

УДК 681.35

П. В. Хусаїнов, к.т.н.

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації, м. Київ

ЗАДАЧА РОЗРОБКИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОБ'ЄКТУ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ

Розглядається постановка задачі на розробку математичної моделі технічного діагностування автоматизованої (інформаційної) системи. Наукова новизна полягає у використанні запропонованого понятійного апарату моделі «мережа однотипних програмно-апаратних засобів» для формалізації ключових логічних залежностей функцій об'єкту.

Ключові слова: модель об'єкта технічного діагностування, мережа однотипних програмно-апаратних засобів, автоматизована (інформаційна) система.

Вступ

Аналіз стану практики вирішення задач технічної діагностики на сьогодні свідчить про відсутність методології оцінки технічного стану складних програмно-апаратних систем (об'єктів) які відносяться до класу автоматизованих (інформаційних) систем (АІС). Особливої актуальності це питання набуває у військовій справі. До названого класу систем слід віднести:

- інформаційні системи пунктів управління, установ, підрозділів;
- програмно-апаратні комплекси розвідки і ціле вказування;
- інформаційні системи управління телекомунікаційною мережею і т. ін.

Ефективна система оцінка технічного стану є визначальною умовою для забезпечення та організації процесів відновлення працездатності, директивних значень комплексних показників надійності (готовності, оперативної готовності, технічного використання, простою) АІС, у тому числі, спеціального призначення.

Аналіз останніх публікацій

Згідно [1], засоби і об'єкти контролю (технічного діагностування) утворюють систему діагностування, яка реалізує встановлений (обраний) алгоритм діагностування (тестовий або функціональний). Розробка алгоритму діагностування обумовлює наявність математичної моделі об'єкту контролю (математичної моделі станів об'єкту технічного діагностування), яка створюється на основі її функціональної схеми та є методологічним базисом організації його діагностичного забезпечення.

На підставі [2-5] можна стверджувати, що основною рисою програмно-апаратної системи (класу АІС) слід вважати наявність функцій обчислювальної складової типових елементів, які входять до визначеного об'єкту контролю. Синтез математичної моделі об'єкту контролю потребує введення нового понятійно-формального апарату (внаслідок непридатності існуючих ме-

тодологічних підходів) для врахування у повній мірі характерних рис предметної галузі.

Загальна організація та особливості діагностичного забезпечення програмно-апаратних засобів систем спеціального призначення визначається внутрівідомчими нормативно-правовими актами, конструкторською та експлуатаційною документацією, як правило, закритого характеру. При цьому ключовими аспектами діагностичного забезпечення засобів зв'язку та автоматизації управління слід вважати:

- виконання робіт з оцінки (контролю) технічного стану зразка покладається на відповідальних за його експлуатацію посадових осіб (згідно обов'язків з організації і керівництва технічним забезпеченням);
- оцінка технічного стану здійснюється під час планово-попереджувальних заходів на об'єкті контролю (відповідно до вимог діючої системи технічного обслуговування і ремонту (ТОіР);
- корегування послідовностей операцій за планами виконання заходів ТОіР (у відповідності фактичному технічному стану зразку) має значну складову суб'єктивності відповідальних посадових осіб;
- тактико-технічні характеристики існуючих систем діагностування сукупності засобів з яких утворена програмно-апаратна система спеціального призначення (класу АІС) не дозволяють об'єктивно оцінити її фактичний технічний стан.

Таким чином, необхідна розробка методології (діагностичної моделі, методів, методик) діагностичного забезпечення програмно-апаратної системи спеціального призначення (класу АІС) з елементами підтримки прийняття рішень посадової особи. Наявність такої методології дозволить якісно та об'єктивно, за короткий (встановлений) час оцінити фактичний технічний стан об'єкту контролю, а в разі необхідності – сформувати план відновлення працездатності (усу-

нення дефектів). Розробка математичної моделі об'єкту контролю (технічного діагностування) повинна здійснюватися з урахуванням наступних тенденцій:

- типізація (стандартизація, уніфікація) програмного (протоколів, функцій), апаратного (інтерфейсів, каналів) забезпечення інформаційної взаємодії елементів автоматизованих (інформаційних) систем;
- інтегративна залежність працездатності пристроїв апаратного забезпечення, функцій обчислювальної складової програмно-апаратних засобів;
- врахування топології зв'язків однорідних структур значної розмірності;
- необхідність переходу до сучасних видів системи ТОiP на основі визначення фактичного технічного стану.

Постановка завдання

Виходячи з викладеного, має місце наступна науково-технічна проблема: існуюче діагностичне забезпечення засобів зв'язку та автоматизації непридатне для формування об'єктивного рішення відповідальною особою в процесі оцінювання технічного стану складного технічного об'єкту класу АІС та подальшого вироблення плану відновлення працездатності (усунення дефектів) в умовах часових обмежень планових заходів (військової) системи ТОiP.

Вирішення проблеми полягає у необхідності розробки методології діагностичного забезпечення програмно-апаратної системи спеціального призначення (класу АІС) на основі практичної реалізації концепції АА СД з елементами підтримки прийняття рішень посадових осіб (подальшому практичному розвитку концепції автономної автоматизованої системи діагностування (АА СД) з елементами підтримки прийняття рішень для вироблення плану відновлення працездатності (усунення дефектів) програмно-

апаратної системи спеціального призначення (класу АІС) як об'єкту контролю (технічного діагностування).

Метою статті є постановка задачі на розробку математичної моделі технічного діагностування програмно-апаратної системи (класу АІС).

Основна частина

В якості термінологічного (понятійного) базису технічного діагностування програмно-апаратної системи (класу АІС) пропонується логічна модель «мережа однотипних програмно-апаратних засобів». Вона дозволяє ввести ключові аспекти науково-методологічного апарату діагностичного забезпечення абстрагуючись від технологічних особливостей, але з урахуванням інтегративної залежності компонентів (пристроїв) апаратного забезпечення, обчислювальної складової типового програмно-апаратного засобу системи, а саме:

- «мережа» є найбільш придатним модельним узагальненням взаємно-однозначного відображення структури відношень між формальними об'єктами моделі поданої у термінах понятійного апарату теорії множин, теорії графів (граф, гіперграф, мережа, вузол мережі, ребро, дуга, вага дуги, вага вузла, інцидентність, суміжність, ланцюг, шлях, маршрут, зв'язність, ступінь вузла і т. ін.), математичної логіки, теорії моделей [6-8];

- припущення про «однотипність» прийнято на підставі аналізу об'єктивних сучасних тенденцій практичної реалізації принципів архітектурної побудови (модульність, багаторівневість, уніфікація) програмного, апаратного забезпечення, обчислювальної складової функціонування програмно-апаратних засобів.

Розглянемо роль та місце функціональних складових типового програмно-апаратного засобу (рис. 1).

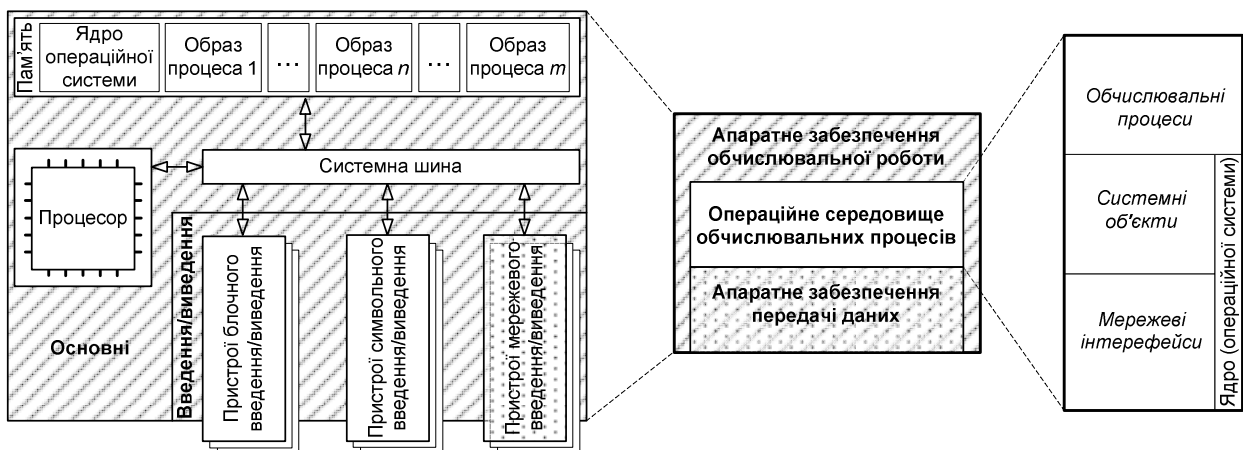


Рисунок 1 – Ілюстрація «однотипності» програмно-апаратних засобів

На рисунку позначено:

Апаратне забезпечення обчислювальної роботи – типовий набір апаратних компонентів для організації і забезпечення виконання одиниць обчислювальної роботи програмно-апаратного засобу: процесор, пам'ять, системна шина, система переривань, таймер і т. ін.

Апаратне забезпечення передачі даних – пристрої мережевого введення/виведення (організації і забезпечення каналів передачі даних через фізичне середовище).

Операційне середовище обчислювальних процесів (далі також – ОСП) – сукупність обчислювальних процесів, які виконуються під управлінням ядра (операційної системи) – обчислювальна складова функціонування програмно-апаратного засобу. *Ядро* (операційної системи) – основний компонент системного програмного забезпечення, який, у ході свого нормального функціонування, забезпечує виконання функцій організації обчислювальної роботи програмно-апаратного засобу.

Мережа однотипних програмно-апаратних засобів (далі також – МЗ) – логічна модель заснована на взаємно-однозначному відображенні структури алгоритмічної, інформаційної, фізичної зв'язності формальних об'єктів операційного середовища обчислювальних процесів множини програмно-апаратних засобів технічного об'єкту на множину вузлів гіперграфу та відповідних типів відношень між ними:

$$M = \langle V, W, D, L \rangle, \quad (1)$$

де $V = \{v_i\}$ – множина вузлів МЗ, W, D, L – предикатні символи бінарних відношень зв'язності формальних об'єктів ОСП вузлів МЗ.

Операційне середовище обчислювальних процесів i -го вузла МЗ (далі також – ОСП) – семантична мережа відношень між обчислювальними процесами, системними об'єктами та мережевими інтерфейсами (операційного середовища обчислювальних процесів програмно-апаратного засобу) i -го вузла МЗ, $i = \overline{1, |V|}$:

$$v_i = \langle A^i, O^i, G^i, X, Y, Z \rangle, \quad (2)$$

де $A^i = \{a_{nb}^i\}$ – множина обчислювальних процесів i -го вузла МЗ, $O^i = \{o_{eu}^i\}$ – множина системних об'єктів i -го вузла МЗ, $G^i = \{g_{hk}^i\}$ – множина мережеских інтерфейсів i -го вузла МЗ,

$n = \overline{1, |A^i|}$, $e = \overline{1, |O^i|}$, $h = \overline{1, |G^i|}$, $b \in B$, $u \in U$, $k \in K$, B, U, K – множина типів відповідних класів формальних об'єктів, X, Y, Z – предикатні символи бінарних відношень зв'язності формальних об'єктів ОСП i -го вузла МЗ.

Обчислювальний процес – одиниця обчислювальної роботи, суб'єкт доступу до системних об'єктів та оперування ними.

Системний об'єкт – логічне представлення ядром (операційної системи) джерела/адресата в операціях читання/запису даних за межами адресного простору пам'яті виділеного обчислювальному процесу.

Мережеский інтерфейс – системний об'єкт ядра (операційної системи) який забезпечує функціональність мережевого, каналного, фізичного рівня еталонної моделі взаємодії відкритих систем (від англ. Open System Interconnection, OSI) щодо своєчасного і безпомилкового транспортування інформаційних потоків між системними об'єктами ОСП програмно-апаратних засобів.

На рис. 2, а представлено ілюстрацію системи бінарних відношень (табл. 1) зв'язності формальних об'єктів ОСП вузлів МЗ, а також (рис. 2, б) – r -го, j -го при посередництві i -го вузла МЗ щодо забезпечення фізичної зв'язності $v_i, v_j, v_r \in V$, $i, j, r = \overline{1, |V|}$, $i \neq j \neq r$.

Фізична зв'язність (рис. 2, б) мережеских інтерфейсів r -го, j -го вузла МЗ при посередництві i -го описується предикатом $L_{rj}(g_{hk}^r, g_{hk}^j)$ висловлювання про істинність/хибність композиції бінарних відношень

$$\rho(L_{rj}) = \rho(L_{ri}) \circ \rho(Z_{rj}^i) \circ \rho(L_{ij}),$$

де $\rho(L_{ri}) \subseteq G^r \times G_r^i$, $\rho(Z_{rj}^i) \subseteq G_r^i \times G_j^i$, $\rho(L_{ij}) \subseteq G^i \times G^j$ (відповідних впорядкованих пар результатів декартового добутку), $G^i = G_r^i \cup G_j^i$, $G_r^i \cap G_j^i = \emptyset$.

Відображення бінарних відношень зв'язності формальних об'єктів ОСП вузлів МЗ (табл. 1), які мають місце (дійсних) у деякий момент спостереження визначеного об'єкта контролю (технічного діагностування), досягається працездатністю і правильним функціонуванням відповідного набору функцій обчислювальної складової задіяних у відношеннях програмно-апаратних засобів системи.

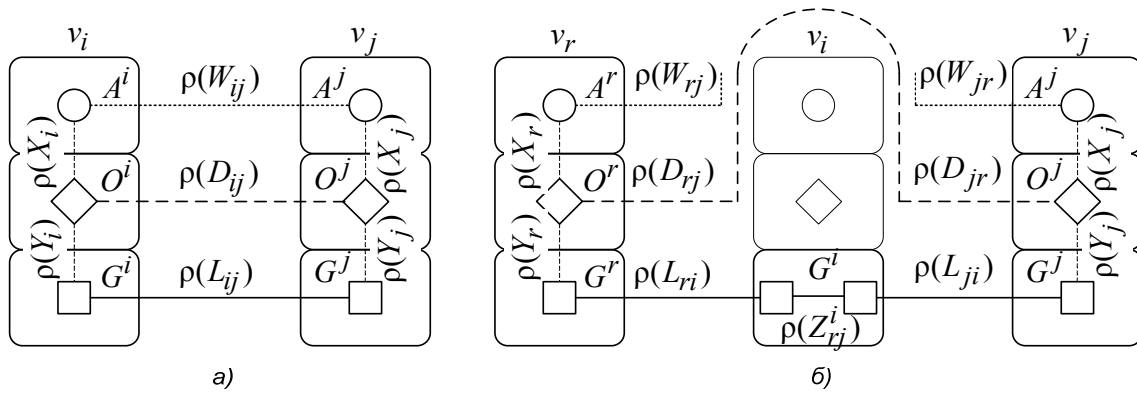


Рисунок 2 – Фрагменти моделі «мережа однотипних програмно-апаратних засобів»

Таблиця 1 – Бінарні відношення зв'язності формальних об'єктів *i*-го вузла моделі «мережа однотипних програмно-апаратних засобів»

Тип зв'язності	Відношення	Предикат існування відношення
Алгоритмічна (взаємодія обчислювальних процесів у контексті виконання алгоритмів функцій автоматизованої обробки інформації прикладних задач)	$\rho(W) \subseteq A^i \times A^j$	$W(a_{nb}^i, a_{nb}^j)$
Операційна (доступ обчислювального процесу до системного об'єкту та оперування ним)	$\rho(X) \subseteq A^i \times O^i$	$X(a_{nb}^i, o_{eu}^i)$
Інформаційна (своєчасне та безпомилкове транспортування інформаційного потоку між системними об'єктами)	$\rho(D) \subseteq O^i \times O^j$	$D(o_{eu}^i, o_{eu}^j)$
Системна (відображення операцій обчислювального процесу з системним об'єктом на операції прийому/передачі даних через мережевий інтерфейс)	$\rho(Y) \subseteq O^i \times G^i$	$Y(o_{eu}^i, g_{hk}^i)$
Фізична (своєчасне та безпомилкова передача даних через фізичне середовище між мережевими інтерфейсами різних вузлів)	$\rho(L) \subseteq G^i \times G^j$	$L(g_{hk}^i, g_{hk}^j)$
Трансляційна (своєчасне та безпомилкова передача даних між мережевими інтерфейсами вузла)	$\rho(Z) \subseteq G_r^i \times G_j^i$	$Z(g_{hk}^{ir}, g_{hk}^{ij})$

Згідно [8], функція може розглядатися як відображення деякої існуючої (дійсної) пари декартового добутку бінарного відношення. Впорядкована множина результуючих пар декартового добутку бінарного відношення зв'язності ОСП вузлів МЗ певного типу утворює множину функцій обчислювальної складової відповідного класу типового програмно-апаратного засобу системи як об'єкту контролю (технічного діагностування). На підставі аналізу було визначено і пропонується до розгляду шість класів функцій обчислювальної складової програмно-апаратного засобу призначених для забезпечення відношень формальних об'єктів ОСП вузлів МЗ (табл. 2).

Множина F_i^W утворюється усіма функціями автоматизованої обробки інформації (прикладних задач) працюючими у складі обчислювальних процесів A^i ОСП *i*-го програмно-апаратного засобу, алгоритми виконання яких передбачають транспортування інформаційних

потоків (у контексті алгоритмічної зв'язності обчислювальних процесів). Транспортування інформаційних потоків (між ізольованими адресними просторами пам'яті обчислювальних процесів) є однією з обов'язкових функціональних послуг передбачених розробниками ядер сучасних операційних систем. Основною формою логічного подання функціональної послуги ядра (операційної системи) є системний об'єкт.

Виконання утворених множин функцій ядра (операційної системи) ОСП *i*-го програмно-апаратного засобу (табл. 2) необхідно для забезпечення транспортування інформаційних потоків автоматизованої обробки інформації (прикладних задач) обчислювальних процесів $a_{nb}^i \in A^i$ (рис. 3):

– незалежні примірники функцій (процедур) виконання системних викликів доступу обчислювальних процесів $a_{nb}^i \in A^i$ до (асоційованих з функціональною послугою) системних об'єктів $o_{eu}^i \in O^i$ утворюють F_i^X ;

– незалежні примірники функцій (процедур) управління виконанням елементарних операцій (одержання функціональної послуги) обчислювальними процесами $a_{nb}^i \in A^i$ стосовно (асо-

ційованих з функціональною послугою) системних об'єктів $o_{eu}^i \in O^i$ утворюють F_i^D .

Таблиця 2 – Класи функцій обчислювальної складової i -го програмно-апаратного засобу об'єкту контролю (технічного діагностування) в інтерпретації відношень формальних об'єктів моделі «мережа однотипних програмно-апаратних засобів»

Клас функцій	Місце реалізації у багатопаровій архітектурі ОСП	Множина класу функцій, утворена дійними відношеннями зв'язності	Предикат твердження про дійсність функції
Автоматизованої обробки інформації	Обчислювальний процес	$F_i^W = \{f_{ijw} : a_{nb}^i \xrightarrow{w} a_{nb}^j\}$	$W(f_{ijw})$
Доступу обчислювальних процесів до системних об'єктів та оперування ними	Інтерфейс системних викликів	$F_i^X = \{f_{ix} : a_{nb}^i \xrightarrow{x} o_{eu}^i\}$	$X(f_{ix})$
Транспортування інформаційного потоку між системними об'єктами	Менеджери ресурсів	$F_i^D = \{f_{ijd} : o_{eu}^i \xrightarrow{d} o_{eu}^j\}$	$D(f_{ijd})$
Відображення операцій з системними об'єктами на операції передачі/прийому даних через мережеві інтерфейси	Процедурно-орієнтована частина примітивів ядра	$F_i^Y = \{f_{iy} : o_{eu}^i \xrightarrow{y} g_{hk}^i\}$	$Y(f_{iy})$
Передачі/прийому даних через мережеві інтерфейси	Машинно-орієнтована частина примітивів ядра	$F_i^L = \{f_{ijl} : g_{hk}^i \xrightarrow{l} g_{hk}^j\}$	$L(f_{ijl})$
Трансляції даних між мережевими інтерфейсами	Процедурно-орієнтована частина примітивів ядра	$F_i^Z = \{f_{irz} : g_{hk}^{ir} \xrightarrow{z} g_{hk}^{ij}\}$	$Z(f_{irz})$

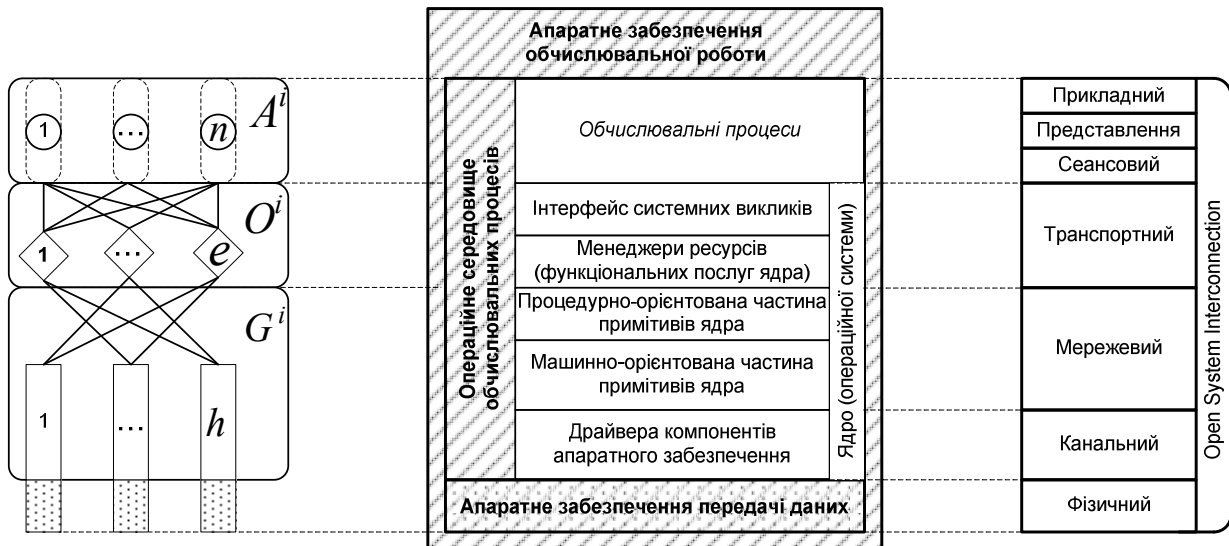


Рисунок 3 – Структуризація операційного середовища обчислювальних процесів

Інтерфейс системних викликів – сукупність функцій (процедур) доступу обчислювальних процесів до системних об'єктів (функціональних послуг ядра) та оперування ними (у формі читання/запису/модифікації даних, атрибутів системних об'єктів).

Менеджери ресурсів – сукупність функцій (процедур) надання функціональних послуг ядра (операційної системи) у формі управління виконанням елементарних операцій обчислювальних процесів (примітивів) щодо системних об'єктів (читання/запис/модифікація даних, атрибутів

системних об'єктів).

Примітиви ядра – сукупність функцій (процедур) забезпечення виконання елементарних операцій (примітивів) надання обчислювальним процесам функціональних послуг ядра (операційної системи) у формі оперування відповідними системними об'єктами (читання/запис/модифікація даних, атрибутів системних об'єктів). В процедурно-орієнтованій частині (примітивів ядра) зосереджені функції (процедури) поступового наближення (відображення) логічної інтерпретації оперування системними об'єктами до машинно-орієнтованих мікропрограм взаємодії з драйверами компонентів апаратного забезпечення.

Виконання утворених множин функцій примітивів ядра (операційної системи) ОСП i -го програмно-апаратного засобу (табл. 2), необхідно для забезпечення елементарних операцій обчислювальних процесів $a_{nb}^i \in A^i$ стосовно системних об'єктів $o_{eu}^i \in O^i$ при транспортуванні інформаційних потоків (у контексті алгоритмічної зв'язності) через мережеві інтерфейси $g_{hk}^i \in G^i$ каналів передачі даних, а також при транзитній передачі даних (трансляція) між ними:

– незалежні, процедурно-орієнтовані примірники виконання функцій (процедур) відображення операцій обчислювальних процесів $a_{nb}^i \in A^i$ стосовно системних об'єктів $o_{eu}^i \in O^i$ на

операції передачі/прийому даних через мережеві інтерфейси $g_{hk}^i \in G^i$ каналів передачі даних утворюють F_i^Y ;

– незалежні, машино-орієнтовані примірники виконання функцій (процедур) управління драйверами пристроїв мережевого введення/виведення (передачі даних через фізичне середовище) для реалізації операцій передачі/прийому даних через мережеві інтерфейси $g_{hk}^i \in G^i$ (каналів передачі даних) утворюють F_i^L ;

– незалежні, процедурно-орієнтовані примірники виконання функцій (процедур) трансляції даних (множини інформаційних потоків) між мережевими інтерфейсами $g_{hk}^i \in G^i$ каналів передачі даних утворюють F_i^Z .

На рис. 4 представлено роль та місце функцій обчислювальної складової на прикладі алгоритмічної, інформаційної, фізичної зв'язності i -го, j -го, r -го типового програмно-апаратного засобу системи (класу АІС), подану у термінах понятійного апарату забезпечення дійсних бінарних відношень формальних об'єктів (табл. 1, 2) ОСП вузлів МЗ, $v_i, v_j, v_r \in V$, $i, j, r = \overline{1, |V|}$, $i \neq j \neq r$.

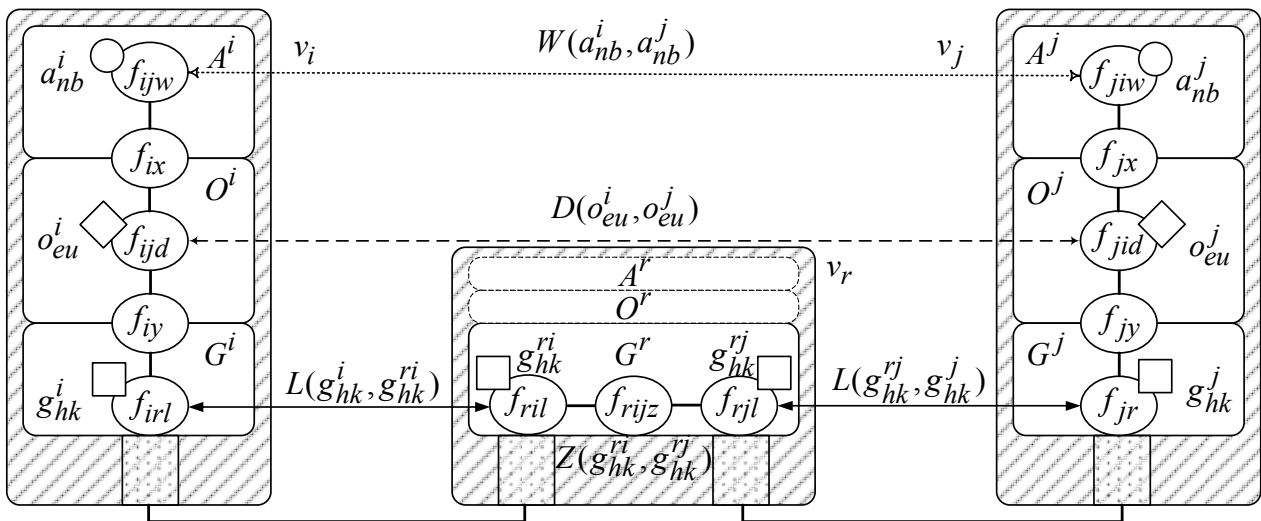


Рисунок 4 – Функціональна структура об'єкту контролю (технічного діагностування)

Так, алгоритмічна зв'язність $a_{nb}^i \in A^i$, $a_{nb}^j \in A^j$ логічно еквівалентна дійсності (необхідність існування) функцій $f_{ijw} \in F_i^W$, $f_{jiw} \in F_j^W$ і може бути описана формулою:

$$W(a_{nb}^i, a_{nb}^j) \equiv [W(f_{ijw}) \wedge W(f_{jiw})], w = \overline{1, |F_i^W|}. \quad (3)$$

За аналогією, інформаційна зв'язність $o_{eu}^i \in O^i$, $o_{eu}^j \in O^j$ логічно еквівалентна дійсності функцій $f_{ijd} \in F_i^D$, $f_{jid} \in F_j^D$, а її формальний опис логічної формулі

$$D(\sigma_{eu}^i, \sigma_{eu}^j) \equiv [D(f_{ijd}) \wedge D(f_{jid})], d = 1, \overline{|F_*^D|}. \quad (4)$$

Фізична зв'язність i -го, j -го програмно-апаратного засобу є логічним висловлюванням еквівалентності

$$L(g_{hk}^i, g_{hk}^j) \equiv L(g_{hk}^i, g_{hk}^{ri}) \wedge Z(g_{hk}^{ri}, g_{hk}^{rj}) \wedge \wedge L(g_{hk}^{rj}, g_{hk}^j), \quad (5)$$

$$\text{де } L(g_{hk}^i, g_{hk}^{ri}) \equiv [L(f_{ir}) \wedge L(f_{ril})],$$

$$L(g_{hk}^{rj}, g_{hk}^j) \equiv [L(f_{rj}) \wedge L(f_{rjl})] - \text{формули}$$

еквівалентності фізичної зв'язності мережевих інтерфейсів i -го, j -го при посередництві r -го програмно-апаратного засобу

$$Z(g_{hk}^{ri}, g_{hk}^{rj}) \equiv [L(f_{ril}) \wedge \wedge Z(f_{rjz}) \wedge L(f_{rjl})], l = 1, \overline{|F_*^L|}.$$

Виходячи з викладеного, задача на розробку математичної моделі програмно-апаратної системи спеціального призначення (класу АІС) як об'єкту контролю (технічного діагностування) виглядає наступним чином.

Дано: модель «мережа однотипних програмно-апаратних засобів» (1 – 2), система бінарних відношень зв'язності формальних об'єктів операційного середовища обчислювальних процесів (табл. 1), класи функцій (табл. 2) залежності (3 – 5).

Необхідно: розробити математичну модель об'єкта контролю (технічного діагностування) для визначення фактичного технічного стану програмно-апаратної системи спеціального призначення (класу АІС) на основі оцінки значень діагностичного параметра як реакції функцій обчислювальної складової програмно-апаратного засобу на тестові послідовності. Діагностичний параметр повинен бути вимірюваним, інваріантним, інформативним для оцінювання фактичного та прогнозного технічного стану. Математична модель об'єкта контролю (технічного діагностування) у контексті розробки діагностичного забезпечення з елементами підтримки прийняття рішень повинна бути придатна для моделювання варіантів плану відновлення працездатності (усунення дефектів).

Висновки

Понятійний апарат моделі «мережа однотипних програмно-апаратних засобів» виявив найкращу придатність при постановці задачі на розробку математичної моделі програмно-апаратної системи (класу АІС) як об'єкту контролю (технічного діагностування). Подальші дослідження

спрямовані на обґрунтування діагностичного параметру оцінювання реакції функцій обчислювальної складової програмно-апаратного засобу при обробці тестових даних.

Список використаних джерел

1. Фізичні основи теорії надійності : підручник / М. К. Жердев, С. В. Ленков, Б. П. Креденцер та ін.; за ред. М. К. Жердева. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. – 215 с.
2. Азаренко Е. В. Проектирование автоматизированных систем управления на компьютерных сетях: Монография / Е. В. Азаренко, Б. М. Герасимов, Б. П. Шохин. – Севастополь: Гос. Океанариум, 2007. – 272 с.: ил.
3. Хусаинов П. В. Основы побудови операційних систем, комплексів та засобів автоматизації управління військами: Навчальний посібник / П. В. Хусаинов, І. Ю. Субач, О. В. Сілко, С. В. Любарський. – К.: ВІТІ, 2016. – 220 с.
4. Кузавков В. В. Шляхи вдосконалення системи технічного обслуговування / В. В. Кузавков, Г. І. Гайдур, Л. Т. Коваль // Системи управління, навігації та зв'язку. – Харків: Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба., 2014. – № 4(32). – С. 86–91.
5. Жердев М. К. Узагальнена методика діагностування цифрових блоків радіоелектронного озброєння автономною автоматизованою системою / М. К. Жердев, Б. П. Креденцер, В. В. Кузавков // Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України імені Б. Хмельницького. – Хмельницький, 2015. – № 1(63). – С. 223–236.
6. Оре О. Теория графов. – 2-е изд. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1980. – 336 с.
7. Эдельман С. Л. Математическая логика. Учеб. пособие для ин-тов. М., «Высшая школа», 1975. – 176 с.
8. Герасимов Б. М. Математические основы исследования операций. Ч. 1. Дискретные структуры: Учебное пособие / Б. М. Герасимов, С. Д. Эдельман, З. Ф. Сирченко, Б. М. Шуман. Под ред. проф. С. Д. Эдельмана. – Киев: КВИРТУ ПВО, 1989. – 324 с.

Надійшла до редакції 22.11.2017

Рецензент: д.т.н., професор Скачков В. В., Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса.

П. В. Хусаинов, к.т.н.

ЗАДАЧА РАЗРАБОТКИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Рассматривается постановка задачи на разработку математической модели технического диагностирования автоматизированной (информационной) системы. Научная новизна заключается в использовании предложенного понятийного аппарата модели «сеть однотипных программно-аппаратных средств» для формализации ключевых логических зависимостей функций объекта.

Ключевые слова: модель объекта технического диагностирования, сеть однотипных программно-аппаратных средств, автоматизированная (информационная) система.

P. V. Khusainov, PhD

THE PROBLEM OF THE MATHEMATICAL MODEL DEVELOPMENT OF THE OBJECT TECHNICAL DIAGNOSTICS

The formulation of the problem of the development of a mathematical model for the technical diagnosis of an automated (information) system is considered. Scientific novelty lies in using the proposed conceptual apparatus of the so called «a network of software and hardware of the same type» model to formalize the key logical dependencies of the functions of the object.

Keywords: model of object of technical diagnosing, network of the same type of firmware, automated (information) system.

УДК 681.35

В. В. Кузавков¹, д.т.н., А. О. Зарубенко¹, О. Г. Янковський², к.т.н.

¹Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації, м. Київ

²Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса

МЕТОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ, РОЗТАШОВАНИХ НА ЛОКАЛЬНОМУ ОБ'ЄКТІ

Розглянуто основні методи забезпечення електромагнітної сумісності радіоелектронних засобів, розташованих на локальному об'єкті, здійснено аналіз неосновних випромінювань та каналів їхнього прийому. Розглянуто методику розрахунку ширини смуги випромінювання на прикладі імпульсу дзвіноподібної форми.

Ключові слова: електромагнітна сумісність, радіоелектронні засоби, неосновні випромінювання, канали прийому, випромінювання, гетеродин, приймач, передавач, конструктивне удосконалення, правильна експлуатація, ширина смуги випромінювання.

Вступ

Розвиток та впровадження новітніх способів побудови системи зв'язку Збройних Сил України характеризується постійним зростанням кількості сучасних радіоелектронних засобів (РЕЗ), зростанням випромінюваних потужностей і чутливості прийомних пристроїв [1].

Діапазон робочих частот РЕЗ – обмежений. Це обумовлено особливостями розподілу частотного ресурсу, тому неминуче виникають взаємні перешкоди, вплив яких на якість організації передачі інформації в радіодіапазоні значно посилюється в період з 2014 по 2017 роки і, безумовно, буде зростати і надалі [1]. Це пов'язано не тільки зі збільшенням загального числа одночасно пра-

цюючих РЕЗ різного призначення, а й із необхідністю локального розташування РЕЗ (розміщення та одночасне використання приймально-передавальної апаратури (радіостанцій) на транспортній базі, локальному об'єкті) та з застосуванням радіоелектронних комплексів придушення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій
Аналіз джерел [1-6] виявив, що ефективність функціонування радіоелектронних засобів, в тому числі і військового призначення, які можуть бути розміщені на локальному об'єкті, в повній мірі залежить від електромагнітної сумісності цих засобів. Стаття присвячена аналізу основних методів забезпечення електромагнітної