

Оцінка інформативності моніторингових ознак і сигнатур та міри їх невизначеності при розпізнаванні джерел та об'єктів моніторингу в інформаційному середовищі телекомунікаційних систем

Ільяшов О. А.

Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України

E-mail: aleksandr.ilyashov@gmail.com

У статті оцінюються величина інформативності моніторингових ознак і сигнатур та їх ефективність, як міра невизначеності у процесі розпізнавання джерел та об'єктів моніторингу в інформаційному середовищі телекомунікаційних систем, які доцільно оцінювати величиною втрат інформації. Розглянуто процес і механізм оцінювання інформаційних втрат при формуванні сигнатур на підставі отриманих моніторингових ознак. Сформовані відповідні сигнатури використовуються у процесі розпізнавання і покладені в основу прийняття рішення про належність джерел до певного класу або про оперативний (фазовий) стан об'єктів. Визначена оптимальна кількість моніторингових ознак при розпізнаванні джерел об'єкта моніторингу та раціональна кількість сигнатур для розпізнавання одного джерела або об'єкта.

Ключові слова: моніторингові ознаки; сигнатури; інформативні втрати; ентропія

1 Постановка задачі

Одним з найважливіших завдань моніторингу інформації в інформаційному середовищі (ІС) телекомунікаційних систем (ТКС), є викриття, розпізнавання і класифікація джерел та об'єктів моніторингу (ДОМ). Під час виконання завдань за призначенням моніторингова структура має застосовувати передусім найефективніші методи отримання й обробки моніторингової інформації. До них відносяться структурно-системний (ССМ) та сигнатурно-системний (СГСМ) методи отримання й обробки інформації [1, 2]. У цих методах використовується множина моніторингових ознак (МО) і сигнатур — сукупність доступних для виявлення, аналізу й оцінювання кількісних і якісних параметрів ДОМ. Головною особливістю моніторингового процесу при цьому є те, що він здійснюється в умовах часткової або повної невизначеності вихідних даних [1–5].

При розпізнаванні (наприклад, методами дихотомії або порівнянням з еталоном у режимах навчання чи самонавчання з використанням ССМ і СГСМ) інформація обробляється методами математичної статистики, бінарної або багатозначної логіки і приймається рішення про належність ДОМ до того чи іншого класу або про його оперативний (фазовий) стан [1, 4].

Зрозуміло, чим менша похибка апостеріорного параметру МО та чим він більше наближений до еталона (його інформаційні втрати відносно еталонних значень мінімальні), тим менший ступінь невизначеності і більша імовірність правильного розпізнавання. Тобто, в процесі моніторингу необхідно прагнути до зменшення ступеня невизначеності, в ідеальному ж випадку, якщо невизначеність знята (або незначна), значення імовірності правильного розпізнавання суттєво зростає. І навпаки, якщо ступінь невизначеності зростає, якість розпізнавання зменшується за рахунок збільшення інформаційних втрат.

Як відомо [1], якість розпізнавання і класифікації ДОМ залежить від двох основних факторів:

- похибок за рахунок вимірювання, обчислення і оцінювання параметрів ДОМ, що визначаються потенційними і реальними можливостями апаратури технічних систем і комплексів моніторингу, а також складною сигнально-завадовою обстановкою в зоні моніторингу, наявністю штучних завад, внутрішніх шумів, перетворенням інформації у каналах зв'язку, нестабільністю приймально-передавальної апаратури, професійним рівнем підготовки операторів тощо;

- неповноти МО і сигнатур, що відображають різний стан або належність ДОМ, і поверхового опису властивостей об'єктів.

Тобто МО завжди отримуються з деякими похибками — втратами, що призводять до збільшення ступеня невизначеності (ентропії), втрат інформації і зменшення імовірності правильного розпізнавання.

Звідси постає актуальне наукове і практичне завдання оцінювання значення інформативності МО і сигнатур, як міри невизначеності у процесі розпізнавання джерел та об'єктів моніторингу, що визначає мету і основний зміст статті.

Для досягнення цієї мети слід розглянути і вирішити такі наукові та практичні часткові завдання:

- визначити перелік і оптимальну кількість МО джерел радіовипромінювань (ДРВП) з метою забезпечення максимального значення імовірності правильного розпізнавання;
- за визначеними ознаками сформувати відповідні сигнатури і встановити їх раціональну кількість;
- оцінити величину інформативності МО і сигнатур (їх інформаційні втрати);
- визначити порогові значення інформативних втрат та оцінити інформативну ефективність МО і сигнатур, що задіяні при розпізнаванні джерел та об'єктів;
- встановити залежність між імовірністю правильного розпізнавання та інформаційними втратами.

2 Аналіз останніх досліджень

Оцінка ефективності моніторингових заходів в ІС ТКС останнім часом є предметом підвищеної уваги з боку вчених. З'явилася певна кількість статей, присвячених цьому питанню. В [1] надані основи обробки й аналізу сигналів радіовипромінювань, визначені основи структурно-системного методу обробки сигналів радіовипромінювань. В [2] описується використання алгоритмів нечіткого кластерного аналізу для забезпечення функціональної стійкості ієрархічного інформаційного процесу на етапі класифікації об'єктів радіомоніторингу. В [3] досліджуються методи ідентифікації радіотехнічних вимірів при супроводі близько розташованих об'єктів. В [4] розглядаються методи розпізнавання і цифрової обробки відображень в ІС ТКС. В [5] аналізуються методи моніторингу інформації в ІС ТКС. В [6] викладені основні концепції, які визначають сучасний стан і тенденції розвитку комп'ютерних мереж. Але оцінці інформативності моніторингових ознак і сигнатур та мірі їх невизначеності при розпізнаванні джерел та об'єктів моніторингу достатньої уваги приділено не було.

Світових досліджень щодо визначення інформаційної ефективності моніторингових ознак через ентропію автору невідомо. Автор сподівається, що разом із виданням цієї статті, такі відомості з'являться.

3 Виклад основного матеріалу

Для вирішення сформульованих завдань розглянемо процес розпізнавання системи А — джерела (об'єкта) моніторингу, яке випадково може належати деякому класу або перебувати у тому або іншому стані, тобто системи, що має деякий ступінь невизначеності — ентропію.

Стан (або належність до класу) системи оцінюється і визначається за параметрами відповідних МО — кількісних та якісних, які мають бути найбільш наближеними до еталонних — без втрат інформації, тобто мати мінімальний ступінь невизначеності — ентропію.

Відомо [4], що ентропія може бути оцінена як кількістю можливих станів (x_1, x_2, \dots, x_n) системи, так і величинами імовірностей цих станів (p_1, p_2, \dots, p_n) , при цьому $\sum_{i=1}^n p_i = 1$ де n — кількість станів:

$$H(A) = - \sum_{i=1}^n p_i \log p(p_i) \quad (1)$$

яка: дорівнює нулю, коли один зі станів системи достовірний, а інші неможливі; досягає максимуму, якщо ці стани рівноімовірні $(p_1 = p_2 = \dots = p_n)$; при збільшенні кількості станів зростає; ентропії систем сумують: $H(a) = - \sum_{i=1}^n H_i(A)$.

Що стосується вибору основи логарифма, то взагалі він може мати значення при будь-якому $a > 1$, а його зміна еквівалентна обранню одиниці вимірювання ентропії. На сьогодні у галузях обчислювальної техніки, цифрового радіозв'язку, телекомунікаційних системах різного призначення для розрахунків та аналізу використовують логарифми з основою $a = 2$ і бінарну логіку та вимірюють ентропію у двійкових одиницях, що добре погоджується з двійковою системою числення (*bit* — це ентропія одного розряду двійкового числа, якщо він з рівною (однаковою) імовірністю може бути 0 або 1). Однак у радіоелектронному моніторингу такий вибір $a = 2$ не завжди доцільний, що пояснюється великою кількістю можливих станів об'єктів або належністю джерел моніторингу до певного класу: $n \geq 2$. А якщо застосовуються вербальні (якісні) ознаки і логічні методи розпізнавання та підтримки прийняття рішення, необхідно використовувати методи багатозначної, а не бінарної логіки.

Рівняння (1) можна надати у такому вигляді:

$$H(A) = - \sum_{i=1}^n p_i \log(p_i) = \sum_{i=1}^n p_i \log \frac{1}{p_i} \quad (2)$$

Тоді величину $\frac{1}{p_i}$ можна розглядати як окрему ентропію, що характеризує інформативність ознаки за параметром x_i , а ентропію H — як середнє значення окремих ентропій. При малих значеннях p_i окрема ентропія велика, і з наближенням p_i до одиниці вона прагне до нуля, а функція $[-p_i \log(p_i)]$ відображає внесок ознаки x_i до ентропії H .

При цьому для розрахунків можна скористатися такими відомими співвідношеннями [7]:

- ентропія рішення про належність або стан джерела об'єкту моніторингу (ДОМ) A за параметром x_k моніторингової ознаки визначається як

$$H(A/x_k) = - \sum_{k=1}^N p(A/x_k) \log p(A/x_k) \quad (3)$$

де $p(A/x_k)$ — умовна імовірність визначення належності або стану ДОМ A за параметром x_k ;

- умовна імовірність $p(A/x_k)$ знаходиться за формулою Байєса:

$$p(A/x_k) = \frac{p(A)p(x_k/A)}{p(x_k)} \quad (4)$$

де $p(x_k) = \sum_{r=1}^N p(A)p(x_k/A)$ — імовірність появи k -го параметра ознаки в усіх ДОМ; $p(x_k/A)$ — умовна імовірність появи k -го параметра ознаки в системі A .

Інколи для зручності обчислювань (1) і (5) застосовують спеціальну функцію $\eta = -\log p(p)$, тоді

$$H(A) = - \sum_{i=1}^N \eta(p_i) \quad (5)$$

Формули (1), (2) і (5) використовують для обчислення значення ентропії, однак для виконання математичних перетворень більш зручною є форма запису ентропії у вигляді математичного очікування $H(A) = M[-\log P(A)]$, де $P(A)$ — імовірність будь-якого (випадкового) стану системи.

Якщо система A має стани (x_1, x_2, \dots, x_n) , то випадкова величина $\log P(A)$ буде мати значення:

$$\log p_1, \log p_2, \log p_3, \dots, \log p_n. \quad (6)$$

Статистичне середнє значення (математичне очікування) випадкової величини $[-\log P(A)]$ є ентропією системи A , і для її обчислення значення (6) усереднюються з "вагами", рівними відповідним імовірностям p_1, p_2, \dots, p_n .

Для підтвердження викладеного розглянемо і проаналізуємо графічні залежності величини ентропії від імовірності стану системи (рис. 1). Крива 1 (симетрична відносно $p = 0,5$) відповідає випадку бінарного стану системи або належності до двох класів, тобто

$n = 2$, а $a = 2$ і ентропія досягає максимального значення $H = 1$ при $p_1 = p_2 = 0,5$ — ступінь невизначеності найбільший.

Якщо система має кількість станів $n > 2$, наприклад, $n = 4, 5, 10$, то відповідно для $n = 4$, $a = 4$ максимальна ентропія (ступінь невизначеності) $H = 1$ досягається, коли $p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = 0,25$ (крива 2); для $n = 5$, $a = 5$: $p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = p_5 = 0,2$ (крива 3); для $n = 10$, $a = 10$: $p_1 = p_2 = \dots = p_{10} = 0,1$ (крива 4). Як видно з наведених залежностей, максимум ентропії зі збільшенням $n > 2$ зсувається ліворуч (порівняно з бінарним випадком $n = 2$, $a = 2$, $p_1 = p_2 = 0,5$).

Як було зазначено, при розпізнаванні для оцінювання інформаційної ефективності ознак і сигнатур зручніше використовувати поняття величини втрати інформації ΔI_x за параметром x_i ; ознаки ДОМ — ступінь остаточної (кінцевої) невизначеності їх інформаційних параметрів або неповноту моніторингових ознак:

$$\Delta I_x = H_0(A) - H(A/x_i) \quad (7)$$

Тоді інформаційна ефективність E_x моніторингової ознаки буде дорівнювати:

$$E_x = \frac{H_0(A) - H(A/x_i)}{H_0(A)} = 1 - \frac{H(A/x_i)}{H_0(A)} \quad (8)$$

а інформаційна ефективність E_c сигнатури є середнім статистичним значенням сумарної ефективності сукупності моніторингових ознак:

$$E_c = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n E_{x_j} \quad (9)$$

де n — кількість МО у сигнатурі. З виразу (??) випливає:

- якщо невизначеність за МО x_i максимальна (інформаційні втрати значні), то $H(A/x_i) \rightarrow H_0(A)$ й інформаційна ефективність за цією ознакою зменшується, а імовірність правильного розпізнавання прагне до нуля;
- у випадку незначних інформаційних втрат ($\Delta I_x \rightarrow 0$; $H(A/x_i) \rightarrow 0$), тобто відсутності невизначеності за МО, інформаційна ефективність набуває максимального значення і прагне до одиниці.

Аналіз графічних залежностей (рис. 1) дає можливість зробити такі висновки:

- інформаційна ефективність МО за відповідним параметром оцінюється втратами інформації — різницею між початковою ентропією $H_0(A)$ та ентропією $H_0(A/x_i)$ за параметром x_i , тобто ступенем невизначеності;
- при вирішенні завдань розпізнавання робоча область залежностей $H = f(p)$ (рис. 1) міститься у правій напівплощині ($\delta > 0,5$);

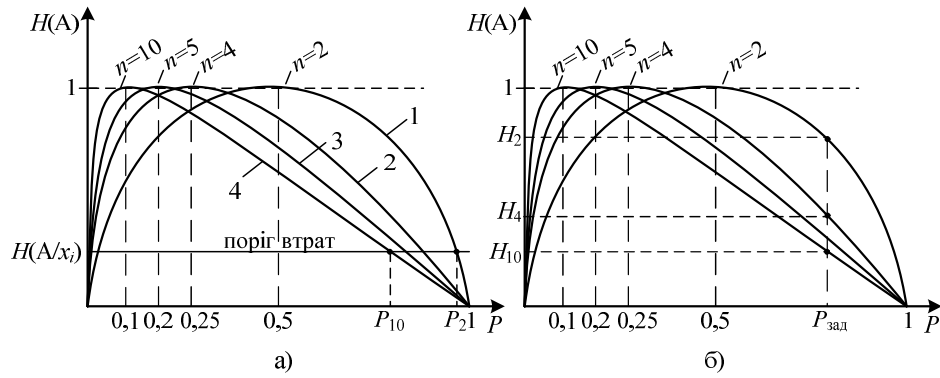


Рис. 1. Залежності величини ентропії $H(A)$ від імовірності p стану системи

- якщо встановити рівень порога для $H(A/x_i)$, що визначає інформаційні втрати МО за параметром x_i , наприклад, $H(A/x_i) = 0,1H_0$, то можна оцінити потрібну величину імовірності p для $n = 2, 4, 5, 10$ (рис. 1, а);
- у випадку, коли заданою є значення імовірності $p_{\text{зад}}$, за допомогою наведених кривих можна встановити інформаційні втрати відповідно для $n = 2, 4, 5, 10$ (рис. 1, б).

Тобто система A зі станами (x_1, x_2, \dots, x_n) та імовірностями (p_1, p_2, \dots, p_n) за інформаційними параметрами МО і сигнатур описана та проаналізована досить повно як аналітично, так і графічно.

З урахуванням наведеного розглянемо процес і механізм оцінювання інформаційних втрат при формуванні сигнатур $СГ_1, СГ_2, \dots, СГ_m$ на підставі отриманих моніторингових ознак $МО_{11}, МО_{12}, \dots, МО_{1n}$ (рис. 2).

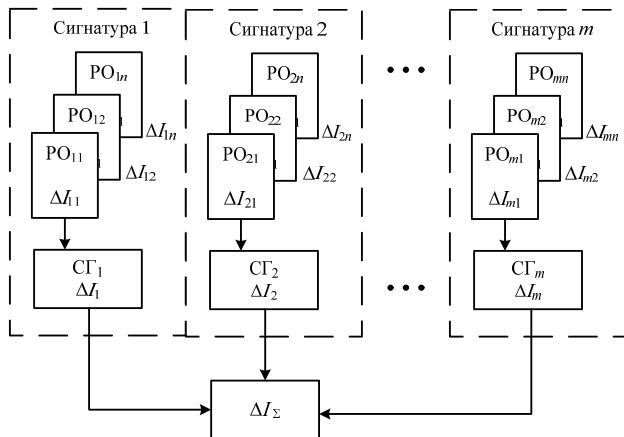


Рис. 2. Пояснення процесу оцінювання інформаційних втрат при формуванні сигнатур із сукупності моніторингових ознак

Згідно з основним змістом ССМ і СГСМ моніторинговими підрозділами добуваються моніторингові відомості і визначається множина МО (наприклад, параметричних: тривалість сигналів, їх частота, пері-

од або частота надходження імпульсів тощо). Отримані МО ($МО_{11}, МО_{12}, \dots, МО_{1n}$) формують відповідні сигнатури ($СГ_1, СГ_2, \dots, СГ_m$), які використовуються у процесі розпізнавання і покладені в основу прийняття рішення про належність джерел до певного класу або оперативний (фазовий) стан об'єктів.

Кожна моніторингова ознака ($МО_{11}, МО_{12}, \dots, МО_{1n}$) має власні інформаційні втрати ($\Delta I_{11}, \Delta I_{12}, \dots, \Delta I_{1n}$), а сформовані сигнатури ($СГ_1, СГ_2, \dots, СГ_m$) — втрати ($\Delta I_1, \Delta I_2, \dots, \Delta I_m$). Якщо ці втрати незначні, об'єкт моніторингу виявляється (його ентропія зменшується) із сумарною втратою інформації ΔI_{Σ} , яка обумовлена насамперед похибками визначення, вимірювання й оцінювання параметрів моніторингових ознак ДРВ.

Описаний процес (рис. 2) розглянемо детальніше за допомогою графічних (рис. 3) та аналітичних залежностей при таких позначеннях: $k = 1, 2, \dots, j$ — обсяг вибірки вимірювання або спостереження за параметром x_i моніторингової ознаки з імовірностями p_i ; $n = 1, 2, \dots, i$ — кількість моніторингових ознак у сигнатурі; $m = 1, 2, \dots, s$ — кількість сигнатур у процесі розпізнавання; перший індекс у ΔI_{mn} визначає номер сигнатури, другий — номер МО цієї сигнатури.

Визначимо ентропії моніторингових ознак $МО_{1n}$ джерела випромінювання A за параметром x_i при обсягу вибірки k .

Величина ентропії моніторингової ознаки $МО_{11}$ за параметром x_1 дорівнює:

$$H_1(A/x_1) = - \sum_{j=1}^k p_j(A/x_{1j}) \log p_j(A/x_{1j}) \quad (10)$$

ентропія $МО_{12}$ за параметром x_2 :

$$H_2(A/x_2) = - \sum_{j=1}^k p_j(A/x_{2j}) \log p_j(A/x_{2j}) \quad (11)$$

ентропія $МО_{1n}$ за параметром x_n :

$$H_n(A/x_n) = - \sum_{j=1}^k p_j(A/x_{nj}) \log p_j(A/x_{nj}) \quad (12)$$

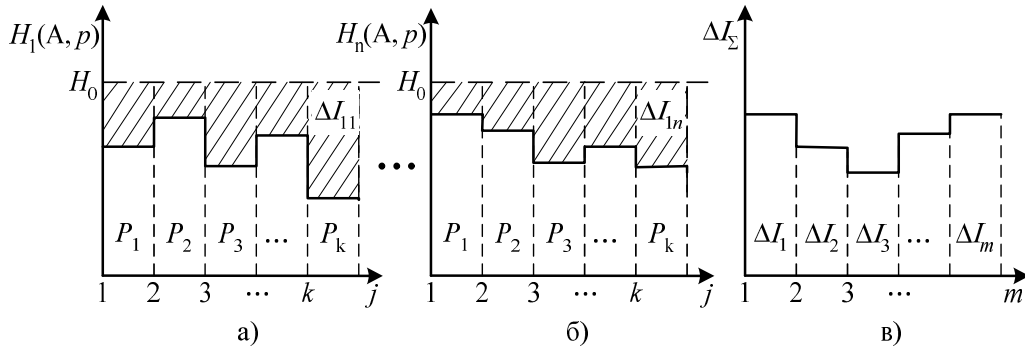


Рис. 3. Визначення інформаційних втрат ΔI_{1n} моніторингових ознак (а), (б) та сигнатур ΔI_{Σ} (в)

Відповідні інформаційні втрати цих ознак будуть мати такі значення:

$$\begin{aligned} \Delta I_{11} &= H_0(A) - H_1(A/x_1) \\ \Delta I_{12} &= H_0(A) - H_2(A/x_2) \\ \Delta I_{1n} &= H_0(A) - H_n(A/x_n) \end{aligned} \quad (13)$$

Статистичні середні значення (або математичне очікування при великому обсязі вибірки k) величини втрати інформації $\Delta I_1, \Delta I_2, \dots, \Delta I_m$ сигнатур визначаються як

$$\begin{aligned} \Delta I_1 &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta I_{1i} \\ \Delta I_2 &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta I_{2i} \\ \Delta I_m &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta I_{mi} \end{aligned} \quad (14)$$

У результаті сумарні втрати інформації в процесі розпізнавання матимуть такі значення:

$$\Delta I_{\Sigma} = \frac{1}{m} \sum_{m=1}^s \Delta I_m = \frac{1}{mn} \sum_{m=1}^s \sum_{n=1}^s \Delta I_{mn} \quad (15)$$

Слід зазначити, що наукове завдання визначення оптимального значення кількості моніторингових ознак n для забезпечення максимального значення імовірності правильного розпізнавання $P_{пр}$ під час моніторингу і розпізнавання ДРВП авторами вирішено, описано у [1] і ця кількість дорівнює $n_{опт} = 4 - 5$, що добре узгоджується з результатами досліджень, викладених, наприклад, у [4].

Тоді на підставі розглянутого й отриманих аналітичних залежностей (12), (13), (14), (15) при заданих значеннях $n = 4 - 5$, $P_{пр} = const - max$ та $\Delta I = const - min$ можна просто та швидко розрахувати і побудувати залежності $\Delta I = f(m)$, за якими визначити оптимальну або раціональну кількість сигнатур m (рис. 4).

Аналіз наведених графічних залежностей (рис. ??) свідчить, що зі збільшенням кількості сигнатур m інформаційні втрати зменшуються і при $m > 4$

практично не змінюються (втрати фіксуються на мінімальному рівні). Цей результат є цілком фізичним: якщо обрати $n_{опт} = 4 - 5$, а $m = 3 - 4$, то загальна кількість моніторингових ознак при розпізнаванні буде дорівнювати $n_{\Sigma} = n \times m = 12 - 20$, що призведе до зростання величини імовірності правильного розпізнавання $P_{пр}$ при фіксованих похибках 1-го та 2-го роду.

Висновки

Отже, на підставі наведеного можна стверджувати:

- значення інформативності моніторингових ознак і сигнатур та їх ефективність, як міру невизначеності у процесі розпізнавання джерел і об'єктів моніторингу доцільно оцінювати величиною втрат інформації;
- оптимальна кількість моніторингових ознак при розпізнаванні ДОМ має значення $n_{опт} = 4 - 5$, що забезпечує фіксований рівень похибок 1-го та 2-го роду і максимальне значення імовірності правильного розпізнавання $P_{пр}$;
- раціональна кількість сигнатур повинна обиратися значенням $m = 3 - 4$, що забезпечує використання до 12–20 моніторингових ознак для розпізнавання одного джерела або об'єкта;
- інформаційна ефективність моніторингових ознак визначається як різниця початкової ентропії і ентропії ДРВП за відповідним параметром, а інформаційна ефективність сигнатур — як статистичне середнє (або математичне очікування) ефективності моніторингових ознак;
- під час аналізу й обчислювання інформаційних втрат ΔI_{Σ} із застосуванням наведених аналітичних виразів слід враховувати і правильно обирати оптимальну кількість моніторингових ознак $n_{опт}$, раціональну кількість сигнатур m і

величину основи логарифма a . При цьому, якщо розпізнавання здійснюється за якісними моніторинговими ознаками, слід застосовувати метод багатозначної, а не бінарної логіки.

Науково-практичним результатом проведеного дослідження є те, що при проектуванні радіоапаратури ІС ТКС зменшиться кількість помилок щодо визначення об'єктів моніторингу й збільшиться ефективність радіомоніторингу, в тому числі й джерел зі складними видами модуляції.

Перспективи подальших досліджень

Одним з напрямів подальших досліджень можна вважати вирішення завдання отримання аналітичних залежностей міри інформативності моніторингових ознак та сигнатур і значення імовірності правильного розпізнавання $P_{пр}$ джерел та об'єктів моніторингу.

Перелік посилань

1. Аксенов Г. Н. Основы обработки и анализа сигналов РЭС. Основы структурно-системного метода обработки данных радиоизлучений / Г.Н. Аксенов, Ю.А. Смирнов. – К. : КВИРТУ ПВО, 1989. – 200 с.
2. Шуренко В. А. Використання алгоритмів нечіткого кластерного аналізу для забезпечення функціональної стійкості ієрархічного інформаційного процесу на етапі класифікації об'єктів радіомоніторингу / В.А. Шуренко // Збірник наукових праць Житомирського військового інституту імені С. П. Корольова. – 2013. – №7. – с. 61-69.
3. Логачев С.В. Дослідження методів ідентифікації радіотехнічних вимірів при супроводі близько розташованих об'єктів / С.В. Логачев, Г.В. Худов, Р.В. Дзюбчук // Збірник наукових праць Житомирського військового інституту імені С.П. Корольова. – 2013. – №8. – С. 47–53.
4. Анисимов Б.В. Распознавание и цифровая обработка изображений / Б.В. Анисимов, В.Д. Курчанов, В.К. Злобин. – М. : Высшая школа, 1993. – 295 с.
5. Гриняев С. В. Борьба сетей / С. В. Гриняев // Независимое военное обозрение. – 2002. – №2. – с. 11-13.
6. Таненбаум Э. В. Компьютерные сети, 4-е изд. / Э. В. Таненбаум. – СПб. : Питер, 2015. – 992 с.
7. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. – М. : Наука, 1969. – 576 с.

References

- [1] Aksenov G. N. and Smirnov Yu. A. (1989) *Osnovy obrabotki i analiza signalov RES. Osnovy strukturno-sistemnogo metoda obrabotki dannykh radioizlucheniï* [Basics of processing and analyzing signals RES. Fundamentals of structural and systematic data processing method of radio emissions], Kyiv, KVIRTU PVO, 200 p.

- [2] Shurenok V. A. (2013) Application of fuzzy cluster analysis algorithms for providing of hierarchical information process functional stability at the stage of radiomonitoring objects classification. *Problemy stvorennia, vyprobuvannia, zastosuvannia ta ekspluatatsii skladnykh informatsiinykh system*, No 7, pp. 61-68. (in Ukrainian)
- [3] Logachov S. V., Hudov G. V. and Dzyubchuk R. V. (2013) The research of the methods for identification of radiotechnical measurements accompanied by closely located space objects. *Problemy stvorennia, vyprobuvannia, zastosuvannia ta ekspluatatsii skladnykh informatsiinykh system*, No 8, pp. 47-53. (in Ukrainian)
- [4] Anisimov B. V., Kurchanov V. D. and Zlobin V. K. (1993) *Raspoznavanie i tsifrovaya obrabotka zobrazhenii* [The recognition and the digital Imaging], Moscow, Vysshaya shkola, 295 p.
- [5] Grinyayev S. V. (2002) *Bor'ba setei* [Fight of Networks]. *Nezavisimoe voennoe obozrenie*, No 2, pp. 11-13.
- [6] Tanenbaum E. V. (2015) *Komp'yuternye seti* [Computer networks]. SPb., Piter, 992 p.
- [7] Venttsel' E.S. (1969) *Teoriya veroyatnostei* [The probability theory], Moscow, Nauka, 576 p.

Оценка информативности мониторинговых признаков и сигнатур и степени их неопределенности при распознавании источников и объектов мониторинга в информационной среде телекоммуникационных систем

Ильяшов А. А.

В статье оцениваются величина информативности мониторинговых признаков и сигнатур и их эффективность, как мера неопределенности в процессе распознавания источников и объектов мониторинга в информационной среде телекоммуникационных систем, которые целесообразно оценивать величиной потерь информации. Рассмотрен процесс и механизм оценки информационных потерь при формировании сигнатур на основании полученных мониторинговых признаков. Сформированные соответствующие сигнатуры используются в процессе распознавания и положены в основу принятия решения о принадлежности источников к определенному классу или об оперативном (фазовом) состоянии объектов. Определено оптимальное количество мониторинговых признаков при распознавании источников объекта мониторинга и рациональное количество сигнатур для распознавания одного источника или объекта.

Ключевые слова: мониторинговые признаки; сигнатуры; информативные потери; энтропия

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

Iliashov O. A.

The task for the research. The article estimates the value of informative monitoring features and signatures their efficiency as a measure of ambiguity during recognition sources and objects for monitoring in the information environment of telecommunication systems which are appropriate to assess by magnitude of loss of information. The main idea of the research. The process and mechanism of evaluating information while losses signatures formed on the basis of the monitoring features are considered. Conclusion. Formed appropriate signatures are used in the process of recognition and have

basis for decision which of sources belonging to class or operative (phase) state facilities. Optimum numbers of monitoring features in recognition sources object monitoring and optimal number of signatures for identify a source or object are defined. The future for the research. The dependence of signature and possibility concerning correct recognition of monitoring's object will be set.

Key words: monitoring features; signatures; informational losses; entropy