

# Алгоритм визначення моделі інформаційної бази сигнатур для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу

Льяшов О. А., Трегубенко С. С., Передрій О. В., Волощенко О. І., Бухал Д. А.

Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, м.Київ, Україна

E-mail: [vojn2002@ukr.net](mailto:vojn2002@ukr.net)

У статті наведено алгоритм визначення моделі інформаційної бази сигнатур для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу. Розроблена на основі цього алгоритму модель інформаційної бази сигнатур для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу дозволяє у реальному масштабі часу отримувати системне відображення об'єктів радіомоніторингу за їх моніторинговими ознаками – сигнатурами. Відмічається, що найбільш ефективним методом обробки інформації об'єктів радіомоніторингу є сигнатурно-системний метод, сутність якого полягає у прогнозуванні моніторингової обстановки на певний період часу та синтезі інформаційної уяви про об'єкти радіомоніторингу з метою порівняння основних показників цих об'єктів з прийнятими критеріями їх подібності. Стверджується, що основними вимогами до моделі інформаційної бази сигнатур для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу, яка у реальному масштабі часу дозволить отримувати системне відображення об'єктів радіомоніторингу через їх моніторингові ознаки – сигнатури, є повнота, достовірність і точність моніторингової інформації, які мають певну ієрархічну структуру. Зазначено, що основними методами визначення моделі інформаційної бази сигнатур для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу, є методи експертного оцінювання і аналізу ієрархій, використання яких для розпізнавання об'єктів радіомоніторингу буде трактуватися, як ранжування альтернатив. Запропоновано наступний алгоритм визначення моделі інформаційної бази сигнатур для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу: перше – ієрархічна структуризація завдання щодо визначення моделі інформаційної бази сигнатур для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу; друге – побудова ієрархії визначення локального пріоритету кожного елемента ієрархії з урахуванням пріоритетів попереднього рівня; третє – визначення локальних пріоритетів існуючих альтернативних моделей інформаційної бази сигнатур.

*Ключові слова:* алгоритм, об'єкти радіомоніторингу; сигнатурно-системний метод

DOI: [10.20535/RADAP.2020.80.57-62](https://doi.org/10.20535/RADAP.2020.80.57-62)

## 1 Постановка задачі у загальному вигляді

Обстановка, що склалася в Україні, суттєво активізувала дослідження проблемних питань щодо застосування сигнатурно-системного методу обробки інформації об'єктів радіомоніторингу (ССМОІОР) [1–3].

Сутність ССМОІОР полягає у прогнозуванні моніторингової обстановки на певний період часу та синтезі інформаційної уяви про об'єкти радіомоніторингу з метою порівняння основних показників цих об'єктів з прийнятими критеріями їх подібності.

Одним із завдань ССМОІОР є визначення моделі інформаційної бази сигнатур (ІБС), яка дозволяє забезпечити системне відображення об'єктів радіомоніторингу через їх моніторингові ознаки – сигнатури [1].

Уперше системно-сигнатурні технології обробки інформації були застосовані сигнатурною розвідкою MASINT Міністерства оборони США під час розвідувального забезпечення бойових дій збройних сил США на території інших країн [1, 5, 7].

До основних переваг цих технологій слід віднести можливість отримання достовірної інформації про об'єкт радіомоніторингу, забезпечення користувачів цією інформацією у реальному масштабі часу, а також відносна простота управління засобами радіомоніторингу [1, 8].

Однак, незважаючи на досягнутий прогрес у розвитку ССМОІОР, основними його недоліками, що впливають на його ефективність, на даний час залишається невелика дальність дії засобів радіомоніторингу, обмежений час їх використання, недостатній рівень спеціального програмного забезпечення процесів аналізу й обробки отриманої інформації, а

також відсутність повної ІБС об'єктів радіомоніторингу [1, 5–9].

Саме останній із недоліків найбільш негативно впливає на ефективність ССМОІОР, що потребує розробки алгоритму визначення моделі ІБС об'єктів радіомоніторингу, яка у реальному масштабі часу дозволить отримувати системне відображення об'єктів радіомоніторингу через їх сигнатури.

## 2 Аналіз досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної задачі

Аналіз останніх досліджень і публікацій з питань ефективності оброблення інформації моніторингу телекомунікаційних систем свідчить, що нині, в умовах нестабільної суспільно-політичної та економічної обстановки, це питання, як ніколи, є актуальним та остаточно не вирішеним [1–10]. При цьому питання створення алгоритмів визначення моделі інформаційної бази сигнатур для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу є відкритим та потребує подальшого дослідження.

**Метою статті** є створення алгоритму визначення моделі інформаційної бази сигнатур для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу.

## 3 Виклад матеріалу дослідження

З огляду на зазначене, системно-сигнатурна модель обробки інформації об'єктів радіомоніторингу може бути записана у такий спосіб:

$$J_0 = \{Q, S, M, I_1, I_2, I_3, I_0, R\}, \quad (1)$$

де  $Q$  - множина об'єктів моніторингу телекомунікаційних систем;  $S$  - множина джерел інформації для моніторингу телекомунікаційних систем;  $M$  - множина інформаційних показників (характеристик об'єктів моніторингу телекомунікаційних систем, можливостей розпізнавання об'єктів моніторингу тощо);  $I_1$  - інформація про об'єкти моніторингу телекомунікаційних систем (тип об'єктів, їх призначення, місце розташування, ступінь їх вихідної загрози, очікувана ефективність їх виявлення тощо);  $I_2$  - інформація про об'єкти моніторингу телекомунікаційних систем від вищого органу;  $I_3$  - інформація про об'єкти моніторингу телекомунікаційних систем від інших систем моніторингу;  $I_0$  - інформаційне відображення об'єктів моніторингу телекомунікаційних систем (тип об'єктів, їх розташування на місцевості, структура, ступінь виявлення, моніторингові ознаки і сигнатури тощо);  $R$  - узагальнений показник інформативності системи технічного моніторингу.

Вважається за доцільне в основу алгоритму визначення моделі ІБС для обробки інформації

об'єктів радіомоніторингу покласти опис можливо-го стану обстановки у зоні радіомоніторингу, насамперед доступність джерел інформації про об'єкти радіомоніторингу та характер зв'язків між ними, а також алгоритм формування їх сигнатур.

Необхідно зазначити, що реалізація ССМОІОР у визначеній зоні повинна ґрунтуватися на автоматизованому обробленні отриманої інформації у реальному масштабі часу, аналізуватись на спеціалізованих автоматизованих робочих місцях та у формалізованому вигляді зберігатись у відповідних базах даних. Крім того, отримана інформація має оброблюватись з метою виявлення найбільш характерних ознак об'єктів радіомоніторингу, виділення особливостей цих ознак та їх ідентифікації шляхом порівняння сигнатур цих об'єктів з наявними у базі даних шаблонами.

Під час оброблення отриманої інформації застосовуються наявні електронні шаблони, які дозволяють поєднувати інформацію про об'єкти радіомоніторингу від різних джерел, аналізувати отриману інформацію за заданими критеріями та враховувати тільки достовірні відомості. Для розпізнавання таких об'єктів, наприклад, комплексів високоточної зброї противника, необхідно застосовувати типові моделі розгортання даних комплексів на місцевості, які були заздалегідь розроблені на основі напрацьованих раніше моніторингових відомостей. Отримані результати оброблення моніторингової інформації мають зберігатись у закритих базах даних систем моніторингу та за необхідності надаються як вихідні дані до інших автоматизованих систем [1, 5–7, 10].

Серед заходів, які необхідно виконати для впровадження ССМОІОР, у першу чергу потрібно визначити модель ІБС та вирішити можливі проблеми її використання.

Структура ІБС створюється відповідно до вимог системно-сигнатурного моделювання та автоматизованого оброблення отриманої інформації сучасними електронно-обчислювальними машинами. Для цього потрібно врахувати особливості формування ІБС у відомих системах, насамперед ті, які можуть бути використаними під час визначення моделі ІБС для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу.

Враховуючи зазначене, визначення моделі ІБС для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу можна представити як вибір цієї моделі із множини існуючих моделей  $V = \{v_j | j = \overline{1, n}\}$ .

Маючи множину альтернативних моделей ІБС для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу  $B = \{b_i | i = \overline{1, m}\}$  та вимоги до неї, за умови коли вектор показників відповідності певної моделі  $b_k \in B$  відповідає заданим вимогам, з множини існуючих моделей ІБС  $B$  необхідно вибрати модель  $b_{k_0} \in B$ , для якої

$$k_0 = \arg \max_{k=\overline{1, m}} F[Q(b_k)], \quad (2)$$

де  $F[Q(b_k)]$  – деяка цільова функція.

Розглянемо вимоги до моделі ІБС для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу за повнотою, своєчасністю надходження і оброблення отриманої інформації, її достовірністю і точністю.

Так, вимога щодо повноти отриманої інформації передбачає, що дані для зазначеної моделі ІБС повинні бути мінімально достатніми для розпізнавання об'єктів радіомоніторингу, оскільки надмірна інформація щодо цих об'єктів утруднює вирішення завдання порівняльного аналізу сигнатур [1, 8].

У свою чергу, порушення термінів надходження і оброблення отриманої інформації цю інформацію неактуальною, тобто отримана інформація повинна бути максимально повною, своєчасно обробленою, достовірною та відповідати визначеним показникам моніторингу. Також під час визначення вимог до моделі ІБС для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу необхідно враховувати характеристики наявного інформаційного фонду, насамперед однозначний та формалізований опис об'єктів радіомоніторингу, їх структуру, форми та носії, процедуру оброблення запитів інформації тощо [1].

Для цього під час визначення моделі ІБС для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу слід звернути увагу на те, що основними критеріями її ефективності можуть бути вищезазначені вимоги, які мають певну ієрархічну структуру. Враховуючи зазначене, можливими методами визначення моделі ІБС для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу є метод експертних оцінок та метод аналізу ієрархій (МАІ) [11], за яких ідентифікацію об'єктів радіомоніторингу можна інтерпретувати, як ранжування альтернатив.

Таким чином, алгоритм визначення моделі ІБС для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу передбачає етапи, як наведено на рис. 1.

Розглянемо зміст кожного етапу за методологією МАІ.

**На першому етапі** здійснюється ієрархічна структуризація завдання визначення моделі ІБС для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу у вигляді домінантної ієрархії (рис. 1).

Відповідно до рис. 2 вершина ієрархії визначає мету вирішення завдання – визначення моделі ІБС для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу. Далі формується перелік факторів, які здійснюють вплив на досягнення мети моделювання. Такими факторами є вимоги до моделі ІБС, які, у свою чергу, також можуть утворювати ієрархічну структуру. Нижній рівень ієрархії представлений альтернативними моделями ІБС для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу.

**На другому етапі** здійснюється визначення локальних пріоритетів елементів рівнів ієрархії, під час якого кожен із запрошених до оцінювання експертів здійснює оцінювання та будує матриці попар-

них порівнянь, які задають домінування елементів рівнів ієрархії відносно елементів вищого рівня.

Послідовно по рівнях ієрархії зверху донизу за підлеглістю для кожного елемента визначається його локальний пріоритет з урахуванням коефіцієнтів елементів попереднього рівня. З цією метою кожний  $k$ -й експерт будує матрицю  $M_k^V = \|m_{ij}^{kV}\|$  порівнянь, яка задає переваги груп вимог відносно мети. Проведення експертизи вимагає визначення рівня узгодженості оцінок, які наведені у  $M_k^V$ . Для цього, за наступним виразом, обчислюється індекс узгодженості оцінок експертів:

$$I_y = (\lambda_{\max} - n)/(n - 1), \quad (3)$$

де  $\lambda_{\max}$  – максимальне власне число матриці  $M_k^V$ ;  $n$  – розмірність матриці  $M_k^V$ .

Отримана величина  $I_y$  порівнюється зі значенням індексу  $I_{by}^n$  для випадкової узгодженості, яка була б отримана при випадковому виборі міркувань експертів зі шкали  $(1/9, 1/8, \dots, 1, 2, \dots, 9)$  при формуванні обернено симетричної матриці розмірності  $n \times n$ . Усереднені значення індексу  $I_{by}^n$  для випадкових матриць різної розмірності наведені в таблиці 1.

З урахуванням цього, відношення узгодженості оцінок експертів буде визначатися за наступною формулою:

$$v = I_y/I_{by}^n. \quad (4)$$

На практиці величина  $v$  повинна бути в межах 10...20%. Якщо ж ця величина перевищує задані межі, тобто є більшою 20%, тоді експертам рекомендується переглянути свої міркування. Оскільки реалізація запропонованого алгоритму визначення моделі ІБС для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу передбачає здійснення колективної експертизи, для цього необхідно забезпечити узгодженість оцінок експертів у групі. При обробленні матеріалів колективної експертизи для кількісного оцінювання ступеня узгодженості експертів слід застосовувати коефіцієнт конкордації, визначення якого наведено у [11]:

$$W = \frac{12d}{m^2(n^3 - n)}, \quad (5)$$

де  $d = \sum_{i=1}^n d_i^2 = \sum_{i=1}^n \left[ \sum_{j=2}^m r_{ij} - 0,5m(n+1) \right]^2$ ;  $m$  – кількість експертів;  $n$  – кількість властивостей, які розглядаються експертами;  $r_{ij}$  – місце, яке зайняла  $i$ -та властивість в ранжуванні  $j$ -го експерта;  $d_i$  – відхилення суми рангів  $i$ -ої властивості від середньої арифметичної суми рангів  $n$  властивостей.

Коефіцієнт конкордації надає можливість оцінити наскільки узгоджені між собою ряди переваг кожного експерта. Це значення знаходиться в межах  $0 \leq W \leq 1$ ;  $W = 0$  – означає повну протилежність, а  $W = 1$  – повний збіг ранжувань. На практиці достовірність вважається достатньо високою, якщо

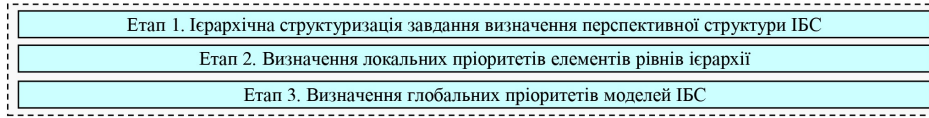


Рис. 1. Етапи визначення моделі інформаційної бази сигнатур для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу

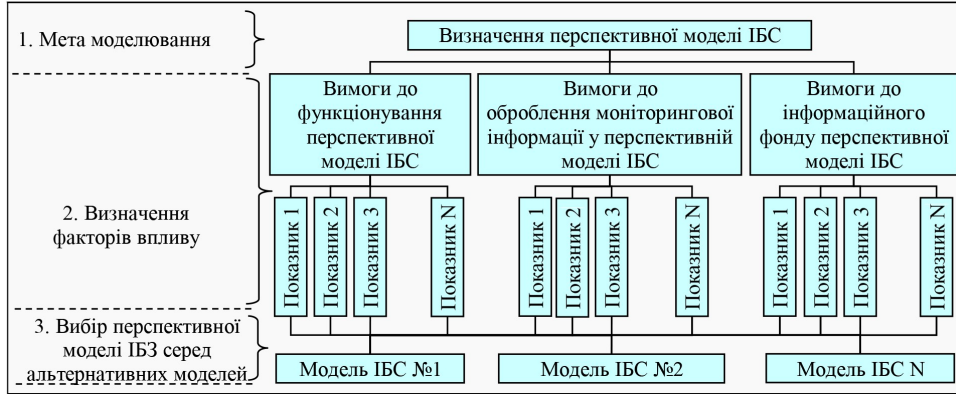


Рис. 2. Ієрархічна структура визначення моделі інформаційної бази сигнатур для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу

коефіцієнт конкордації  $W = 0,7...0,8$ . Якщо ж значення коефіцієнта конкордації малі, то експертиза повторюється. Після узгодження міркувань експертів будується агрегована матриця  $M^V = \|\overline{m_{ij}}\|$  попарних порівнянь груп вимог відносно мети, яка враховує оцінки всіх експертів.

У випадку існування повного збігу оцінки експертів відносно переваг груп вимог  $v_i$  та  $v_j$  (тобто  $(\forall k)m_{ij}^{kV} > 1$  або  $(\forall k)m_{ij}^{kV} < 1$ ) для них будується агрегована матриця  $M^V = \|\overline{m_{ij}}\|$ , елементи якої обчислюються за формулою:

$$\overline{m_{ij}} = \prod_{k=1}^n (m_{ij}^{kV})^{\mu_k}, \quad (6)$$

де  $\mu_k$  - ваговий коефіцієнт  $k$ -го експерта;  $n$  - кількість експертів.

Ця матриця буде задавати результуюче ранжування груп вимог відносно мети моделювання. Вектор  $W^V = (w_1^V, w_2^V, \dots, w_g^V)$  локальних пріоритетів груп вимог відносно мети визначається в результаті розв'язання матричного рівняння:

$$M^V \cdot W^{*V} = (\lambda_{\max}^V \cdot W^{*V}), \quad (7)$$

де  $W^{*V} = (w_1^{*V}, w_2^{*V}, \dots, w_g^{*V})$  - власний вектор  $M_k^{AP_h} = \|m_{ij}^{kAP_h}\|$ ;  $\lambda_{\max}^V$  - максимальне власне число  $M^V$ , причому  $M_k^{P_1} = \|m_{ij}^{kP_1}\|$ .

Розв'язання рівняння (7) є достатньо трудомістким завданням, тому на практиці знаходження локальних пріоритетів здійснюється шляхом розрахунку їх середньо геометричної величини:

$$w_i^V = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n \overline{m_{ij}}}. \quad (8)$$

Далі кожний  $k$ -й експерт складає матрицю  $M_k^{P_1} = \|m_{ij}^{kP_1}\|$  порівнянь, яка задає переваги показників у  $l$ -групі вимог, та матриці  $M_k^{AP_h} = \|m_{ij}^{kAP_h}\|$ , яка визначає переваги альтернатив відносно  $h$ -го показника.

Для побудованих матриць відповідно до (3), (5) визначаються рівні узгодженості та за виразом (6) будуються відповідні узагальнені матриці.

Далі згідно з (8) визначаються локальні пріоритети  $h$ -х показників у  $l$ -х групах, як вектори  $W^{P_1} = (w_1^{P_1}, w_2^{P_1}, \dots, w_{m_1}^{P_1})$ , а також домінування альтернатив відносно  $h$ -х показників  $W^{A_h} = (w_1^{A_h}, w_2^{A_h}, \dots, w_n^{A_h})$ .

**На третьому етапі** визначення моделі ІБС на основі отриманих значень локальних пріоритетів визначаються глобальні пріоритети альтернативних моделей, вектор яких  $W = (w_1, w_2, \dots, w_m)$  щодо мети моделювання визначається як:

$$W = M^A \cdot W^{P_1} \cdot W^V, \quad (9)$$

де  $M^A = \begin{bmatrix} W^{A_1} \\ W^{A_2} \\ \dots \\ W^{A_{m_1}} \end{bmatrix}$  - матриця пріоритетів альтернатив щодо показників.

У результаті проведених обчислень визначається модель ІБС для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу  $k_0 = \arg \max_{k=1, m} (w_k)$ , що розкриває вираз (2) у явному виді.

Табл. 1 Значення індексу випадкової узгодженості

Розмірність матриці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Індекс узгодженості	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

## 4 Висновки

Таким чином, у статті був запропонований алгоритм визначення моделі інформаційної бази сигнатур для обробки інформації об'єктів радіомоніторингу, впровадження якого у практичну діяльність дозволить підвищити достовірність, оперативність накопичення та оброблення моніторингової інформації в єдиному інформаційному просторі, а також виключити дублювання використання моніторингових сил і засобів для виконання однієї задачі в умовах обмеженого моніторингового ресурсу.

Подальший напрямок досліджень вбачається у розробленні методичного підходу до застосування сигнатурно-системного методу під час оброблення інформації об'єктів радіомоніторингу.

## Перелік посилань

1. Ільяшов О.А. Оцінка інформативності моніторингових ознак і сигнатур та міри їх невизначеності при розпізнаванні джерел та об'єктів моніторингу в інформаційному середовищі телекомунікаційних систем / О.А. Ільяшов // Вісник НТУУ КПІ. Серія Радіотехніка. Радіоапаратобудування. — 2016. — № 67. — с.77-83.
2. Рембовский А.М. Радиомониторинг. Задачи, методы, средства / А.М. Рембовский, А.В. Ашихмин, В.А. Козьмин ; под ред. А.М. Рембовского. — М. : Горячая линия-Телеком, 2010. — 624 с.
3. Шуренок В.А. Використання алгоритмів нечіткого кластерного аналізу для забезпечення функціональної стійкості ієрархічного інформаційного процесу на етапі класифікації об'єктів радіомоніторингу / В.А. Шуренок // Збірник наукових праць Житомирського військового інституту імені С.П. Корольова. — 2013. — №7. — с. 61-68.
4. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. — М. : Наука, 1969. — 576 с.
5. Волобуєв А.П. Математичне моделювання виявлення системою радіорозвідки противника системи радіозв'язку військового призначення з шумоподібними сигналами на основі фазової модуляції псевдовипадковою послідовністю / А. А. Волобуєв, Д. А. Бухал, А. В. Сергієнко // Збірник наукових праць ВІТІ. — 2017. — № 3. — с. 32-40.
6. Волобуєв А.П. Математичне моделювання виявлення системою радіорозвідки противника системи радіозв'язку військового призначення, яка застосовує шумоподібні сигнали з дискретною частотною модуляцією псевдовипадковою послідовністю / А. А. Волобуєв, Д. А. Бухал // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. — 2017. — № 2 (29). — С. 9-15.
7. Волобуєв А.П. Математичне моделювання виявлення системою радіорозвідки противника системи радіозв'язку військового призначення, яка застосовує шумоподібні сигнали з частотно-фазовою модуляцією псевдовипадковою послідовністю / А.А. Волобуєв,

О.А. Усачова, Д.А. Бухал // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. — 2017. — №3 (28). — С. 76-85.

8. Ткалич В.Л. Обработка результатов технических измерений / В.Л. Ткалич, Р.Я. Лобковская.— СПб. : СПбГУ ИТМО, 2011. — 72 с.
9. Войтко В.В. Математична модель процесу вимірювання миттєвої частоти джерел радіовипромінювання фазометричними пристроями інтерференційного типу / В.В. Войтко, А.І. Ільницький // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Радіотехніка. Радіоапаратобудування. — 2017. — № 70. — С. 17-22.
10. Слободянюк П.В. Довідник з радіомоніторингу / П.В. Слободянюк, В. Г. Благодарний, В.С. Ступак; під. заг. ред П.В. Слободянюка. — Ніжин : ТОВ. Видавництво. Аспект-Поліграф, 2008. — 588 с.
11. Саати Т. Об измерении неосязяемого. Подход к относительным измерениям на основе главного собственного вектора матрицы парных сравнений / Т. Саати // Cloud of Science. 2015. Т. 2. № 1. — С. 5-39.

## References

- [1] Iliashov O. A. (2016) The evaluation of monitoring informative features, signatures and the measures of their ambiguity during recognition objects and sources of monitoring in the information environment of telecommunication systems, *Visnyk NTUU KPI Seriya - Radiotekhnika Radioaparatobuduvannia*, Iss. 67, pp. 77-83. DOI: 10.20535/RADAP.2016.67.77-83.
- [2] Rembovskii A. M. ed., Ashikhmin A. V. and Koz'min V. A. (2010) *Radiomonitring. Zadachi, metody, sredstva* [Radiomonitring - tasks, methods, tools]. Moskow, Goryachaya liniya-Telekom, 624 p.
- [3] Shurenok V. A. (2013) Application of fuzzy cluster analysis algorithms for providing of hierarchical information process functional stability at the stage of radiomonitring objects classification *Problemy stvorennia, vyprobuvannia, zastosuvannia ta ekspluatatsii skladnykh informatsiynykh system*, No 7, pp. 61-68.
- [4] Venttsel' E.S. (1969) *Teoriya veroyatnostei* [The probability theory], Moskow, Nauka, 576 p.
- [5] Volobuyev A., Buhal D. and Sergienko A. (2017) Mathematical modeling of detection by a radio-intelligence system of an enemy of a military radiocommunication system with noise-like signals based on phase modulation by a pseudo-random sequence *Zbirnyk naukovykh prats VITI*, No. 3, pp. 32-40.
- [6] Volobuyev A.P. and Bukhal D.A. (2017) Mathematical modeling of the detection by the radio reconnaissance system of enemy of military radio communication system that uses noise-type signals with discrete frequency modulation by a pseudo-random sequence *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*, No. 2 (29), pp. 9-15.

- [7] Volobuiev A., Usahova O. and Bukhal D. (2017) Mathematical modeling of tactical radio system (with frequency-phase-coded by pseudorandom sequence noise-like signals) detection by adversary signal intelligence *Nauka i tekhnika Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl Ukrainy*, Iss. 3(28), pp. 76-85.
- [8] Tkalic V.L. and Lobkovskaya R.Ya. (2011) *Obrabotka rezul'tatov tekhnicheskikh izmerenii* [Processing of technical measurement results], SPb, SPbGU ITMO, 72 p.
- [9] Voitko V. V. and Ihnytskiy A. I. (2017) Mathematical model of instantaneous frequency measuring process of radioemission phasemeasuring sources by interference type devices *Visnyk NTUU KPI Seriya - Radiotekhnika Radioaparatobuduvannya*. Iss. 70, pp. 17-22. DOI: 10.20535/RADAP.2017.70.17-22.
- [10] Slobodianuk P. V. ed., Blahodarnyi V. H. and Stupak V. S. (2008) *Dovidnyk z radiomonitorynhu* [Radiomonitoring Handbook], Nizhyn, Aspekt-Polihraf, 588 p.
- [11] Saaty Thomas L. (2015) On the Measurement of Intangibles. A Principal Eigenvector Approach to Relative Measurement Derived from Paired Comparisons. *Cloud of Science*, Vol. 2, No 1, pp. 5-39. DOI: <http://dx.doi.org/10.1090/noti944>

## Алгоритм определения модели информационной базы сигнатур для обработки информации объектов радиомониторинга

*Гляшов А. А., Трегубенко С. С., Передрий А. В., Волощенко А. И., Бухал Д. А.*

В статье приводится алгоритм определения модели информационной базы сигнатур для обработки информации объектов радиомониторинга. Разработанная на основании этого алгоритма модель информационной базы сигнатур для обработки информации объектов радиомониторинга позволяет в реальном масштабе времени получать системное отображение объектов радиомониторинга по их мониторинговым признакам – сигнатурам.

Отмечается, что наиболее эффективным методом обработки информации объектов радиомониторинга есть сигнатурно-системный метод, сущность которого заключается в прогнозировании мониторинговой обстановки на определенный период времени и синтезе информационного представления об объектах радиомониторинга с целью сравнения этих объектов с принятыми критериями их похожести.

Утверждается, что основными требованиями к модели информационной базы сигнатур для обработки информации объектов радиомониторинга, которая в реальном масштабе времени разрешит получать системное отображение объектов радиомониторинга через их мониторинговые признаки – сигнатуры, есть полнота, достоверность и точность мониторинговой информации, которая имеет определенную иерархическую структуру.

Указано, что основными методами определения модели информационной базы сигнатур для обработки информации объектов радиомониторинга, есть методы экспертного оценивания и анализа иерархий, использование которых для распознавания объектов радиомониторинга будет трактоваться, как ранжирование альтернатив.

Предложено следующий алгоритм определения модели информационной базы сигнатур для обработки информации объектов радиомониторинга: первое – иерархическая структуриализация задачи определения модели информационной базы сигнатур для обработки информации объектов радиомониторинга; второе – построение иерархии для определения локального приоритета каждого элемента иерархии с учетом приоритетов предыдущего уровня; третье – определение локальных приоритетов существующих альтернативных моделей информационной базы сигнатур.

*Ключевые слова:* алгоритм; объекты радиомониторинга; сигнатурно-системный метод

## Model Determination Algorithm for the Radiomonitoring Information Signatures Database

*Ilyashov O. A., Trehubenko S. S., Peredrii O. V., Voloshchenko O. I., Bukhal D. A.*

The article describes the algorithm for defining a signature database model for processing information of radio monitoring objects. The model of the signature database based on this algorithm for processing of information of radio monitoring objects allows to receive in real time a systematic display of the radio monitoring objects according to their monitoring features - signatures.

It is noted that the most effective method of processing information of radio monitoring objects is the signature-system method, the essence of which is to predict the monitoring situation for a certain period of time and to synthesize the information representation of the objects of radio monitoring in order to compare the main indicators of these objects with the accepted criteria. their similarities.

It is stated that the main requirements for the model of the signature database for the processing of information of radio monitoring objects, which in real time will allow to obtain a systematic display of monitoring objects of radio monitoring objects through their monitoring features - signatures, are the completeness, reliability and accuracy of the monitoring information that have a certain hierarchical structure.

Also it is stated that the main methods for determining the model of the signature database for the processing of information of radio monitoring objects are the methods of expert evaluation and analysis of hierarchies, which will be treated as a ranking of alternatives for the recognition of radio monitoring objects.

The following algorithm is proposed for determining the signature database model for processing information of radio monitoring objects: the first is a hierarchical structuring of the task of defining the signature database model for processing information of radio monitoring objects; the second is to build a hierarchy for determining the local priority of each element of the hierarchy, taking into account the priorities of the previous level; third, determining the local priorities of existing alternative models of the signature database.

*Key words:* algorithm; objects of radio monitoring; signature-system method