

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ АНАЛІЗУ НЕСПРАВНОСТЕЙ ОПЕРАТОРОМ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ

Запропоновано методологічні основи проектування системи підтримки прийняття рішень аналізу несправностей оператором інформаційної мережі. Сформульована задача синтезу оптимальної структури системи та запропоновано її рішення на основі агрегативно-декомпозиційного підходу. Наведено постановки задач розподілу функцій між елементами системи, вибору технічних та програмних засобів, а також вибору адекватної моделі подання знань в базі знань системи та запропоновані методи їх вирішення.

Субач І.Ю. Методологические основы проектирования системы поддержки принятия решений анализа неисправностей оператором информационной сети. Предложены методологические основы проектирования системы поддержки принятия решений по анализу неисправностей оператором информационной сети. Сформулирована задача синтеза оптимальной структуры системы и предложено ее решение на основе агрегативно-декомпозиционного подхода. Приведены постановки задач распределения функций между элементами системы, выбора технических и программных средств, а также выбора адекватной модели представления знаний в базе знаний системы и предложены методы их решения.

I. Subach Methodological bases of designing of decision support system of the analysis of alarms are offered by the operator of an information network. The problem of synthesis of optimum structure of system is formulated and its decision on a basis aggregate-decompositionthe approach is offered. Statements of problems of distribution of functions between elements of system, a choice technical and software, and also a choice of adequate model of representation of knowledge in the knowledge base of system are resulted and methods of their decision are offered.

Ключові слова: система підтримки прийняття рішень, інформаційна мережа, аналіз несправностей.

Актуальність. Технічною основою системи зв'язку та автоматизації управління військами є інформаційні мережі, що являють собою сукупність інформаційно-телекомунікаційних вузлів, локальних обчислювальних мереж, окремих робочих станцій та засобів зв'язку. Сукупність зазначених елементів має досить складну топологію проте, аналіз показує, що масовий характер несправностей обумовлює необхідність обробки оператором інформаційної мережі (ІМ) значного об'єму даних в умовах дефіциту часу. Враховуючи, що процес прийняття рішення є складним психологічним процесом, виникають передумови для перевищення перепускної спроможності оператора і зниження якості рішень, які він приймає в ході управління ІМ.

Основними недоліками існуючого інформаційно-аналітичного забезпечення оператора ІМ є: складність структури інформаційної мережі; високий внутрішній і зовнішній динамізм; неповнота та недостовірність вихідних даних про стан системи; складність та обмеженість можливостей математичного опису стану системи; висока ротація кадрів та низький рівень професіоналізму фахівців.

Аналіз досвіду управління функціонуванням ІМ військового призначення показує, що однією з головних задач є задача аналізу стану ІМ, яка у теперішній час є практично не автоматизованою. Оператори системи приймають рішення тільки на основі особистого досвіду та інтуїції. Оскільки в даний час має місце велика ротація кадрів Збройних Сил (ЗС), то рівень професіоналізму таких фахівців є не дуже високим. У зв'язку з цим час, який витрачається операторами на аналіз стану та локалізацію несправностей, не відповідає нормативному часу, що у свою чергу, впливає на оперативність вирішення задач управління у цілому.

Наявність наведеної невідповідності обумовлює актуальність досліджень, які полягають у підвищенні обґрунтованості та оперативності рішень оператора ІМ військового призначення на основі розробки та впровадження систем підтримки прийняття його рішень (СППР).

Аналіз останніх досліджень і публікацій у галузі управління ІМ [1–11] показує, що засоби інтелектуалізації процесів прийняття рішень оператором ІМ є найбільш важливими та

практично необхідними в сфері інфокомунікацій. Створення подібних систем є основним напрямом розвитку проблемно-орієнтованих програмних засобів, що забезпечують ефективне застосування засобів обчислювальної техніки в даній сфері людської діяльності, що пов'язана з прийняттям рішень.

СППР оператора ІМ [12] являє собою складну систему, що характеризується комплексною взаємодією територіально та функціонально розподілених елементів тому, від її організації, а також від якості джерел отримання знань та потужності бази знань залежить ефективність усієї інтелектуальної системи у цілому [3].

Під час визначення структури СППР необхідно провести аналіз задач, які вона має вирішувати, обґрунтовано обрати алгоритми їх реалізації, визначити кількість рівнів та вузлів системи, здійснити декомпозицію задач та інформації на вузли та рівні системи, а також визначити комплекс програмно-технічних засобів (рис. 1). Вибрана структура вважається оптимальною, якщо загальна ефективність системи, яка проектується є максимальною.

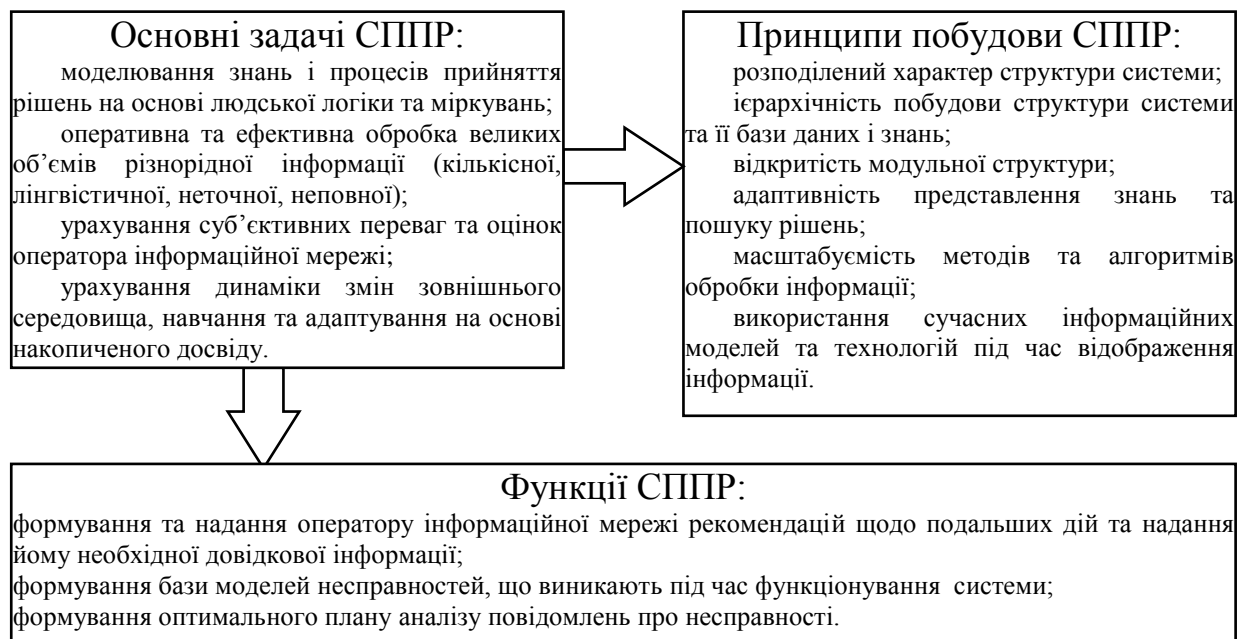


Рис. 1. Основні задачі, функції та принципи побудови системи підтримки прийняття рішень оператора інформаційної мережі військового призначення

Виклад основного матеріалу. Для формалізації задачі синтезу оптимальної структури СППР оператора застосуємо підхід, наведений у [13].

Дано: P – множина методів побудови системи або її елементів;

$F(P)$ – множина взаємозв'язаних функцій (задач, інформації) СППР відповідно до принципів її побудови;

A – множина можливих зв'язаних елементів системи (вузлів, рівнів системи та інше);

W – операція оптимального відображення елементів множини F на елементи множини A .

Необхідно: забезпечити екстремум цільової функції при умові виконання заданих обмежень. Таким чином, задача синтезу оптимальної структури СППР оператора ІМ задається виразом:

$$\{f \in F \mid \exists W \mid A^{opt} \in A\},$$

де A^{opt} – оптимальний набір елементів структури СППР.

Під час вибору оптимального варіанту структури системи є можливими два варіанти відображення W : перший, коли кожна задача виконується лише одним з декількох можливих вузлів системи та другий, коли задача виконується декількома вузлами системи.

Аналіз функцій, задач та технологій мережного управління щодо усунення несправностей оператором ІМ [1, 2, 12] свідчить про те, що більш придатним є другий випадок, тобто відбувається декомпозиція вихідної задачі на підзадачі, паралельне їх рішення локальними СППР з наступним агрегуванням результатів рішення підзадач у загальне рішення вихідної задачі [13].

У якості показника ефективності PE_{DSS} виберемо відношення ефективності до вартості: $PE_{DSS} = E/C$ та зведемо задачу до оцінки можливості досягнення максимуму ефективності при заданій вартості. Показник ефективності функціонування СППР задається за допомогою функціоналу:

$$PE_{DSS} = F \left(OP, OP_a, OP_t, C, C_e, C_d, C_c, C_{tr}, C_{pr}, C_u \right) \quad (1)$$

де OP – оперативність вирішення задачі;

OP_a – оперативність алгоритмів;

OP_t – оперативність програмно-технічних засобів;

C – вартість системи;

C_e – вартість експлуатації програмно-технічних засобів;

C_d – вартість розробки задач;

C_c – вартість технічних засобів;

C_{tr} – вартість передачі інформації між вузлами системи;

C_{pr} – вартість програмного забезпечення;

C_u – вартість утримання обслуговуючого персоналу.

Оптимізація функціоналу (1) є метою синтезу структури СППР оператора ІМ.

Для формалізації багатокритеріальної задачі синтезу оптимальної структури розподіленої СППР оператора ІМ введемо наступні позначення:

$$N_i = \{K \mid K = \overline{1, K_i}\} \text{ – множина можливих алгоритмів рішення } i\text{-ої задачі в системі,}$$

включаючи її рішення ручним способом;

$|a_{ii'}|$ – матриця зв'язку між задачами; задачі i та i' вважаються зв'язаними, якщо для рішення i -ої задачі використовується інформація, яка є вихідною для i' -ої задачі, при цьому $a_{ii'}$ має зміст середнього потоку інформації від i -ої задачі до задачі i' та якщо задачі не зв'язані, то $a_{ii'} = 0$;

$|\gamma_{jj'}|$ – матриця витрат на передачу одиниці інформації з j -го вузла у вузол j' , причому для незв'язаних вузлів $\gamma_{jj'} = \infty$. Врахуємо, що затрати на передачу інформації між вузлами визначаються при заданій структурі системи зв'язку;

m_l – значення, яке відображує характеристики технічних засобів, наприклад, об'єм пам'яті, тактову частоту процесору та інші;

a_{ijk} – експлуатаційні витрати на рішення i -ої задачі k -м способом у j -му вузлі;

m_{ik} – потреба i -ої задачі, що вирішується k -м способом у ресурсах програмних та технічних засобів;

K_l – витрати на програмні, технічні засоби;

K_{ik} – витрати на розробку і впровадження i -ої задачі у k -му варіанті;

$C_{lj} = C_{tj} + C_{pj} + C_{cj}$ – комплексний показник, що характеризує витрати на експлуатацію l -го комплексу програмних та технічних засобів у j -му вузлі, з врахуванням витрат на обслуговуючий персонал, де

C_{tj} – витрати на експлуатацію технічних засобів у j -му вузлі;

C_{pj} – витрати на експлуатацію програмного забезпечення у j -му вузлі;

C_{cj} – витрати на обслуговуючий персонал, що обслуговує l -й комплекс програмних та технічних засобів у j -му вузлі.

Тоді, оптимальна структура СППР оператора ІМ, при умові мінімізації витрат на систему, з урахуванням витрат на обмін інформацією між задачами, які вирішуються на різних рівнях (вузлах) системи, а також витрат на її експлуатацію задається виразом:

$$\min \left[\sum_{\substack{i,j,k, \\ i',j',k'}} b_{ikj,i'k'j'} x_{ikj} x_{i'k'j'} + \sum_{jl} c_{lj} x_{jl} \right], \quad (2)$$

$$\text{де } b_{ikj,i'k'j'} = \begin{cases} a_{ikj}, & \text{якщо } ik = i'k', \\ -a_{ik,i'k'} \gamma_{jj'}, & \text{якщо } ik \neq i'k'. \end{cases}$$

$$x_{ikj} = \begin{cases} 1, & \text{якщо частина } i \text{ – ої задачі вирішується у } j \text{ – му вузлі } k \text{ – м засобом,} \\ 0 \text{ – в іншому випадку.} \end{cases}$$

$$x_{jl} = \begin{cases} 1, & \text{якщо частина } j \text{ – го вузлу має } l \text{ – ий технічний засіб,} \\ 0 \text{ – в іншому випадку.} \end{cases}$$

при наступних обмеженнях:

$$\sum_{k,j} x_{ikj} = 1, i = \overline{1, I}, \quad (3)$$

$$\sum_{l,j} k_l x_{jl} + \sum_{i,k,j} k_{ik} x_{ikj} \leq k, k = \overline{1, K}, \quad (4)$$

$$\sum_{i,k} m_{ik} x_{ikj} \leq \sum_l m_l x_{jl}, j = \overline{1, J}. \quad (5)$$

Величина критерію (2) визначає експлуатаційні витрати на функціонування системи. Обмеження (3) допускає рішення i – ої задачі в різних вузлах системи. Обмеження (4) враховують той факт, що ресурси на розробку системи не повинні перевищувати заданої величини k . Обмеження (5) вказують на те, що потреба вузлів у ресурсах технічних засобів для розв'язання задач не повинна перевищувати заданих.

Сформульована задача є основою для синтезу оптимальної структури СППР оператора ІМ, але слід зауважити, що у постановці (2)–(5) вона є нелінійною задачею математичного програмування. Тому, для її рішення слід застосовувати агрегативно-декомпозиційний підхід [13], який складається з двох взаємозв'язаних етапів: послідовної декомпозиції цілей, функцій та задач, що виконуються системою та агрегуванні (об'єднанні) на відповідному рівні деталізації елементів побудови системи у цілому.

Таким чином, процес проектування оптимальної структури СППР оператора ІМ включає послідовне рішення задач синтезу основних елементів та частин системи.

На першому етапі визначається організаційна структура системи, виходячи з цілей та стратегій функціонування ІМ, в результаті чого, визначається число рівнів ієрархії та вузлів системи. На другому етапі оптимізується розподіл функцій (задач) за рівнями та вузлами

системи. Далі, вибирається комплекс програмних та технічних засобів для реалізації СППР. При цьому враховуються витрати на обладнання вузлів обраними засобами та їх експлуатацію.

Розподіл функцій (задач) між елементами СППР є задачею проектування складних технічних систем [14]. Для мінімізації часових витрат, які є зв'язаними з обміном інформацією між рівнями та вузлами системи, необхідно сконцентрувати на кожному рівні (вузлі) СППР функції (задачі), які мають максимальний взаємозв'язок у процесі функціонування системи. Найбільш поширеними методами рішення таких задач є методи, які базуються на розрізанні графів [3]. Постановка задачі може змінюватися у відповідності до властивостей графів, котрі визначаються структурою та функціями системи.

Сформулюємо задачу розподілу функцій між елементами СППР оператора ІМ.

Нехай $F = \{f_i\}$, $f_i \cap f_j = \emptyset$; $i \neq j$; $i, j = \overline{1, n}$ – множина функцій, які необхідно розподілити між $L = \{l_k\}$, $k = \overline{1, m}$ – елементами системи. Будь-яку функцію $f_i \in F / F^*$, де F^* – множина вже розподілених функцій, можна реалізувати на одному елементів з L . Введемо параметр розподілу X_{ik} :

$$X_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } i\text{-а функція реалізується на } k\text{-м елементі,} \\ 0 & \text{– у протилежному випадку,} \end{cases} \quad (6)$$

при обмеженні: $\sum_{i=1}^n X_{ik} = 1$, $k = \overline{1, m}$; $i = \overline{1, n}$, тобто кожен функцію можна закріпити тільки за одним елементом.

Нехай a_{ij} – алгоритмічна зв'язність i -ої та j -ої функцій, $B_i = \{B_{iz}\}$, $z = \overline{1, Z}$, $i = \overline{1, n}$ – характеристики обчислювальних засобів, які є необхідними для виконання i -ї функції, $B^k = \{B_{iz}^k\}$, $z = \overline{1, Z}$, $k = \overline{1, m}$ – характеристики обчислювальних засобів k -го елемента системи. Тоді задачу розподілу функцій можна представити у вигляді:

$$\text{знайти } \min \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^n a_{ij} X_{ik}, \quad (7)$$

при обмеженнях:

$$\sum_{i=1}^n B_{iz} X_{ik} \leq B_z^k, \quad z = \overline{1, Z}, \quad k = \overline{1, m},$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ik} = 1, \quad \text{де } X_{ik} \text{ – задається виразом (6).}$$

Рішенням задачі буде сукупність векторів $X_1^* = (X_{11}, X_{21}, \dots, X_{n1})$, $X_2^* = (X_{12}, X_{22}, \dots, X_{n2})$, ..., $X_m^* = (X_{1m}, X_{2m}, \dots, X_{nm})$ із значеннями X_{ik} , які задаються виразом (6), що забезпечують мінімум цільової функції (7).

Для вирішення поставленої задачі застосовуються точні методи (повного або упорядкованого перебору, наприклад, метод „гілок та границь”), а також наближені, евристичні методи. Застосування того чи іншого методу залежить від числа вершин графу та насиченості його матриці суміжності.

Після попереднього розподілу функцій між елементами СППР виконується етап вибору технічних та програмних засобів. Оскільки вибір технічних засобів здійснюється за часом раніше, ніж закінчення етапу розробки функціональних підсистем, то на цьому етапі є об'єктивно присутньою невизначеність вимог, що висуваються до наведених засобів. Ця невизначеність вимагає застосування адекватних методів прийняття рішень, які ґрунтуються на експертних оцінках та опрацюванні їх результатів методами теорії нечітких множин.

Загальна постановка задачі вибору технічних засобів може бути описаною наступним чином. Дано: множина варіантів технічних засобів $V_i, i = \overline{1, S}$, де кожний i -й варіант характеризується набором технічних засобів $\overline{X}_i = \{x_1, \dots, x_n\}$.

Для кожного варіанта існує вектор показників якості $\overline{Q}_i = \{q_1(\overline{X}_i), \dots, q_j(\overline{X}_i), \dots, q_m(\overline{X}_i)\}$. Будемо вважати, що серед показників існує l кількісних $\{i = \overline{1, l}\}$, приведених до нормованого виду від нуля до одиниці та $(n-l)$ – якісних, представлених у вигляді функції приналежності рівню якості $\mu_{l+1}(\overline{X}_i), \dots, \mu_m(\overline{X}_i)$, який вимагається.

Необхідно: вибрати такий варіант I_0 технічних засобів, який забезпечить оптимальне значення векторного критерію $\overline{Q} : I_0 = \arg \text{opt} \overline{Q}_i(\overline{X}_i)$, де $I_0 \in V_i; i = \overline{1, S}$.

Сформульована задача відноситься до класу задач нечіткої багатокритеріальної оптимізації та може бути вирішеною за допомогою лексикографічного методу, який є не складним у реалізації та вимагає мінімальної експертної інформації про ступінь переваги показників [3]. Застосування методу полягає у наступному.

1. Упорядковуються показники за важливістю: $q_1 > q_2 > \dots > q_j > \dots > q_m; j = \overline{1, m}$.

2. Для кожного показника призначається величина припустимої поступки $\Delta q_j; j = \overline{1, m}$, у межах якої розглянуті альтернативи вважаються практично рівноцінними.

3. Для першого за важливістю показника q_1 формується множина π_1 „практично рівнозначних” альтернатив, які задовольняють умові:

$$\max_{\substack{i = \overline{1, S} \\ i = I_0}} q_1(\overline{X}_i) - q_1(\overline{X}_k) \geq \Delta q_1, \quad k \neq I_0$$

4. Якщо множина π_1 містить тільки один варіант, то він є найкращим. У випадку коли множина π_1 містить більш ніж один варіант, то переходимо до розгляду множини π_1 за показником q_2 .

5. Для другого показника q_2 формується множина π_2 варіантів з множини π_1 , які задовольняють умові:

$$\max_{\substack{i \in \pi_1 \\ i = I_0}} q_2(\overline{X}_i) - q_2(\overline{X}_k) \geq \Delta q_2, \quad k \in \pi, k \neq I_0$$

6. Якщо множина π_2 містить тільки один варіант, то він є найкращим. У випадку коли множина π_2 містить більш ніж один варіант, то розглядаємо варіанти за показником q_3 і так далі.

7. При умові, коли всі показники послідовно розглянуті й у результаті отримана множина $\pi = \pi_1 \times \pi_2 \times \dots \times \pi_m$, що містить більш ніж одну альтернативу, то можна застосувати два підходи:

зменшити величину припустимої поступки $\Delta q_j; j = \overline{1, m}$, починаючи з першого за важливістю показника та повторити усі кроки рішення;

надати можливість особі, що приймає рішення (ОПР) остаточного вибору найкращого варіанту.

Загальна постановка задачі вибору програмних засобів може бути описаною та вирішеною за аналогічною схемою.

Крім того, у процесі проектування СППР на основі технологій обробки знань необхідно найбільш повно враховувати характерні особливості предметної області та забезпечити адекватне подання знань про об'єкти прийняття рішень у базі знань СППР. Адекватність подання знань до задач, що вирішуються СППР, забезпечується обґрунтованим вибором моделі подання знань та відповідних методів логічного виводу на знаннях.

Класичними моделями, що використовуються для подання знань в СППР, є семантичні сітки, фрейми, логічні та продукційні моделі. Значного розвитку в останній час набули нейронні мережі, квантові моделі, а також гібридні моделі подання знань [15].

Застосування моделей подання знань при створенні СППР на сучасному етапі найчастіше базується на логіко-лінгвістичному підході. Основою логіко-лінгвістичного підходу є теорія нечітких множин, яка дозволяє формалізувати нечітке вербальне описання об'єктів прийняття рішень і застосувати відповідні математичні методи для обробки нечітких даних. Метою застосування математичного та логічного апарату теорії нечітких множин є пошук та оцінка переважних альтернатив з використанням процедур експертного опитування з урахуванням нечіткості висловлювань експертів та невизначеності вихідних даних. Даний підхід широко застосовується для модифікації описаних моделей подання знань. З метою порівняння властивостей описаних моделей подання знань доцільно визначити функції підсистеми подання знань в СППР: організація зберігання знань в системі, введення нових знань та поєднання їх з існуючими, вивід нових знань, знаходження знань, вилучення непотрібних знань, перевірка несуперечливості бази знань, а також здійснення інтерфейсу між користувачем і базою знань [3].

Для ефективного виконання наведених функцій моделі подання знань повинні задовольняти наступним вимогам: прогнозована ефективність; здатність пояснення рішення; здатність до навчання; продуктивність; масштабованість; можливість експорту та імпорту знань; наочність. Вимоги до ефективності визначають здатність системи оцінити ефективність генерованого рішення. У разі незадовільної оцінки рішення система повинна спробувати вказати оператору ІМ джерела суперечливості або неповноти для уточнення вихідних даних. Здатність пояснення генерованого рішення є очевидною вимогою до організаційно-технічних систем управління.

На основі аналізу властивостей моделей подання знань [15], їхніх переваг та недоліків, а також вимог, яким вони мають відповідати, можна зробити висновок, що кожна з розглянутих моделей знань лише частково відповідає заданим вимогам.

Задача вибору адекватної моделі подання знань в СППР за своїм характером є багатокритеріальною та слабо формалізованою, тому традиційно вирішується на основі досвіду та кваліфікації розробників, їх суб'єктивних поглядів та переваг. Недоліки такого підходу є відомими. Перспективним напрямком для її рішення є застосування методів парних порівнянь, наприклад, методу аналізу ієрархій. Формальна постановка задачі полягає у наступному.

Дано: m – множина моделей подання знань (МПЗ). Деяка j -а властивість i -го варіанта МПЗ характеризується величиною i -го часткового показника q_{ij} ; $i = \overline{1, m}$; $j = \overline{1, n}$.

Тоді МПЗ при i -му варіанті реалізації характеризується вектором $\overline{Q}_i = |q_{i1}, \dots, q_{ij}, \dots, q_{in}|$.

Необхідно: з множини m варіантів МПЗ вибрати такий варіант i_0 , який має найкраще значення вектора \overline{Q}_i : $i_0 = \arg \text{opt} \overline{Q}_i$, $i = \overline{1, m}$.

Рішення задачі на основі використання методу аналізу ієрархій полягає у виконанні чотирьох етапів.

1. Формалізація задачі у вигляді ієрархічної структури з декількома рівнями: ціль, показники, альтернативи.

2. Виконання експертами попарних порівнянь елементів кожного рівня та оформлення результатів у вигляді сукупності матриць парних порівнянь.

3. На основі отриманих матриць парних порівнянь обчислення коефіцієнтів важливості для елементів кожного рівня. При цьому перевіряється погодженість суджень експертів за допомогою індексу погодженості.

4. Розрахунок підсумкової ваги кожної з альтернатив та визначення або ранжування найкращої альтернативи.

Висновок. Запропоновані в статті методологічні основи дозволяють вирішити задачу синтезу оптимальної структури СППР оператора ІМ, яка є нелінійною задачею математичного програмування, на основі агрегативно-декомпозиційного підходу, який полягає у послідовному ітераційному розв'язуванні взаємозв'язаних задач синтезу її основних елементів та частин. Вони можуть бути застосованими на етапі проектування СППР оператора ІМ військового призначення. Подальшими напрямками досліджень можна вважати пошук шляхів удосконалення методології оптимальної організації функціонування системи та її реалізації й еволюціонування.

ЛІТЕРАТУРА

1. Романюк В.А. Самоорганизующиеся радиосети со сверхширокополосными сигналами / С.Г. Бунин, А.П. Войтер, М.Е. Ильченко, В.А. Романюк – К.: НПП «Издательство «Наукова думка» НАН України». – 444 с.
2. Кривуца В.Г. Інфокомунікаційні мережі нового покоління: монографія / В.Г. Кривуца, Л.Н. Беркман, С.В. Толюпа; за ред. В.Г. Кривуци. – К.: ДУІКТ, 2012. – 288 с.
3. Герасимов Б.М. Системы поддержки принятия решений: проектирование, применение, оценка эффективности / Б.М. Герасимов, М.М. Дивизинюк, И.Ю. Субач. – Севастополь, 2004. – 320 с.
4. Кривуца В.Г. Управління телекомунікаціями із застосуванням новітніх технологій / В.Г. Кривуца, Л.Н. Беркман, В.К. Стеклов та ін. – К.: Техніка, 2007. – 384 с.
5. Кривуца В.Г. Система управління сучасними телекомунікаційними мережами / В.Г. Кривуца, Л.Н. Беркман, М.М. Клима та ін. – К.: ДУІКТ, 2009. – 267 С.
6. CCITT Recommendation X.700: management framework for open systems interconnection (OSI) for CCITT applications. – approved on 10th of September 1992.
7. CCITT Recommendation X.733: information technology – open systems interconnection – systems management: alarm reporting function. – approved on 10th of February 1992.
8. CCITT Recommendation X.733/Corr.1: information technology – open systems interconnection – systems management: alarm reporting function. – approved on 18 February 1994.
9. CCITT Recommendation X.735: information technology – open systems interconnection – systems management: log control function. – approved on 10th of September 1992.
10. ITU-T Recommendation X.737: information technology – open systems interconnection – systems management: confidence and diagnostic test categories. – approved on 21st of N. 1995.
11. ITU-T Recommendation X.745: information technology – open systems interconnection – systems management: test management function. – approved on 16th of November 1993.
12. Субач І.Ю. Структура системи підтримки прийняття рішень чергового адміністратора інформаційної мережі / Міщенко В.О., Прусов Д.Е., Субач І.Ю., Хусаїнов П.В. // Вісник Національного авіаційного університету. – 2009. – № 3(40). – С. 195 – 199.
13. Субач І.Ю. Синтез распределенных интеллектуальных систем поддержки принятия решений / Герасимов Б.М., Субач І.Ю. // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – 2008. – № 2(2). – С. 15 – 19.
14. Цвиркун А.Д. Основы синтеза структуры сложных систем / Цвиркун А.Д. – М.: Наука, 1982. – 200 с.
15. Субач І.Ю. Моделі надання знань для використання в системах підтримки прийняття рішень / Герасимов Б.М., Субач І.Ю., Нікіфоров Е.В. // Науково-технічна інформація. – 2005. – № 1(23). – С. 7 – 11.