T_b \circ A_b = A_b \circ T_b.$$

Достатність: Припустимо, що існує співвідношення:

$$T_b \circ A_b = A_b \circ T_b,$$

у якому T_b та A_bзадовольняють визначенням 1 та 3. При цьому мають місце наступні включення:

$$A_b \subset \bar{S} \times \bar{S}_b,\ T_b \subset (F \circ St) \times (F' \circ St').$$

Розглянемо композит $A_b \circ T_b$ із урахуванням наведених вище включень:

$$A_b \circ T_b \subset (\bar{S} \times \bar{S}_b) \circ ((F \circ St) \times (F' \circ St')).$$

Згідно з зробленим раніше припущенням композит $A_b \circ T_b$ існує. Таким чином із останнього співвідношення з необхідністю випливає:

$$\bar{S} \cong f' \circ st'.$$

Тоді справедливе включення:

$$A_b \circ T_b \subset (F \circ St) \times \bar{S}_b.$$

Для існування композиції відображень $T_b \circ A_b$ згідно зі зробленим раніше припущенням необхідно, щоб виконувалася умова:

$$\bar{S}_b \cong f \circ st \in F \circ St,$$

бо тільки у цьому випадку композиція $T_b \circ A_b$ буде мати сенс:

$$T_b \circ A_b \subset ((F \circ St) \times (F' \circ St')) \circ (\bar{S} \times \bar{S}_b) = \bar{S} \times (F' \circ St').$$

Таким чином, маючи на увазі зроблені раніше припущення та одержані співвідношення, маємо:

$$(A_b \circ T_b = T_b \circ A_b) \Rightarrow (F \circ St) \times \bar{S}_b = \bar{S} \times (F' \circ St').$$

Результат імплікації існує завдяки визначенню 2 про структурно-функціональне уявлення системи та ствердження про те, що це уявлення може бути не одним.

Одержані умови свідчать про те, що $\bar{S} \cong f' \circ st' \cong \bar{S}_b \cong f \circ st$, отже $\bar{S} \cong \bar{S}_b$, причому $f \neq f'$, а $st \neq st'$. На базі цього $\forall\, b \in B\ \ \exists\, A_b$: $\bar{S} \to \bar{S}_b$. Крім того, коли $\bar{S} \subset X \times Y$, $\bar{S}_b \subset \bar{X}_b \times \bar{Y}_b$, то $\bar{S} \cong S_b$. $\Leftrightarrow (\bar{X} = \bar{X}_b$, $\bar{Y} = \bar{Y}_b$ та $\forall\ \bar{x} = x_b\ \ \exists\ \bar{y} = \bar{y}_b : (\bar{x}, \bar{y}) \in \bar{S} \Leftrightarrow (\bar{x}_b, \bar{y}_b) \in \bar{S}_b$.

Приймаючи до уваги, що $\bar{X}_b = \bar{X} = \{ x \mid x \in X \cap X_b \} = \{ x_b \mid x_b \in X \cap X_b \}$, $\bar{Y}_b = \bar{Y} = \{ y \mid y \in Y \cap Y_b \} = \{ y_b \mid y_b \in Y \cap Y_b \}$, стверджуємося у достатності умов твердження, що розглядаються:

$$\forall\, b \in B$$
$$\exists\, A_b: \forall x, x_b \in X \cap X_b$$
$$\exists y, y_b \in Y \cap Y_b : ((x, y) \in S \Leftrightarrow (x_b, y_b) \in S_b).$$

Доведення твердження закінчено.

IV Висновки

Зміна умов існування та функціонування системи, що виникає за рахунок загроз деструктивних впливів, супроводжується зміною структури системи та функцій її елементів. При цьому система здатна існувати та функціонувати, якщо ці зміни задовольняють вимогам твердження про живучість системи, а саме, якщо вона інваріантна відносно структурно-функціональних змін.

Література: 1. Черкесов Г. Н. Методы и модели оценки живучести сложных систем. – М.: Знание, 1987 – 55 с. 2. Введение в теорию живучести вычислительных систем / А. Г. Додонов, М. Г. Кузнецова, Е. С. Горбачик; Отв. ред. В. А. Гуляев.– Киев: Наук. думка, 1990. – 184 с. 3. Черних С. П. Розробка елементів теорії живучості інформаційних систем. // Системи обробки інформації. – Харків: НАНУ, ПАНМ, ХВУ. – 2001. – Вип. 4(14). С. 32–34. 4. Бреславец В. С., Серков А. А. Моделирование информационных систем с априорной неопределенностью // Вестник ХГПУ. Системный анализ, управление и информационные технологии. Сб. научн. работ. – Харьков: ХГПУ – 2000. – Вып. 108. – С. 55–59.