

УДК 681.3

В.І. Присяжний, О.О. Писарчук, І.А. Кухарський

Військова частина А 0515

## МЕТОДИКА БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗУ СИСТЕМИ АРХІВАЦІЇ ДАНИХ АВІАЦІЙНО-КОСМІЧНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ

В статті запропоновано методику структурного синтезу системи архівації даних авіаційно-космічного спостереження. Методика базується на подані задачі синтезу структури багатокритеріальною моделлю і розв'язку оптимізаційної задачі вибору найкращого варіанту побудови системи із сукупності альтернатив з використанням нелінійної схеми компромісів. Результати розрахункового прикладу синтезу структури системи архівації доводять ефективність запропонованого підходу.

**Ключові слова:** авіаційно-космічне спостереження, структурний синтез, архівація даних, побудова системи.

### Вступ

#### Постановка проблеми та аналіз літератури.

Одним з ефективних шляхів виявлення намірів та неприйнятних дій з боку інших держав є спостереження за певними групами або окремими об'єктами розвідки, визначення просторово-часових змін їх ознак та параметрів на підставі аналізу даних авіаційно-космічного спостереження [1]. Аналіз матеріалів авіаційно-космічного спостереження полягає у проведенні ретроспективного та поточного їх аналізу з подальшим прогнозуванням просторово-часових змін параметрів і ознак об'єктів розвідки. В свою чергу якість виконання цих етапів в значній мірі визначається об'ємом аналізованої інформації (накопичених і проаналізованих аерофотознімків району розвідки) та оперативністю доступу до неї з метою обробки. З огляду на постійне зростання кількості контрольованих районів та об'єктів розвідки спостерігається постійне підвищення вимог щодо ефективного використання матеріалів авіаційно-космічного спостереження для вирішення завдань аналізу просторових даних про об'єкти розвідки за показниками кількості аналізованої інформації і швидкості доступу до неї для подальшої обробки [1].

Розв'язання завдань накопичення і оперативно-го доступу до великих об'ємів даних матеріалів авіаційно-космічного спостереження можливо реалізувати шляхом створення спеціалізованих автоматизованих систем архівації тематичної інформації. Реалізація процесу створення (синтезу) подібних систем повинна, перш за все, враховувати особливості розв'язуваної задачі обробки даних авіаційно-космічного спостереження, багатокритеріальний характер вимог до неї, необхідність здійснення автоматизованого пошуку та обробки цільової інформації, бути керованою особою, що приймає рішення та базуватись на сучасних методах аналізу і синтезу

складних систем, а також враховувати можливості існуючих технічних засобів зберігання та обробки інформації.

Тому важливим є завдання розробки структури системи архівації даних авіаційно-космічного спостереження.

Задача синтезу структури системи архівації даних авіаційно-космічного спостереження відноситься до класу задач аналізу та синтезу складних систем [2 – 8]. Відповідно до загальної методології проектування складної системи полягає у визначенні категорій: *елемент, відношення, властивості*. Метою проектування (синтезу) системи в загальному випадку є конкретизація та визначення раціонального складу її структурних елементів, відношень між ними та параметрів [3].

Таким чином, загальну методологію синтезу структури складної системи можливо викласти низкою етапів [2].

1. Формування властивостей системи, вимог до неї та виконуваних функцій.

2. Структурний синтез системи – формування елементів системи.

3. Визначення відносин між елементами системи.

Формування властивостей системи, вимог до неї та виконуваних функцій здійснюється на підставі аналізу галузі застосування системи, що розробляється та виконуваних з її використанням завдань.

Традиційні підходи до реалізації структурного синтезу складної системи можливо умовно розділити на два класи. Перший з них полягає у евристичному синтезі структури, який базується на визначенні складових системи та відношень між ними на підставі аналізу виконуваних функцій та вимог до неї. Результатом такого підходу є суто суб'єктивні рішення про склад та структуру системи у вигляді одного безальтернативного варіанту. Такий підхід застосовується, як правило, у випадку складного

математичного опису (формалізації) задачі синтезу, а етап формування структури найчастіше називають розробкою [2 – 4]. Другий варіант реалізації процесу побудови (синтезу) структури складної системи базується на використанні методів оптимізації і полягає у виборі із надмірної кількості варіантів побудови системи оптимального за обраним критерієм, або системою критеріїв. Альтернативні варіанти побудови системи можливо отримувати як евристичними методами так і з використанням методів математичного синтезу. В свою чергу, реалізація процедури вибору оптимальної структури системи із сукупності альтернатив можливо здійснювати з використанням оптимальних методів як за однокритеріальною так і за багатокритеріальною моделлю [5 – 8]. Однокритеріальні оптимізаційні моделі відрізняються відносною простотою реалізації етапів структурного синтезу однак, порівняно із багатокритеріальними моделями не забезпечують всебічного врахування у результатах синтезу усієї сукупності протирічних вимог до неї. Окрім того, у кожному конкретному випадку, залежно від особливостей синтезованої системи її розробнику необхідно практично заново розв'язувати задачу структурного синтезу системи.

**Ціль статті** – розробка методика багатокритеріального структурного синтезу системи архівації даних авіаційно-космічного спостереження.

### **Постановка задачі являючого матеріалу дослідження**

Основне призначення системи архівації даних авіаційно-космічного спостереження полягає у створенні і поповненні архіву даних повітряно-космічної зйомки, оперативного пошуку і надання доступу до необхідним для об'єктового моніторингу даних [1, 2]. Виходячи із зазначеного, основні виконувані функції системою архівації, що розробляються, а фактично властивостями системи є наступне:

сканування, перегляд та друк повітряно-космічних знімків і інші зображень району розвідки з можливістю їх картографічної прив'язки і масштабування;

реалізація стандартних операцій формування і роботи з електронними картами;

формування стислих зображень та знімків районів і об'єктів розвідки для швидкого їх перегляду;

зберігання космічних знімків, виділених зображень об'єктів і вихідних документів результатів дешифрування в довготривалому або оперативному архівах, формування каталогів довготривалого і оперативного архівів;

здійснення пошуку тематичної інформації в архівах за встановленими ознаками.

Аналіз виконуваних задач показує, що для першого рівня ієрархії система архівації повинна містити дві основні компоненти – програмну та апа-

ратну. В результаті структурного синтезу отримаємо робоче місце оператора для обробки і архівації даних авіаційно-космічного спостереження. Програмна компонента забезпечуватиме більшість із викладених вище функцій, зокрема усі операції обробки фотографічної інформації, підготовку та реалізацію збереження отримуваних даних на фізичних носіях та інше. Апаратна компонента повинна забезпечувати реалізацію обчислювальних процесів та фізичне збереження даних, що обробляються під управлінням команд програмної компоненти. За таких умов відсутність структури програмної компоненти призведе до значної невизначеності або до недостатньої обумовленості початкових даних для синтезу апаратної компоненти системи архівації. Для подолання вказаних труднощів запропоновано окремий розгляд питань розробки структури системи архівації даних для програмної і апаратної компонент.

Надалі пропонується для розробки структури програмної компоненти застосувати евристичний метод [2 – 4] а для апаратної – оптимізаційні методи [5 – 8]. Застосування евристичного методу для розробки структури програмної компоненти обумовлено складністю математичного опису цього процесу, окрім того, ефективність програмної компоненти системи архівації визначається не скільки її структурою як математичним забезпеченням, що покладене в її основу. Вибір оптимізаційних методів для формування оптимальної структури апаратної компоненти системи пояснюється наступним. Структурному синтезу підлягає компонента, яка являє собою обчислювальний засіб і може бути задана обмеженою кількістю компонент та описана скінченим переліком варіантів побудови. Вибір оптимального варіанта побудови системи здійснюватимемо за сукупністю критеріїв з використанням багатокритеріальних оптимізаційних методів.

Виходячи із раніше сформованого переліку функцій, покладених на програмну компоненту системи архівації, спираючись на аналіз існуючих підходів щодо практичної реалізації програм такого типу пропонується структура програмного забезпечення, що містить компоненти: інтерфейс оператора; програма перегляду даних авіаційно-космічного спостереження; програма прив'язки зображень до географічних координат; програма роботи з електронними картами; довгостроковий архів; оперативний архів; каталог архівів; база даних.

Для структурного синтезу апаратної компоненти системи архівації пропонується наступна послідовність дій:

– формування системи показників та критеріїв оптимальності структури системи архівації;

– формування математичної моделі системи і визначення сукупності альтернативних варіантів

побудови системи;

– вибір оптимального варіанта побудови системи архівації за сукупністю критеріїв.

Апаратна компонента системи архівації, що являє собою обчислювальний засіб може включати сукупність дискретних компонент:

материнська (системна) плата (МВ);

мікропроцесор (CPU);

відеосистема (VS), що складається з монітору та відеоадаптера;

оперативний архів (ОА), що складається з оперативного запам'ятовуючого пристрою (ОЗП) – (RAM) та накопичувача на жорсткому диску (HDD);

довгостроковий архів (DA), який складатиметься з пристроїв запису (зчитування) та накопичення даних на оптичних дисках (CD, DVD), флорідисках (FD) та накопичувача типу flash;

зовнішні пристрої (Z), у складі скануючих засобів (сканер) та пристрій друку (принтер).

Окрім того, передбачена програмна компонента системи архівації (РО), яка містить: операційне (OS) прикладне (PP) та спеціалізоване (SP) програмне забезпечення.

Виходячи із зазначеного складу можливих компонент структури апаратної компоненти системи архівації з урахуванням покладених на неї функцій, визначається сукупність факторів, що впливають на ефективність системи в цілому, формується система показників та критеріїв оптимальності структури. Зазначені категорії доцільно упорядкувати у вигляді інфологічної моделі факторів, показників та критеріїв оптимальності системи архівації даних авіаційно-космічного спостереження для апаратної компоненти (рис. 1). Сформована модель враховує покладені на систему архівації специфічні функції, базується на сучасних досягненнях в галузі обчислювальної техніки та інформаційних технологій, реалізує формалізацію задачі формування вимог до системи архівації у вигляді ефективнісно-вартісної моделі критеріїв.

Наведена на рис. 1 модель дозволяє сформувати систему частинних критеріїв оптимальності структури апаратної компоненти системи архівації даних авіаційно-космічного спостереження.

Отже, маємо низку суперечливих частинних критеріїв, які характеризують ефективність системи за сукупністю її складових, що свідчить про приведення задачі синтезу структури системи архівації до багатокритеріальної форми [4, 6–8].

Тоді задача формування математичної моделі системи архівації полягатиме у встановленні відносин між частинними критеріями оптимальності системи (1) шляхом розв'язку багатокритеріальної оптимізаційної задачі:

$$\delta = \begin{cases} V_{RAM} \Rightarrow \max; V_{HDD} \Rightarrow \max; \\ Q_{RAM} \Rightarrow \min; Q_{HDD} \Rightarrow \min; \\ Nad_{RAM} \Rightarrow \max; Nad_{HDD} \Rightarrow \max; \\ V_{CD} \Rightarrow \max; V_{DVD} \Rightarrow \max; \\ V_{FD} \Rightarrow \max; V_{Flash} \Rightarrow \max; \\ Q_{CD} \Rightarrow \min; Q_{DVD} \Rightarrow \min; \\ Q_{FD} \Rightarrow \min; Q_{Flash} \Rightarrow \min; \\ Nad_{CD} \Rightarrow \max; Nad_{DVD} \Rightarrow \max; \\ Nad_{FD} \Rightarrow \max; Nad_{Flash} \Rightarrow \max; \\ f_{CPU} \Rightarrow \max; V_{kash} \Rightarrow \max; N_J \Rightarrow \max; \\ f_{MB} \Rightarrow \max; N_J \Rightarrow \max; P_{MB} \Rightarrow \max; \\ S_{\Sigma} \Rightarrow \min. \end{cases} \quad (1)$$

Один з шляхів розв'язку багатокритеріальної задачі полягає у формуванні із сукупності частинних критеріїв узагальненого, з подальшим визначенням його екстремуму відносно шуканих параметрів (параметрів, що оптимізуються). Класична послідовність розв'язання багатокритеріальної оптимізаційної задачі за таким підходом полягає у встановленні варійованого параметру (параметру, що оптимізується), опису зміни частинних критеріїв оптимальності залежних від варійованого параметру, формування узагальненого критерію оптимальності, визначення оптимального значення варійованого параметру.

Для випадку структурного синтезу складної системи (системи архівації) шуканим параметром розв'язку багатокритеріальної задачі пропонується обрати оптимальний варіант її побудови (номер системи з оптимальною структурою).

Для опису зміни частинних критеріїв залежно від варійованого параметру слід обрати дискретний спосіб подання критеріальних функцій, що обумовлено фізичною сутністю оптимізованого параметру. Тоді для кожного альтернативного варіанта побудови структури системи архівації матимемо сукупність частинних критеріїв  $\delta_i$ ,  $i = N$ .

Формування узагальненого критерію оптимальності можливо здійснювати декількома шляхами, наприклад з використанням адитивних мультиплікативних та змішаних процедур. Виходячи із недоліків зазначених підходів [7] пропонується для застосування нелінійна схема компромісів що реалізована у згортці професора Вороніна А.М. [5, 9, 10] Обраний підхід дозволяє отримувати розв'язок багатокритеріальної задачі, який належить області Парето. Порівняно з іншими схемами оптимізації згортка має наступні переваги: оптимізаційні задачі розв'язуються за наявності обмежень, що в будь-якому випадку гарантує отримання результату розв'язку; метод гарантує унімодальність результуючого функціоналу; відносно невелика обчислювальна складність алгоритму пошуку рішення багатокритеріальної задачі.

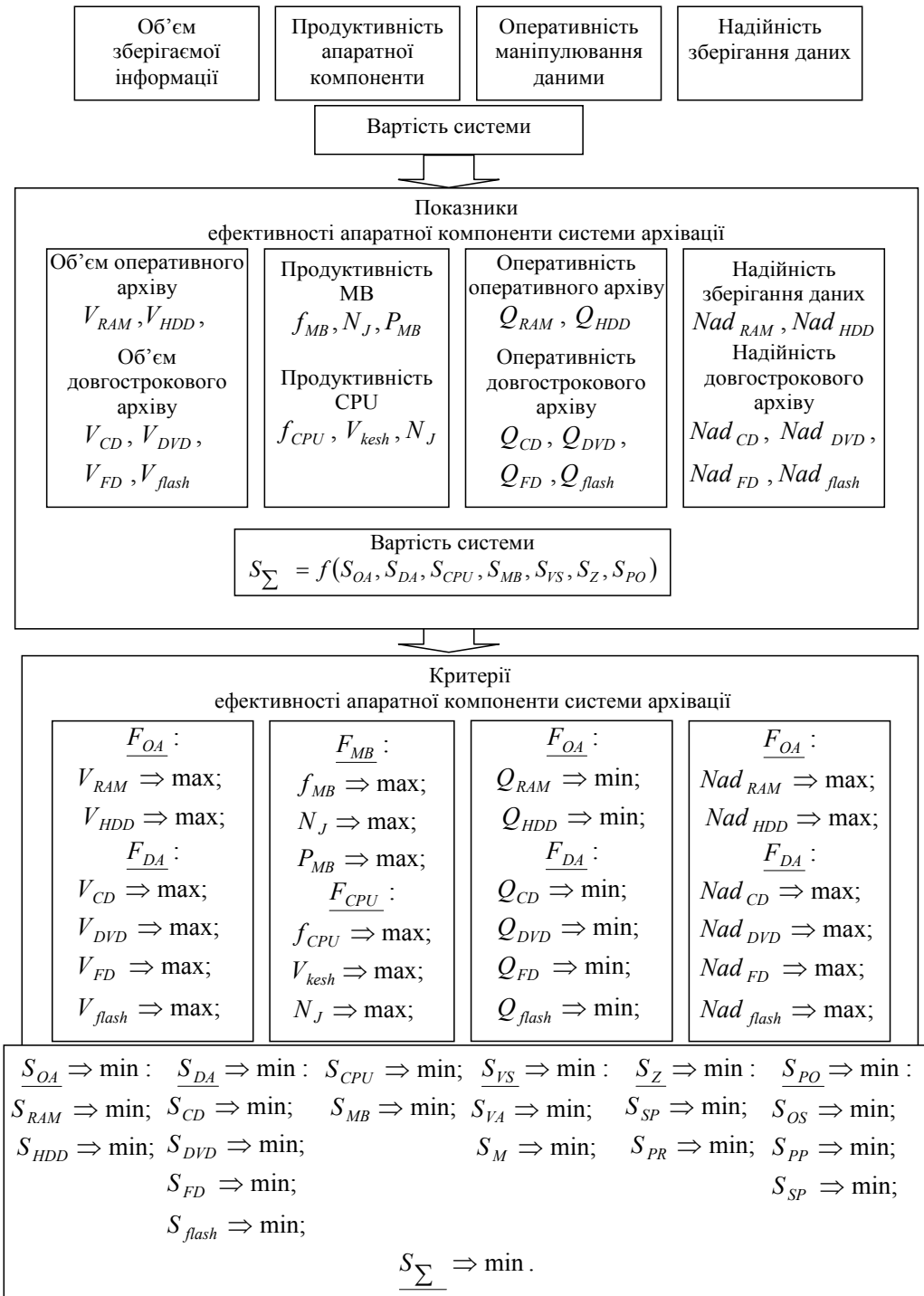


Рис. 1. Фактори, що впливають на ефективність апаратної компоненти системи архівації

Критерій згортки для дискретно заданих частинних критеріїв оптимальності має вигляд [10]:

$$Y(y_0) = \sum_{l=1}^m \gamma_{0l} (1 - y_{0l})^{-1}, \Rightarrow \min, \quad (2)$$

де  $m$  – кількість включених в згортку частинних критеріїв оптимальності;  $\gamma_{0l}$  – нормований ваговий коефіцієнт;  $y_{0l}$  – нормативний частинний критерій оптимальності системи.

Нормування параметрів, що входять до складу згортки (2) забезпечує зведення до єдиної безрозмі-

рної системи оцінок частинних критеріїв оптимальності з різною фізичною сутністю та різними за абсолютною величиною значеннями. Це дозволяє реалізувати рівноправний вплив на результат розв'язку оптимізаційної задачі кожного із частинних критеріїв оптимальності.

Нормування вагових коефіцієнтів здійснюється за виразом:

$$\gamma_{0l} = \gamma_1 / \sum_{l=1}^m \gamma_l, \quad (3)$$

де  $\gamma_1$  – поточне (ненормоване) значення вагового коефіцієнту.

Ваговий коефіцієнт 1-го критерію у виразі (2) дозволяє здійснити процедуру примусового домінування певного частинного критерію оптимальності над іншими.

Нормування частинних критеріїв оптимальності здійснюється окремо для мінімізуючих критеріїв

$$\Phi_{0i}^{\min} = \Phi_i^{\min} / \sum_{i=1}^N \Phi_i^{\min}, \quad (4)$$

та для максимізуючи

$$\Phi_{0i}^{\max} = \left( \Phi_i^{\max} \cdot \sum_{i=1}^N \frac{1}{\Phi_i^{\max}} \right)^{-1}. \quad (5)$$

У випадку, коли кількість частинних критеріїв оптимальності перевищує десяти спостерігається нечутливість розв'язку оптимізаційної задачі до кожного окремого критерію. У цьому разі доцільним є використання технології вкладених згорток [9], яка полягає у розмежуванні загальної системи частинних критеріїв на підгрупи відповідно до певної ознаки, формуванні з кожної підгрупи частинних критеріїв узагальнених критеріїв оптимальності за згорткою (2) та формування із узагальнених – інтегрованого критерію оптимальності системи відповідно до тієї ж згортки.

Формування узагальнених критеріїв оптимальності проведено відповідно до груп функціональної належності до складових структури апаратної компоненти системи архівації. Тоді, з урахуванням мінімізуючого критерію згортки (2) та наявності  $i=1\dots N$  варіантів побудови системи, отримаємо низку узагальнених критеріїв оптимальності для кожного варіанту побудови системи

$$\begin{cases} F_{OAi} \Rightarrow \min; & F_{DAi} \Rightarrow \min; \\ F_{CPUi} \Rightarrow \min; & F_{MBi} \Rightarrow \min; \\ F_{Si} \Rightarrow \min. \end{cases} \quad (6)$$

Узагальнені критерії оптимальності (6) формується з частинних критеріїв (1) згідно згортки (2) з урахуванням їхнього нормування та нормування вагових коефіцієнтів згідно (3) – (5) відповідно до виразів:

$$\begin{aligned} F_{OAi} = & \gamma_{01OAi} (1 - V_{RAM0i})^{-1} + \gamma_{02OAi} (1 - V_{HDD0i})^{-1} + \\ & + \gamma_{03OAi} (1 - Q_{RAM0i})^{-1} + \gamma_{04OAi} (1 - Q_{HDD0i})^{-1} + \\ & + \gamma_{05OAi} (1 - Nad_{RAM0i})^{-1} + \gamma_{06OAi} (1 - Nad_{HDD0i})^{-1} \Rightarrow \\ & \Rightarrow \min; \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} F_{DAi} = & \gamma_{01DAi} (1 - V_{CD0i})^{-1} + \gamma_{02DAi} (1 - V_{DVD0i})^{-1} + \\ & + \gamma_{03DAi} (1 - V_{FD0i})^{-1} + \gamma_{04DAi} (1 - V_{flash0i})^{-1} + \\ & + \gamma_{05DAi} (1 - Q_{CD0i})^{-1} + \gamma_{06DAi} (1 - Q_{DVD0i})^{-1} + \\ & + \gamma_{07DAi} (1 - Q_{FD0i})^{-1} + \gamma_{08DAi} (1 - V_{flash0i})^{-1} + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & + \gamma_{09DAi} (1 - Nad_{CD0i})^{-1} + \gamma_{010DAi} (1 - Nad_{DVD0i})^{-1} + \\ & + \gamma_{011DAi} (1 - Nad_{FD0i})^{-1} + \gamma_{012DAi} (1 - Nad_{flash0i})^{-1} \Rightarrow (8) \\ & \Rightarrow \min; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_{CPUi} = & \gamma_{01CPUi} (1 - f_{CPU0i})^{-1} + \\ & + \gamma_{02CPUi} (1 - V_{keshi})^{-1} + \gamma_{03CPUi} (1 - N_{Ji})^{-1} \Rightarrow \min; \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} F_{MBi} = & \gamma_{01MBi} (1 - f_{MB0i})^{-1} + \\ & \gamma_{02MBi} (1 - N_{J0i})^{-1} + \gamma_{03MBi} (1 - P_{MB0i})^{-1} \Rightarrow \min. \end{aligned} \quad (10)$$

У виразах (7) – (10) індекс  $i=1\dots N$  характеризує відповідні частини та узагальнені критерії для різних варіантів побудови системи, індексом нуль позначені нормовані критерії.

Нормування узагальнених критеріїв здійснюється за умов їх мінімізації згідно виразу

$$F_{0i} = \frac{F_i}{F_{\max}}, \quad (11)$$

де  $F_{\max}$  – максимально найгірша оцінка певного варіанта побудови системи.

Параметр  $F_{\max}$  визначається окремо для кожного узагальненого критерію (7) – (10) і формується із найгірших (для нормованих – максимальних) значень, що описують зміну частинних критеріїв при розгляді усіх сформованих варіантів побудови системи, що оптимізується.

За нормованими узагальненими критеріями формуємо інтегрований критерій оптимальності структури апаратної компоненти системи архівації

$$\begin{aligned} F_i = & \gamma_{10i} (1 - F_{OA0i})^{-1} + \gamma_{20i} (1 - F_{DA0i})^{-1} + \\ & + \gamma_{30i} (1 - F_{CPU0i})^{-1} + \gamma_{40i} (1 - F_{MB0i})^{-1} \\ & + \gamma_{50i} (1 - S_{\Sigma 0i})^{-1} \Rightarrow \min. \end{aligned} \quad (12)$$

Таким чином, вирази (12) та (7) – (10) являють собою багатокритеріальну математичну модель для структурного синтезу апаратної компоненти системи архівації даних авіаційно-космічного спостереження. Модель базується на використанні системи частинних критеріїв оптимальності структури системи (1), які враховують низку факторів її ефективності. Модель отримана із застосуванням технології вкладених згорток в нелінійні схеми компромісів. Відзнакою сформованої моделі є уведена система частинних критеріїв, що узгоджена із специфічними функціями та вимогами до системи архівації, а також застосування багатокритеріального підходу до її формування, що дозволяє урахувати увесь спектр вимог до системи, виражений у відповідних критеріях.

Вибір оптимального варіанта побудови системи архівації даних авіаційно-космічного спостереження полягає у аналізі значень, що описують зміну інтегрованого критерію оптимальності. У цьому випадку за оптимальну прийматиметься структура

системи (варіант побудови системи  $i = 1 \dots N$ ), для якої буде виконуватись вимога мінімізації критерію (12)

$$N_{opt} \Rightarrow \min F_i. \quad (13)$$

Отже, правило (13) дозволяє реалізувати операцію вибору оптимального варіанту структури системи архівації даних авіаційно-космічного спостереження за інтегрованим критерієм оптимальності.

Наведені результати дозволяють сформулювати методику багатокритеріального структурного синтезу системи архівації даних авіаційно-космічного спостереження, яка включатиме етапи.

1. Формування вимог до системи архівації даних авіаційно-космічного спостереження та виконуваних нею функцій.

2. Розробка структури програмної компоненти системи архівації.

3. Формування системи частинних критеріїв оптимальності структури апаратної компоненти системи (наприклад у вигляді критеріїв (1)).

4. Формування альтернативних варіантів побудови апаратної компоненти системи архівації.

5. Опис зміни частинних критеріїв оптимальності апаратної компоненти для кожного варіанту побудови системи.

6. Формування інтегрованого критерію оптимальності апаратної компоненти структури системи відповідно до її математичної моделі (12), (7) – (10).

6.1. Нормування частинних критеріїв згідно (4), (5).

6.2. Формування узагальнених критеріїв оптимальності структури апаратної компоненти системи (7) – (10).

6.3. Нормування узагальнених критеріїв оптимальності згідно з (11).

6.4. Формування інтегрованого критерію оптимальності структури системи архівації апаратної компоненти згідно математичної моделі (12).

7. Вибір оптимального варіанту побудови системи архівації даних авіаційно-космічного спостереження із сукупності альтернатив за умовою (13).

Розроблена методика базується на використанні методів системного та багатокритеріального аналізу складних систем і відрізняється сформованою системою показників і критеріїв оптимальності та застосуванням нелінійної схеми компромісів при формуванні багатокритеріальної моделі системи архівації даних авіаційно-космічного спостереження. Методика об'єднує у собі порядок застосування інфологічної моделі факторів, показників та критеріїв оптимальності системи, математичну багатокритеріальну модель структурного синтезу для отримання оптимальної структури системи архівації даних авіаційно-космічного спостереження. Розроблена методика забезпечує синтез структури системи архівації даних авіаційно-космічного спостереження за програмною та апаратною компонентами з урахуванням вимог до неї, виконуваних функцій за сукупністю суперечливих критеріїв оптимальності.

Для оцінки працездатності та ефективності розробленої методики розглянемо приклад її застосування для синтезу структури системи архівації.

Альтернативні варіанти побудови структури системи архівації подані у вигляді табл. 1 де знак плюс означає використовуваний елемент а мінус – не використовуваний елемент структури.

Таблиця 1

Альтернативні варіанти побудови структури системи архівації

Варіант структури	Системний блок				Відео-система		Пам'ять						Програм. забез.		Зовнішні пристрої	
	CPU		MB		відеоадаптер	монітор	OA		DA				OS	SP	принтер	сканер
	1J	2J	1J	2J			RAM	HDD	CD	DVD	FD	flash				
	1J	2J	1J	2J	RAM	HDD	CD	DVD	FD	flash	OS	SP	принтер	сканер		
1	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+
2	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+
3	+	-	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+
4	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+
5	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+
6	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+
7	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+
8	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+

Для опису зміни частинних критеріїв використовуються технічні характеристики та вартість стандартних, наявних на ринку дискретних пристроїв апаратної компоненти системи архівації.

Після виконання етапів нормування частинних

критеріїв згідно (4), (5) окремо для мінімізуючих і максимізуючих критеріїв і розрахунку значень і формування узагальнених (7) – (10) та інтегрованого критерію оптимальності структури апаратної компоненти системи архівації (12) отримаємо значення

(абсолютні і нормовані), що характеризують їх зміну для кожного альтернативного варіанту побудови апаратної компоненти системи архівації, подані у табл. 2.

Таблиця 2

Абсолютні і нормовані значення коефіцієнтів для кожного альтернативного варіанту побудови апаратної компоненти системи архівації

Узагальнений критерій	Варіант структури							
	1	2	3	4	5	6	7	8
$F_{OA}$	6,85714	6,85714	6,85714	6,85714	6,85714	6,85714	6,85714	6,85714
$F_{OA0}$	0,98562	0,98562	0,98562	0,98562	0,98562	0,98562	0,98562	0,98562
$F_{DA}$	12,21038	12,21038	12,20864	12,20864	191,3966	12,23946	12,23946	12,44810
$F_{DA0}$	0,016736	0,016736	0,016733	0,016733	0,26233	0,016775	0,016775	0,017061
$F_{CPU}$	3,94444	3,20000	3,94444	3,20000	3,20000	3,94444	3,20000	3,20000
$F_{CPU0}$	0,97527	0,79120	0,97527	0,79120	0,79120	0,97527	0,79120	0,79120
$F_{MB}$	3,611115	3,32900	3,611115	3,32900	3,32900	3,611115	3,32900	3,32900
$F_{MB0}$	0,973054	0,89702	0,973054	0,89702	0,89702	0,973054	0,89702	0,89702
$S_{\Sigma}$	49281,42	49649,64	48751,42	49119,64	298791,61	61169,29	61537,51	61866,04
$S_{\Sigma0}$	0,07245	0,072996	0,071675	0,072217	0,43929	0,089932	0,0904741	0,909571
$F_{MB}$	149,22253	86,16806	149,22162	86,16715	87,21139	149,24328	86,18883	86,18971
$F_{MB0}$	0,99305	0,573435	0,993046	0,573428	0,580378	0,993190	0,573573	0,573579



Рис. 2. Структурна схема системи архівації даних авіаційно-космічного спостереження

За нормованими значеннями, що описують зміну інтегрованого показника приймається рішення про оптимальний варіант побудови структури апаратної компоненти системи архівації даних авіаційно-космічного спостереження за системою критеріїв (1) згідно правила (13).

Відповідно до отриманих даних, оптимальною є п'ята структура системи архівації (значення варіюваного параметра дорівнює  $N_{opt} = 5$ ).

Повертаючись до сформованої таблиці варіантів структури (табл. 1) можливо зазначити, що для досягнення високої ефективності реалізації функцій (згідно інфологічної моделі рис.1), покладеної на систему архівації даних авіаційно-космічного спостереження апаратна її компонента повинна містити елементи: мікропроцесор з системною (материнською) платою, побудованими за двоядерною технологією; відеосистему, що забезпечує обробку графічної інформації

(відеоадаптер та відеомонітор); засоби обробки інформації оперативного архіву (оперативний запам'ятовувач пристрій та накопичувач на жорсткому диску); накопичувач довгострокового архіву у складі DVD приводу та комплекту оптичних DVD носіїв; операційне, прикладне та спеціалізоване програмне забезпечення, що безпосередньо реалізує функції системи архівації з обробки, накопичення та зберігання і доступу до матеріалів авіаційно-космічного спостереження; зовнішні пристрої – скануючий пристрій та пристрій друку, що забезпечують відповідні функції при роботі з графічними зображеннями.

Відповідно до отриманих результатів розрахунків структурна схема системи архівації даних авіаційно-космічного спостереження матиме вигляд поданий на рис. 2.

### Висновки

На підставі сформованих функцій системи, вимог до неї, згідно із отриманою методом евристичного синтезу її програмної компоненти відповідно до методики багатокритеріального синтезу структури апаратної компоненти системи де використана інфологічна модель факторів, показників та критеріїв оптимальності а також багатокритеріальна математична модель системи отримано оптимальну структуру системи архівації даних авіаційно-космічного спостереження. Визначена структура забезпечує виконання покладених на систему архівації функцій з найкращою, згідно із встановленою системою критеріїв, ефективністю. Отримана структура системи є результатом розв'язку багатокритеріальної оптимізаційної задачі, а отриманий результат є обумовленим.

Розглянутий приклад має певні обмеження та спрощення, що пов'язані перш за все з намаганням отримати результати розрахунків, які забезпечують оцінку працездатності запропонованого підходу щодо синтезу структури складних систем. Однак, достатня універсальність розробленої методики

забезпечує врахування необхідних ускладнень для розв'язку задач синтезу структур складних систем.

Таким чином розроблена методика є працездатною і забезпечує виконання покладених на неї функцій структурного синтезу системи архівації даних авіаційно-космічного спостереження.

### Список літератури

1. *Аерокосмічна розвідка в локальних війнах сучасності: досвід, проблемні питання і тенденції: монографія / Л.М. Артюшин, С.П. Мосов, Д.В. П'яковський, В.Б. Толубко. – К.: НАОУ, 2002. – 202 с.*
2. *Цвиркун А.Д. Основы синтеза структуры сложных систем / А.Д. Цвиркун. – М.: Наука, 1982. – 200 с.*
3. *Основы моделирования сложных систем: учебное пособие для студентов вузов / Под ред. И.В. Кузьмина. – К.: Высшая школа, 1981. – 360 с.*
4. *Анкудинов Г.И. Синтез структуры сложных объектов: логико-комбинированный подход / Г.И. Анкудинов. – Л.: Издательство Ленинградского университета, 1986. – 260 с.*
5. *Сложные технические и эргатические системы: метод использования / А.Н. Воронин, Ю.К. Зиятдинов, А.В. Харченко, В.В. Осташевский. – Х.: Факт, 1997. – 240 с.*
6. *Баранов Г.Л. Структурное моделирование сложных динамических систем / Г.Л. Баранов, А.В. Макаров. – К.: Наукова думка, 1986. – 272 с.*
7. *Брахман Т.Р. Многокритериальность и выбор альтернатив в технике / Т.Р. Брахман. – М.: Радио и связь, 1984. – 288 с.*
8. *Дубов Ю.А. Многокритериальные модели формирования и выбора вариантов систем / Ю.А. Дубов, С.И. Травкин, В.Н. Янишев. – М.: Наука, 1986. – 296 с.*
9. *Воронин А.Н. Вложенные скалярные свертки векторного критерия / А.Н. Воронин // Проблемы управления и информатики. – 2003. – № 5. – С. 10-21.*
10. *Воронин А.Н. Методика многокритериальной оценки эффективности научных космических проектов / А.Н. Воронин, Л.Н. Колос, Л.В. Подгородецкая // Проблемы управления и информатики. – 2004. – № 5. – С. 46-56.*

Надійшла до редколегії 21.10.2008

Рецензент: д-р техн. наук, с.н.с. Г.В. Худов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

### МЕТОДИКА МНОГОКРИТЕРІАЛЬНОГО СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗА СИСТЕМИ АРХІВАЦІЇ ДАНИХ АВІАЦІЙНО-КОСМІЧЕГО НАБЛЮДЕННЯ

В.І. Присяжний, А.А. Писарчук, І.А. Кухарський

В статті предложена методика структурного синтезу системи архівації даних авіаційно-космічного спостереження. Методика базується на поданні задачі синтезу структури многокритериальной моделью і розв'язку оптимізаційної задачі вибору найкращого варіанта побудови системи з сукупності альтернатив з використанням нелінійної схеми компромісів. Результати розрахункового прикладу синтезу структури системи архівації даних авіаційно-космічного спостереження доводять ефективність предложенного підходу.

**Ключевые слова:** авіаційно-космічне спостереження, структурний синтез, архівація даних, побудова системи.

### METHOD OF MULTICRITERION STRUCTURAL SYNTHESIS OF THE SYSTEM OF ARCHIVING INFORMATION OF AIR-SPACE SUPERVISION

V.I. Prisyazhnyi, A.A. Pisarchuk, I.A. Kukharskiy

In the article the method of structural synthesis of the system of archiving is offered information of air-space supervision. A method is based on the given tasks of synthesis of structure a multicriterion model and upshot of optimization task of choice of the best variant of construction of the system from the aggregate of alternatives with the use of nonlinear chart of compromises. The results of calculation example of synthesis of structure of the system of archiving lead to efficiency offered approach.

**Keywords:** aviation-space supervision, structural synthesis, archiving of information, construction of the system.