

УДК 681.3

Д.М. Запара, В.В. Воїнов

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків*

## АНАЛІЗ ЯКОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ СИНТЕЗУ СТРУКТУРИ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНИМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ ВІЙСЬК

*У статті розглядається питання оцінки якості структури інформаційно-аналітичної системи для управління технічним забезпеченням зенітних ракетних військ. Здійснено опис показників, що дозволяють вимірювати та відображати якісні характеристики системи управління технічним забезпеченням зенітних ракетних військ з метою вибору найдосконалішого варіанту її реалізації.*

**Ключові слова:** інформаційна мережа, ІАСУ, показник, система, якість структури.

### Постановка проблеми

Існує багато прикладів складних систем, які функціонують в масштабі часу, що наближений до реального (різного роду автоматизовані системи управління військами та зброєю, системи управління транспортними перевезеннями, повітряним рухом тощо).

Однією з таких систем є система управління технічним забезпеченням частин (підрозділів) зенітних ракетних військ [1] (далі – система). Основна мета управління такими системами – забезпечити ефективне використання можливостей і виконання завдань у встановлені строки. Досягнення цієї мети пов'язано з реалізацією завдань та функцій управління при забезпеченні органів управління технічним забезпеченням інформацією, що потрібна для вирішення завдань, а також при організації тісної інформаційної взаємодії вузлів системи на основі єдиного сприйняття та розуміння даних про обстановку у якій вона функціонує, команд управління та донесень, що передаються та приймаються. Подання такої інформації передбачає створення тим чи іншим способом відповідних мереж для інформаційного забезпечення управління елементами системи. А з метою найбільш повної реалізації функцій управління технічним забезпеченням під час підготовки та входу ведення бойових дій елементи системи об'єднуються в єдину інформаційно-аналітичну систему управління (далі ІАСУ).

Незалежно від способу реалізації ІАСУ й засобів для передачі і обробки інформації, які будуть застосовані – це сукупність вузлів обробки інформації, що пов'язані між собою каналами зв'язку або передачі даних, де циркулює потрібна органам управління інформація.

Виникає питання оцінки якості структури такої системи, яке в свою чергу передбачає формалізований опис та пошук показників, що дозволяють вимі-

рювати та відображати якісні характеристики ІАСУ з метою вибору найдосконалішого варіанту її реалізації.

Розглянемо можливий підхід до вирішення цього питання.

### Виклад основного матеріалу

Для формалізації опису ІАСУ необхідно розглянути та виділити у її структурі вузли системи (центри отримання та обробки необхідної інформації) і напрямки передачі цієї інформації між вузлами. При цьому для вирішення завдань дослідження, структура ІАСУ достатньо добре може бути подана за допомогою орієнтованого графу, вузли якого ( $S_i$ ) відповідають центрам обробки інформації, а ребра – напрямкам передачі даних (рис. 1).

Математичний опис такого графу зроблено у вигляді матриці зв'язків, у якій номери стовпців відповідають вузлам – джерелам інформації, номери рядків – вузлам – споживачам інформації, а на перетині рядків та стовпців вказуються середні затримки проходження інформації від джерела до споживача та навпаки (рис. 2).

По діагоналі вказується робочий час органу (елементу системи) управління. Як ознаку того, що на напрямку безпосередній зв'язок відсутній – елемент матриці встановлюється як "0". Такий опис вибрано, як вихідний для відображення структури матриці, що досліджується.

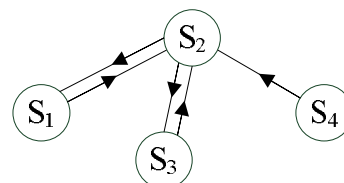


Рис. 1. Приклад графу структури інформаційно-аналітичної системи

Номер вузла	Споживачі інформації				
	1	2	3	4	
Джерела інформації	1	$T_{p1}$	$T_{12}$	0	0
	2	$T_{21}$	$T_{p2}$	$T_{23}$	0
	3	0	$T_{32}$	$T_{p3}$	0
	4	0	$T_{42}$	0	$T_{p4}$

Рис. 2. Матриця зв'язків

Для характеристики якості структури ІАСУ за аналогією з показниками, які використані у [2] для дослідження системи управління технічним забезпеченням розглянемо:

складність організації ІАСУ,

взаємозв'язність її вузлів,

рівномірність інформаційного навантаження,

ізолюваність вузлів,

узагальнений показник якості структури інформаційно-аналітичної системи.

Під **складністю організації** інформаційно-аналітичної системи розуміється кількісний показник, який приймає значення "0" для найпростішої системи, що складається з двох вузлів і росте до "1" при збільшенні кількості вузлів у мережі:

$$K_{\text{скл}} = 1 - \exp\left(\frac{2}{n} - 1\right),$$

де  $n = n_c + n_d$  – кількість вузлів прийому та передачі інформації в ІАСУ;

$n_c$  – кількість вузлів, які мають вхідні напрямки зв'язку (споживачів);

$n_d$  – кількість вузлів, які мають вихідні напрямки зв'язку (джерел).

**Взаємозв'язність вузлів** системи – кількісний показник, який приймає значення "1", коли всі джерела та споживачі мають двонаправлений зв'язок між собою та "0", коли жоден з них не пов'язаний з іншими:

$$K_{\text{вз}} = \exp\left(\frac{k_n}{n_s \cdot (n_s - 1)} - 1\right),$$

де  $k_n$  – кількість напрямків зв'язку, які є у мережі;

$n_s$  – кількість вузлів, що мають зв'язки з іншими;

$n_s \cdot (n_s - 1)$  – максимально можлива кількість напрямків зв'язку коли між  $n_s$  вузлами мережі реалізований двонаправлений зв'язок.

**Рівномірність навантаження** – кількісний показник, що приймає значення "1", коли всі вузли мережі завантажені по входу-виходу приблизно однаково, та зменшується до "0", коли рівномірність навантаження порушується:

$$K_{\text{рн}} = \exp\left(-\frac{2 \cdot \text{abs}(k_c - k_d)}{k_n}\right),$$

де  $k_c$  – кількість напрямків до споживачів інформації;

$k_d$  – кількість напрямків від джерел інформації;

$k_n$  – загальна кількість напрямків зв'язку, які є у мережі.

**Ізолюваність вузлів** – кількісний показник, що приймає значення "0", якщо немає ізолюваних (тобто не пов'язаних з іншими) вузлів та зростає до "1" при збільшенні кількості ізолюваних вузлів у мережі:

$$K_{\text{із}} = 1 - \exp\left(-\frac{k_o}{n_b}\right),$$

де  $k_o$  – кількість ізолюваних маршрутів;

$n_b$  – загальна кількість вузлів у системі управління.

Сумарний показник якості структури інформаційної мережі запропоновано обчислювати як середньозважений у вищерозглянутих:

$$K_{\text{сум}} = \frac{2 - K_{\text{скл}} + K_{\text{вз}} + K_{\text{рн}} - K_{\text{із}}}{4}.$$

#### **Показник активності інформаційної мережі.**

Пункт обробки інформації (вузол мережі) будемо вважати "активним", якщо за умовами обстановки виникає необхідність задіяти його в конкретних управляючих діях для виконання функціональних завдань. Коли жоден з вузлів не знаходиться у стані "активний" будемо вважати стан мережі "не активний", коли всі вузли мають стан "активний" мережа стає "повністю активною". Очевидно, що у реальному випадку інформаційна мережа може приймати проміжний стан між цими двома.

Тому, щоб характеризувати його, як узагальнений показник активності інформаційної мережі необхідно визначити статистичну ймовірність того, що мережа задіяна для виконання завдань за призначенням на протязі всього етапу, що розглядається:

$$P_a = \frac{\sum_{i=1}^{N_b} \Delta t_i}{t_{\text{ет}} \cdot n_b},$$

де  $\Delta t_i$  – тривалість часу, коли працював  $i$ -й вузол мережі;

$t_{\text{ет}}$  – загальна тривалість етапу функціонування системи;

$n_b$  – кількість вузлів мережі у системі управління.

Показник активності дозволяє оцінити наскільки повно буде завантажена ІАСУ при реалізації своїх функцій та при максимальній активності він приймає значення "1".

З метою дослідження варіантів побудови інформаційно-аналітичної системи для управління технічним забезпеченням частин (підрозділів) зенітних ракетних військ вирішується завдання синтезу її структури за допомогою програмного забезпечення. Розроблене програмне забезпечення дозволяє на основі завчасно сформованої бази даних щодо функціонування системи технічного забезпечення про стан, розміщення та характеристики елементів системи, проводити моделювання варіантів її структури.

Також за результатом моделювання розраховувати показники структури ІАСУ та активність її інформаційної мережі.

Структура інформаційної мережі задаються у вигляді матриці зв'язку, яка використовується для пошуку величин мінімальної та максимальної затримки інформації у ланках управління; для урахування характеру розповсюдження інформації від датчиків інформації, для розрахунку активності системи управління та її елементів при функціонуванні за призначенням; для розрахунку показників якості структури ІАСУ; для відображення структури мережі у вигляді схеми.

За результатами розрахунків відображається схема ІАСУ, яка поєднує:

- пункти управління;
- складність організації структури системи;
- її взаємопов'язаність;
- рівномірність навантаження;
- ізолюваність вузлів системи;
- сумарний показник якості структури;
- максимальну відстань між вузлами системи;
- максимальну затримку в проходженні інформації;

- середню затримку;
- кількість вузлів, які задіяні у ІАСУ;
- середню активність системи;
- максимальну активність (по найбільш навантаженому вузлу);
- середню активність по вузлам, що приймають участь у роботі;
- мінімальну активність (по найменш навантаженому вузлу).

## Висновки

Запропонована система показників та метод їх обчислення дозволяють проводити порівняльну оцінку різних варіантів побудови структури інформаційно-аналітичної системи для управління технічним забезпеченням зенітних ракетних військ та вибору найбільш оптимальної структури інформаційної мережі для забезпечення найбільш повною інформацією елементів системи та вибору раціональних з точки зору якості структури і погодинного навантаження її елементів. Ведеться робота щодо розробки алгоритму оптимізації структури інформаційно-аналітичної системи.

## Список літератури

1. Запара Д.М. Визначення структури системи управління технічним забезпеченням військ / Г.А. Дробаха, Д.М. Запара, В.В. Воинов // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2014. – № 1(14). – С.31-34.
2. Дробаха Г.А. Аналіз якості інформаційної мережі для забезпечення управління складною територіальною розподіленою системою / Г.А. Дробаха, В.І. Ткаченко // Збірник наукових праць ХВУ. – Х., 2001. – Вип. 5 (35). – С. 16-20.

Надійшла до редколегії 30.03.2015

**Рецензент:** д-р військ. наук, проф. Г.А. Дробаха, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

## АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ ДЛЯ СИНТЕЗА СТРУКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ВОЙСК

Д.М. Запара, В.В. Воинов

*В статье рассматривается вопрос оценки качества структуры информационно-аналитической системы для управления техническим обеспечением зенитных ракетных войск. Произведено описание показателей, которые позволяют измерять и отображать качественные характеристики системы управления техническим обеспечением зенитных ракетных войск с целью выбора наиболее совершенного варианта её реализации.*

**Ключевые слова:** информационная сеть, ИАСУ, показатель, система, качество структуры.

## QUALITY ANALYSIS OF INFORMATION NETWORK FOR THE SYNTHESIS OF STRUCTURE BY INFORMATION AND ANALYTICAL CONTROL SYSTEM OF ARMY TECHNICAL SUPPORT

D.M. Zapara, V.V. Voinov

*The object of article is question of quality estimation of structure by information and analytical control system of air-defense technical support. There was done the description of factors, which permit to measure and display qualitative parameters of control system of air-defense technical support for the purpose of choice the most perfect variation of its implementation.*

**Keywords:** control system, information network, technical support.