

О. О. Писарчук, А. М. Терещенко, Я. Ю. Кобець

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СИТУАЦІЙНОГО СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗУ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ІНФОРМАЦІЙНОГО ПРОСТОРУ

У статті сформовано математичну багатокритерійну оптимізаційну модель ситуаційного структурного синтезу системи моніторингу інформаційного простору. На конкретному прикладі показано доцільність її використання для раціонального розподілу повноважень системи моніторингу інформаційного простору за умов обмеженого складу доступних технічних засобів.

Постановка проблеми. В умовах геополітичних змін сучасності особливу роль відіграють безконтактні (несилові) методи досягнення політичних і економічних цілей окремих держав світу. Одним із ефективних засобів несилкових методів протидії в епоху тотальної інформатизації суспільства постають методи інформаційно-психологічного протиборства. На сьогодні остаточно ще не визначені єдині концептуальні погляди на проблеми інформаційної боротьби, а також на інформаційно-психологічне протиборство в цілому. Справа в тому, що феномен інформаційно-психологічного забезпечення застосування військової сили в сучасних умовах є надзвичайно складним за своєю структурою і потребує постійного вивчення й узагальнення.

До заходів інформаційно-психологічної протидії, окрім іншого, належить функція моніторингу інформаційного простору (теле- і радіоэфірів, інформаційних ресурсів Інтернету, засобів друкованої пропаганди тощо) з метою своєчасного виявлення ознак інформаційно-психологічного впливу та оцінювання заходів протидії йому [1]. Реалізація зазначених заходів передбачає використання складних програмно-апаратних систем моніторингу інформаційного простору (СМІнП), які включають сегмент сенсорів (інформаційних джерел (ІнД) моніторингу інформаційного простору), систему обробки інформації (сукупності автоматизованих робочих місць (АРМ), на яких здійснюється накопичення й обробка інформації, отриманої від сенсорів) та персоналу – досвідчених фахівців, що виконують цільові завдання на АРМ [1]. Виконання цільових завдань СМІнП здійснюється за умов динамічної зміни поточної обстановки і значного інформаційного завантаження, а, отже, при виникненні важливих оперативних завдань (ОЗ) їх виконання потребує раціонального виділення ресурсів системи моніторингу із збереженням потенційної ефективності виконання поточних завдань. Для усталеної структури СМІнП вирішити сформульоване *актуальне* завдання можна із застосуванням технології ситуаційного структурного синтезу для системи моніторингу інформаційного простору.

Огляд останніх досліджень. Базові положення ситуаційного управління запропоновані в роботі [2] і передбачають реалізацію певного набору дій управління відповідно до ситуації, що склалася (для нашого випадку – відповідно до суті оперативного завдання). Залишаючи поза межами даної статті обговорення питань ідентифікації поточної ситуації, приймаючи за постійну величину ефективність роботи

операторів АРМ, розглядатимемо лише задачу ситуаційного структурного синтезу (конфігурування) СМІнП на рівні вибору АРМ та Інд. Конфігурування СМІнП передбачає визначення її структури та належить до класу задач аналізу і синтезу складних систем. Структурний синтез складних систем достатньо показово розглянутий у роботах [3 – 6] і, як правило, включає етапи: формування вимог до системи; вибір її складових і опис порядку їх взаємодії; формування варіантів побудови системи з подальшим визначенням оптимального з них. Основними недоліками класичних підходів структурного синтезу щодо СМІнП є складність їх практичного застосування у разі розгляду різномірних розподілених систем, а також використання, здебільшого, однокритерійних цільових функцій ефективності. Разом з тим показано, що ефективність вирішення такого класу завдань підвищується із застосуванням методів багатокритерійного аналізу [5 – 6].

Метою статті є формування математичної моделі ситуаційного структурного синтезу системи моніторингу інформаційного простору.

Виклад основного матеріалу. Структурний синтез системи стосується ситуаційного процесу конфігурування системи моніторингу інформаційного простору – вибір оптимальної структури (складу) системи відповідно до пріоритетного оперативного завдання моніторингу. Для цього слід сформувавши математичну оптимізаційну модель, що забезпечуватиме формування оптимального складу (підсистеми) СМІнП, яка б найкращим чином забезпечувала виконання ОЗ.

Розробка математичної моделі починається з математичної формалізації задачі синтезу. Нехай i -е ($i=1...I$) ОЗ – KS_i характеризується множиною, яка складається з трійки: P_{ks} – ознака ОЗ, яка являє собою унікальну для кожного її типу літерно-цифрову комбінацію; T_{ks} – множина часткових задач системи, спрямованих на виконання ОЗ (формується, виходячи із завдань системи в цілому та завдань окремих АРМ); I_{ks} – множина інформаційних потреб системи щодо виконання ОЗ. Тоді *формуляр* ОЗ задається множиною

$$KS_i = \{P_{ks_i}, T_{ks_j}^{KS}, I_{ks_f}^{KS}\}, i=1...I, j=1...J, f=1...F. \quad (1)$$

У свою чергу множини задач та інформаційних складових щодо виконання i -го ОЗ можна подати у вигляді підмножин

$$\begin{aligned} T_{ks_j}^{KS} &= \{T_{ks_{i1}}, T_{ks_{i2}}, T_{ks_{i3}}, \dots, T_{ks_{il}}, \dots, T_{ks_{iL_i}}\}, l=1...L_i, \\ I_{ks_f}^{KS} &= \{I_{ks_{i1}}, I_{ks_{i2}}, I_{ks_{i3}}, \dots, I_{ks_{ik}}, \dots, I_{ks_{iK_i}}\}, k=1...K_i. \end{aligned} \quad (2)$$

Для кожного ОЗ кількість елементів множини $T_{ks_j}^{KS}$ і $I_{ks_f}^{KS}$ може бути різною, що відображено у верхніх межах зміни коефіцієнтів l, k . При цьому часткові задачі в множині (2) нерівнозначні, а більший пріоритет мають ті, яким встановлено старший номер у переліку. Формуляри конфліктних ситуацій (КС) зберігаються в попередньо сформованій з урахуванням призначення та можливостей системи бази даних (БД), яка модифікується і поповнюється в процесі експлуатації системи моніторингу.

У формулярі ОЗ елементи множин $KS_i - T_{ks il}, I_{ks ik}$ набувають бінарних значень одиниці за наявності відповідної задачі моніторингу ($T_{ks il} = 1$), а також відповідної інформаційної складової ($I_{ks ik} = 1$) і нуля в іншому випадку. Це забезпечує проведення послідовних розрахунків щодо системи моніторингу. Лінгвістичні характеристики параметрів $T_{ks il}, I_{ks ik}$, необхідні для виконання завдань персоналом СМІнП, містяться в базі знань (БЗ) про ОЗ, яка розміщена на серверній частині засобів апаратної підтримки системи моніторингу.

Приклад формуляра ОЗ зображений у вигляді

$$KS_1 = \{P_{ks1}, T_{ks1}^{KS}, I_{ks1}^{KS}\}, P_{ks1} = a1,$$

$$T_{ks1}^{KS} = \left\{ \begin{matrix} T_{ks11} & T_{ks12} & T_{ks13} & T_{ks14} & T_{ks15} \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{matrix} \right\}, L_1 = 5, I_{ks1}^{KS} = \left\{ \begin{matrix} I_{ks11} & I_{ks12} & I_{ks13} & I_{ks14} \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{matrix} \right\}, K_1 = 4. \quad (3)$$

У прикладі (3) показано, що ОЗ, яка зберігається в БД під першим номером з літерно-цифровою ознакою $P_{ks1} = a1$, передбачає виконання п'яти можливих задач моніторингу, із яких необхідними для реалізації є перша, друга, третя та п'ята задачі. Для їх виконання слід забезпечити доступ до трьох (першого, другого та третього) з чотирьох можливих інформаційних джерел.

Опис системи обробки інформації реалізується для кожного її окремого елемента – АРМ як технічної системи без урахування впливу на її властивості ефективності роботи персоналу. Математичний опис системи обробки логічно проводити в термінах, прийнятих для формуляра ОЗ, а тому кожне АРМ буде характеризуватись множиною із переліку задач та інформаційних потреб (*формуляром АРМ*):

$$ES_j = \left\{ T_{ksj}^{ES}, I_{ksj}^{ES} \left(I_{ksf}^{ID} \right) \right\}. \quad (4)$$

Елементи множини (4): $T_{ksj}^{ES}, I_{ksj}^{ES} \left(I_{ksf}^{ID} \right)$ – у розширеній формі можуть бути подані у вигляді (2), а функціональне позначення $I_{ksj}^{ES} \left(I_{ksf}^{ES} \right)$ характеризує взаємозв'язок інформаційних складових j -го АРМ, що забезпечуються інформаційними можливостями f -го Інд.

Опис джерел інформації характеризується множиною пар (*формуляром Інд*): I_{ks}^{ID} – перелік інформаційних можливостей Інд; TX – перелік технічних характеристик (ТХ) Інд, що забезпечують їх можливості:

$$ID_f = \left\{ I_{ksf}^{ID}, TX_f \right\}. \quad (5)$$

Параметри I_{ks}^{ID} мають аналогічний раніше викладеному опис. При цьому перелік однойменних значень (4) та (5), сформованих відповідно до (2), можуть і не збігатися.

Подальша реалізація структурного синтезу СМІнП потребує встановлення вимог оптимальності до результату конфігурування у вигляді сукупності частинних критеріїв.

Цей етап пропонується реалізувати шляхом вибору такого переліку АРМ і необхідних для їх функціонування ІнД, в яких найкращим чином відображається отримане ОЗ.

Поняття найкращого відображення ОЗ у СМІнП потребує уточнення у вигляді конкретних критерійних вимог. Для цього здійснюється послідовність взаємних відображень формулярів ОЗ, АРМ та ІнД шляхом перемноження відповідних елементів множин $KS_i = \{P_{ks_i}, T_{ks_j}^{KS}, I_{ks_f}^{KS}\}$, $ES_j = \{T_{ks_j}^{ES}, I_{ks_f}^{ES}\}$ і $ID_f = \{I_{ks_f}^{ID}, TX_f\}$. Цим реалізується формування свого роду унікальної числової кодової комбінації для кожного АРМ з урахуванням специфіки ОЗ, можливостей ІнД та їх ТХ. Пріоритет у реалізації послідовності операцій формуляра ОЗ враховується шляхом розрахунку відповідних вагових коефіцієнтів пропорційно до двійкового коду зображення десяткового числа у вигляді

$$N_{kod} = \left\{ \frac{N_{kod1}}{2^0}, \frac{N_{kod2}}{2^1}, \frac{N_{kod3}}{2^2}, \dots \right\}. \quad (6)$$

Порядок реалізації описаних дій здійснюється таким чином:

1. Відображення формуляра КС на формуляр АРМ у частині, що стосується переліку необхідних до розв'язання задач:

$$\left[ES_j \left(T_{ks_j}^{ES} \right) \times KS_i \left(T_{ks_j}^{KS} \right) \right] = T_{ks_j}^{mod\ KS}. \quad (7)$$

Тут і далі введенні функціональні позначення $ES_j \left(T_{ks_j}^{ES} \right)$, $KS_i \left(T_{ks_j}^{KS} \right)$ характеризують відповідні елементи множин, які формують формуляри ОЗ і АРМ, а реалізація операцій їхнього взаємного відображення здійснюється шляхом множення елементів складових підмножин.

2. Відображення формуляра ІнД на формуляр АРМ відносно інформаційних потреб:

$$\left[ES_j \left(I_{ks_j}^{ES} \left(I_{ks_f}^{ID} \right) \right) \times ID_f \left(I_{ks_f}^{ID} \right) \right] = I_{ks_j}^{mod\ ID}. \quad (8)$$

3. Відображення формуляра ОЗ на результати п. 2 (25):

$$\left[I_{ks_j}^{mod\ ID} \times KS_i \left(I_{ks_f}^{KS} \right) \right] = I_{ks_j}^{mod\ ID,KS}. \quad (9)$$

4. Відображення результатів п.3(9) на формуляр ІнД стосовно їх ТХ:

$$\left[ID_f \left(TX_{ks_f} \right) \times I_{ks_j}^{mod\ ID,KS} \right] = TX_{ks_j}^{mod\ ID,KS}. \quad (10)$$

Результатом описаних операцій є *формуляр СМІнП*, узгоджений з ОЗ, який включає опис кожного АРМ та можливості ІнД:

$$S = \left\{ P_{ks}, T_{ks_j}^{mod\ KS}, I_{ks_j}^{mod\ ID,KS}, TX_{ks_j}^{mod\ ID,KS} \right\}. \quad (11)$$

5. Параметри, що становлять формуляр системи, застосовуються далі для розрахунку їх вагових коефіцієнтів для кожного АРМ. При цьому використовується двійковий ряд (6)

і враховується порядок формування формулярів ОЗ, АРМ та Інд. Розрахунок вагових коефіцієнтів для кожного параметра формуляра (11) реалізується з використанням виразів

$$GT_j = [T_{ksj}^{mod\ KS} \times N_{kod}], \quad GI_j = [I_{ksj}^{mod\ ID,KS} \times N_{kod}], \quad GTX_j = [TX_{ksj}^{mod\ ID,KS} \times N_{kod}]. \quad (12)$$

6. Надалі реалізується знаходження сум значущих позицій з переліку параметрів формуляра (11) і вагових коефіцієнтів (12) для кожного АРМ:

$$T_{Sj} = \sum_{l=1}^{L_i} T_{ksj}^{mod\ KS} (T_{ksil}), \quad I_{Sj} = \sum_{k=1}^{K_i} I_{ksj}^{mod\ ID,KS} (I_{ksik}), \quad TX_{Sj} = \sum_{m=1}^{M_i} TX_{ksj}^{mod\ ID,KS} (TX_{ksim}), \quad (13)$$

$$GT_{Sj} = \sum_{l=1}^{L_i} GT_j (GT_{ksil}), \quad GI_{Sj} = \sum_{k=1}^{K_i} GI_j (GI_{ksik}), \quad GTX_{Sj} = \sum_{m=1}^{M_i} GTX_j (GTX_{ksim}). \quad (14)$$

Отримані результати являють собою узагальнені значення показників $T_{ksj}^{mod\ KS}$, $I_{ksj}^{mod\ ID,KS}$, $TX_{ksj}^{mod\ ID,KS}$ та їх вагових коефіцієнтів GT_j , GI_j , GTX_j , є вихідними для формування критерійних вимог конфігурування СМІнП. При цьому оптимальною вважатимемо структуру системи, що забезпечує: виконання найбільшої кількості функцій АРМ із заданих формуляром ОЗ $T_{Sj} \rightarrow max$; найбільшу кількість використаних для виконання ОЗ Інд $I_{Sj} \rightarrow max$ з найкращих ТХ $TX_{Sj} \rightarrow max$.

Таким чином, маємо систему критерійних вимог для реалізації структурного синтезу СМІнП:

$$\begin{cases} T_{Sj} \rightarrow max, \\ I_{Sj} \rightarrow max, \\ TX_{Sj} \rightarrow max. \end{cases} \quad (15)$$

Розв'язок багатокритерійної задачі структурного синтезу СМІнП будемо здійснювати шляхом зведення її до однокритерійної форми – формування багатокритерійної математичної оптимізаційної моделі ситуаційного структурного синтезу. Пропонується формування єдиної цільової функції із системи критеріїв (15) реалізувати з використанням згортки за нелінійною схемою компромісів [6]. Порівняно з іншими схемами оптимізації згортка має ряд переваг: оптимізаційна задача розв'язується за наявності обмежень, у межах яких гарантується унімодалність функції узагальненого критерію оптимальності; розв'язок оптимізаційної задачі належить області Парето; відносно невелика обчислювальна складність алгоритму пошуку рішення. Згортка для дискретно заданих частинних критеріїв має вигляд [6]

$$Y(y_0) = \sum_{m=1}^b \gamma_{0m} (1 - y_{0m})^{-1} \rightarrow min, \quad (16)$$

де $m = 1...b$ – кількість включених у згортку частинних критеріїв оптимальності;

γ_{0m} – нормований ваговий коефіцієнт;

y_{0m} – нормований частинний критерій оптимальності.

Нормування частинних критеріїв оптимальності здійснюється з метою приведення їх до безрозмірної форми, що мінімізується, на обмеженому інтервалі їх розгляду. Для дискретного способу опису частинних критеріїв слід реалізувати їх нормування, а також нормування вагових коефіцієнтів можна, наприклад, відповідно до виразів

$$\phi_{0m} = \frac{\phi_{mp}^{min}}{\sum_{p=1}^{K_{min}} \phi_{mp}^{min}}, \quad \phi_{0m} = \left(\phi_{mp}^{max} \sum_{p=1}^{K_{max}} \frac{1}{\phi_{mp}^{max}} \right)^{-1}, \quad \gamma_{0m} = \frac{\gamma_m}{\sum_{m=1}^b \gamma_m}, \quad (17)$$

де $p = K_{min}, K_{max}$ – кількість дискретних значень у вибірці, що характеризує зміну критеріїв, які мінімізуються ϕ_{mp}^{min} і максимізуються ϕ_{mp}^{max} .

У прийнятих позначеннях формалізованої задачі синтезу СМІнП як вагові коефіцієнти використовуються величини GT_j , GI_j , GTX_j , які відображають значущість кожного АРМ за параметрами T_{Sj} , I_{Sj} , TX_{Sj} відповідно до прийнятого порядку формування множин $T_{ksj}^{mod KS}$, $I_{ksj}^{mod ID,KS}$, $TX_{ksj}^{mod ID,KS}$, перетворених з позиційного коду в десяткове число згідно з (12) і (14). Реалізувавши нормування частинних критеріїв (15) і вагових коефіцієнтів (14) (у межах зміни індексу j) відповідно до виразу нормування частинних критеріїв, що максимізуються (див. вир. (17)), застосовуючи (16) до (15), отримаємо *математичну модель ситуаційного структурного синтезу системи моніторингу інформаційного простору*:

$$\Psi_j = GT_{j0} (1 - T_{Sj0})^{-1} + GI_{j0} (1 - I_{Sj0})^{-1} + GTX_{j0} (1 - TX_{Sj0})^{-1} \rightarrow \min. \quad (18)$$

Використання моделі (18) дає набір значень, які характеризують зміну узагальненого критерію оптимальності системи, що синтезується, де Ψ_j – узагальнена характеристика ефективності кожного j -го АРМ, доданих до нього Інд (із заданого обмеженого складу СМІнП) щодо можливостей кожного з них виконати конкретне ОЗ. Відповідно до сутності формування моделі (18) найкращим є j -е АРМ з мінімальним значенням Ψ_j . Отже, маємо ієрархію АРМ з Інд, яка надається керівнику СМІнП для прийняття рішення про формування підсистеми з відпрацювання конкретного ОЗ. Така підсистема може формуватись з одного або декількох АРМ з мінімальними значеннями Ψ_j . Кількісний склад підсистеми обирається, виходячи із умов поточної обстановки, а алгоритмізація цього процесу виходить за межі пропонованої статті.

Таким чином, сформовано багатокритерійну математичну оптимізаційну модель ситуаційного структурного синтезу СМІнП (18). Модель отримана із використанням згортки за нелінійною схемою компромісів на підставі частинних критеріїв, в яких враховано специфіку ОЗ, можливості кожного АРМ, Інд та їх ТХ.

Дієвість та адекватність сформованої таким чином моделі доводиться конкретним прикладом її застосування.

Лінгвістичне тлумачення змісту формулярів ОЗ, АРМ, Інд

| Рівень системи обробки інформації | | | | | | | |
|--|---|--|--|-------------------------------------|--|--|------------------------------|
| ПЕОМ у комплекті | | ПЕОМ у комплекті | | ПЕОМ у комплекті | | ПЕОМ у комплекті | |
| СПЗ 1 | | СПЗ 2 | | СПЗ 3 | | СПЗ 4 | |
| АРМ 1 – моніторинг теле-, радіоефіру й обробки відеоінформації | | АРМ 2 – накопичення й обробка графічної інформації | | АРМ 3 – обробка звукової інформації | | АРМ 4 – відображення аудіо-, відеоматеріалів | |
| Задачі АРМ 1 | | Задачі АРМ 2 | | Задачі АРМ 3 | | Задачі АРМ 4 | |
| Позначення, тлумачення | | Позначення, тлумачення | | Позначення, тлумачення | | Позначення, тлумачення | |
| T_{ks1} | моніторинг телевізійних каналів супутникового телебачення, ефірного аналогового й цифрового телебачення, радіопрограм | T_{ks21} | створення анімаційних роликів; | T_{ks11} | моніторинг радіопростору | T_{ks41} | відображення відеопродукції |
| T_{ks1} | розробка та виготовлення відеопродукції спрямованого змісту | T_{ks12} | створення титрів і спеціальних відеоефектів та елементів комп'ютерної графіки для відеоматеріалів | T_{ks31} | відбір, накопичення та створення аудіоматеріалів | T_{ks42} | відображення аудіоматеріалів |
| T_{ks1} | розмноження відео- та аудіоінформації на різних носіях (відеокасети, CD та DVD диски) | T_{ks22} | обробка графічного та фотографічного матеріалу | T_{ks32} | розробка та запис аудіоматеріалів для звукомовних станцій, підготовка до трансляції власних радіопередач | | |
| | | T_{ks12} | розробка та виготовлення поліграфічної продукції для супроводження відеоматеріалів (обкладинки для відеокасет, CD та DVD дисків) | T_{ks33} | тиражування аудіоматеріалів на магнітних і оптичних носіях інформації. | | |
| | | T_{ks23} | розробка презентаційних матеріалів з метою забезпечення прес-конференцій | | | | |

| Рівень обладнання та інформаційних джерел | | | | | | | |
|---|---|--------------------------------|---|--------------------------------|---|--------------------------------|---------------------------|
| Склад обладнання та ІнфД АРМ 1 | | Склад обладнання та ІнфД АРМ 2 | | Склад обладнання та ІнфД АРМ 3 | | Склад обладнання та ІнфД АРМ 4 | |
| Позначення, тлумачення | | Позначення, тлумачення | | Позначення, тлумачення | | Позначення, тлумачення | |
| I_{ks11} | ПЕОМ на базі Intel Core 2 Duo (2 x 2.2 ГГц) | I_{ks11} | ПЕОМ на базі Intel Core 2 Duo (2 x 2.2 ГГц) | I_{ks11} | ПЕОМ на базі Intel Core 2 Duo (2 x 2.2 ГГц) | I_{ks41} | проектор EPSON EMP-X5 |
| I_{ks12} | система прийому телевізійних сигналів | I_{ks21} | DVB-T тюнер SkyStar3 | I_{ks22} | тюнер AVerMedia (TV+FM+DVB-T Hybrid) | I_{ks42} | ноутбук ASUS X51 Series. |
| I_{ks13} | приймач супутникового TV OPENBOX X-800 | I_{ks22} | тюнер AVerMedia (TV+FM+DVB-T Hybrid) | I_{ks31} | цифровий диктофон Olympus VN-2100PC | I_{ks19} | активна акустична система |
| I_{ks14} | відеокамера Panasonic NV-GS320 | I_{ks23} | цифрова фотокамера Fuji FinePix S9600 | I_{ks32} | студійний мікрофон | | |
| I_{ks15} | відеомагнітофон (DVD+VHS Combo) | I_{ks24} | принтер HP Laserjet 1018 | I_{ks18} | навушники | | |
| I_{ks16} | телевізійний приймач | I_{ks25} | сканер HP Scanjet G2410 | I_{ks19} | активна акустична система | | |
| I_{ks17} | GPS приймач | I_{ks18} | мікрофон, навушники | | | | |
| I_{ks18} | мікрофон, навушники | I_{ks19} | активна акустична система | | | | |
| I_{ks19} | активна акустична система | | | | | | |

Приклад застосування математичної моделі ситуаційного структурного синтезу СМІнП. Формування початкових даних розрахункового прикладу здійснюється у термінах формулярів ОЗ, АРМ, ІнД, а їх лінгвістичний зміст для чотирьох доступних АРМ з відповідним обладнанням та інформаційними джерелами подано у вигляді табл. 1. Дані табл. 1 конкретизують склад формулярів КС, АРМ, ІнД для СМІнП.

На підставі наведених даних сформовано конкретні значення для складових відповідних формулярів, які для зручності подано у вигляді табл. 2, 3. При цьому формуляр ОЗ (усі одиничні значення) сформовано для отримання очевидного рішення – вибір АРМ з максимальною кількістю збігів з формуляром ОЗ. Це забезпечує перевірку адекватності сформованої оптимізаційної моделі (18).

Значення складових формулярів

| | T_{11} | T_{12} | T_{13} | T_{21} | T_{22} | T_{23} | T_{31} | T_{32} | T_{33} | T_{41} | T_{42} |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| ОЗ | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| АРМ 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| АРМ 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| АРМ 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| АРМ 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |

У табл. 3 перелік ТХ ІнД є узагальненою характеристикою, що встановлена за десятибальною шкалою (найкраще ІнД – 10, найгірше – 1). Для даного конкретного випадку узагальнену ТХ для ІнД встановлює експерт з урахуванням надійності, повноти, своєчасності інформації, що надається від нього.

Таблиця 3

Значення складових формулярів

| | ОЗ | АРМ 1 | АРМ 2 | АРМ 3 | АРМ 4 | ІнД1 | ІнД2 | ІнД3 | ІнД4 | | ІнД1 | ІнД2 | ІнД3 | ІнД4 |
|----------|----|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-----------|------|------|------|------|
| I_{11} | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | TX_{11} | 3 | 6 | 2 | 3 |
| I_{12} | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | TX_{12} | 4 | 1 | 1 | 3 |
| I_{13} | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | TX_{13} | 7 | 1 | 1 | 8 |
| I_{14} | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | TX_{14} | 7 | 1 | 1 | 3 |
| I_{15} | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | TX_{15} | 8 | 1 | 1 | 3 |
| I_{16} | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | TX_{16} | 2 | 1 | 1 | 8 |
| I_{17} | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | TX_{17} | 3 | 1 | 1 | 4 |
| I_{18} | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | TX_{18} | 8 | 3 | 4 | 3 |
| I_{19} | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | TX_{19} | 2 | 6 | 6 | 8 |
| I_{21} | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | TX_{21} | 1 | 9 | 1 | 3 |
| I_{22} | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | TX_{22} | 1 | 1 | 4 | 8 |
| I_{23} | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | TX_{23} | 1 | 3 | 1 | 4 |
| I_{24} | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | TX_{24} | 1 | 6 | 1 | 8 |
| I_{25} | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | TX_{25} | 1 | 9 | 1 | 8 |
| I_{31} | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | TX_{31} | 1 | 1 | 9 | 3 |
| I_{32} | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | TX_{32} | 1 | 1 | 1 | 4 |
| I_{41} | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | | TX_{41} | 1 | 1 | 1 | 3 |
| I_{42} | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | | TX_{42} | 1 | 1 | 1 | 8 |

Проміжні дані щодо розрахунку нормованих значень зміни вагових коефіцієнтів (14) і критерійних функцій (15) наведені в табл. 4.

Комбінацією чисел табл. 4 враховано: вимоги, що висуваються до СМІнП формуляром ОЗ; можливості кожного АРМ з виконання ОЗ; інформаційні потреби системи та їх ТХ ІнД.

Вихідні дані табл. 4 дозволяють отримати значення, що характеризують зміну узагальненого критерію оптимальної СМІП для кожного її АРМ відповідно до оптимізаційної моделі (18).

Таблиця 4

Узагальнені нормовані значення показників

| Параметри | Номер АРМ j | | | |
|---------------|---------------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| $T_{S_{j0}}$ | 0,139 | 0,139 | 0,039 | 0,096 |
| GT_{j0} | 0,113 | 0,118 | 0,019 | 0,098 |
| $I_{S_{j0}}$ | 0,140 | 0,140 | 0,140 | 0,140 |
| GI_{j0} | 0,120 | 0,110 | 0,020 | 0,094 |
| $TX_{S_{j0}}$ | 0,117 | 0,153 | 0,068 | 0,076 |
| GTX_{j0} | 0,061 | 0,089 | 0,028 | 0,053 |

Таблиця 5

Значення узагальненого критерію оптимальності системи моніторингу

| Значення узагальненого критерію для кожного АРМ | | | |
|---|----------|--------------|--------------|
| Ψ_1 | Ψ_2 | Ψ_3 | Ψ_4 |
| 3,609 | 3,124 | 3,074 | 3,018 |

За мінімальним значенням параметра Ψ_j приймається рішення про вибір АРМ з відповідним обладнанням та ІнД для виконання конкретного ОЗ. Так, якщо необхідно обрати два АРМ для їх використання щодо виконання поставленого оперативного завдання, то вони мають бути третім і четвертим (сірий фон чарунок табл. 5 з мінімальними значеннями Ψ_j). Переконайтесь в адекватності отриманого рішення і дієвості сформованої оптимізаційної моделі (18) можна за критерієм найбільшого відображення формуляра ОЗ у формулярах АРМ на підставі даних табл. 2 – очевидний розв'язок.

Висновок. Таким чином, у статті запропоновано математичну модель ситуаційного структурного синтезу системи моніторингу інформаційного простору. Приклад застосування запропонованої моделі для початкових даних з очевидним розв'язком довів її адекватність та дієвість. У подальших дослідженнях планується внести ергатичну складову (оператора АРМ) у контур структурного синтезу системи.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Крысько В. Г. Секреты психологической войны (цели, задачи, методы, формы, опыт) / В. Г. Крысько ; под. ред. А. Е. Тараса. – М-н. : Харвест, 1999. – 181 с.
2. Поспелов Д. А. Ситуационное управление: теория и практика / Д. А. Поспелов. – М. : Наука, 1986. – 288 с.

3. Цвиркун А. Д. Основы синтеза структуры сложных систем / А. Д. Цвиркун. – М. : Наука, 1982. – 200 с.
4. Кузьмин И. В. Основы моделирования сложных систем : учеб. пособ. для студентов вузов / И. В. Кузьмин. – К. : Высшая школа, 1981. – 360 с.
5. Брахман Т. Р. Многокритериальность и выбор альтернатив в технике / Т. Р. Брахман. – М. : Радио и связь, 1984. – 288 с.
6. Воронин А. Н. Многокритериальные решения: модели и методы: монография / А. Н. Воронин, Ю. К. Зиатдинов, М. В. Куклинский. – К. : НАУ, 2011. – 348 с.

Подано 14.05.13

А. А. Писарчук, А. Н. Терещенко, Я. Ю. Кобец

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИТУАЦИОННОГО СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА

В статье сформирована математическая многокритериальная оптимизационная модель ситуационного структурного синтеза системы мониторинга информационного пространства. На конкретном примере показана целесообразность ее использования для рационального распределения полномочий системы мониторинга информационного пространства при ограниченном составе доступных технических средств.

О. О. Pisarchuk, A. M. Tereshchenko, Y. Y. Kobets

MATHEMATICAL MODEL OF SITUATIONAL STRUCTURAL SYNTHESIS OF SYSTEM OF MONITORING OF INFORMATIVE SPACE

The mathematical multicriterion optimization model of situational structural synthesis the system of monitoring informative space is formed in the article. On a concrete example expedience of its use is rotined for the rational division of plenary powers the system of monitoring of informative space subject to the condition the limited composition of accessible hardwares.