

# Шаблон оформлення статті для журналу «Вісник НТУУ “КПІ”. Серія Радіотехніка. Радіоапаратобудування»

Автор1 І. Б., Автор2 І. Б.

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна  
Національний університет “Львівська політехніка”, м. Львів, Україна

E-mail: authorv@email.ua

У роботі представлені вимоги щодо оформлення статей для подання у збірник наукових праць “Вісник Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”. Серія Радіотехніка. Радіоапаратобудування”. Показано, що дотримання встановлених правил дозволить покращити вашу статтю.

*Ключові слова:* правила оформлення, радіотехніка, радіоапаратобудування, L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

## 1 Вступ

Шановні автори, при підготовці публікацій у збірнику наукових праць “Вісник Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”. Серія Радіотехніка. Радіоапаратобудування” дотримуйтесь правил оформлення матеріалів, наведених у цьому прикладі правил оформлення (шукайте електронну версію на сайті збірника <http://radap.kpi.ua/archive/Zrazok.doc>).

Приклад оформлення посилань [1, 4].

## 2 Вимоги до оформлення

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  $A$  — 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 Байеса:

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

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  $n = 2$ ,  $a = 2$  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  $\Delta I_x$  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:

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

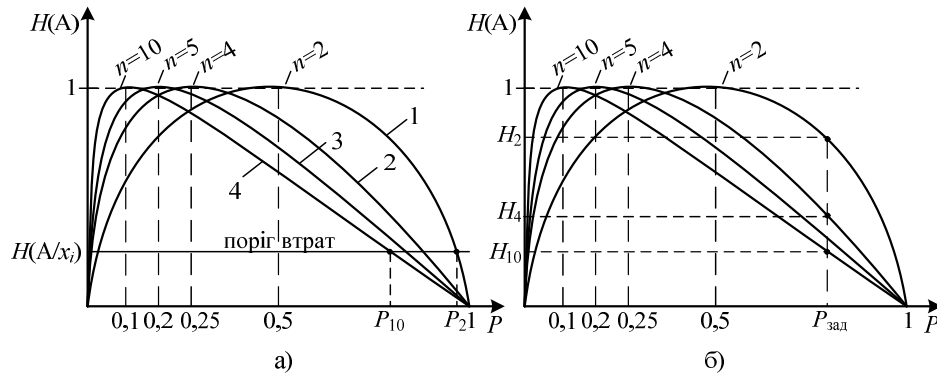


Рис. 1. Залежності величини ентропії  $H(A)$  від імовірності  $p$  стану системи

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 ( $\delta > 0,5$ );
- 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 задано 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  $CG_1, CG_2, \dots, CG_m$  на підставі отриманих моніторингових ознак  $MO_{11}, MO_{12}, \dots, MO_{1n}$  (рис. 2).

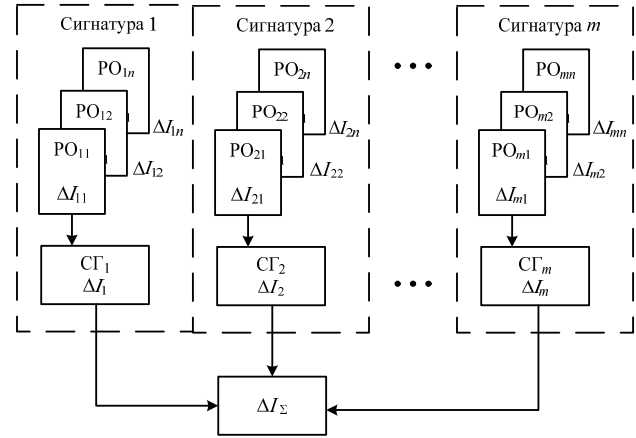


Рис. 2. Пояснення процесу оцінювання інформаційних втрат при формуванні сигнатур із сукупності моніторингових ознак

Згідно з основним змістом ССМ і СГСМ моніторинговими підрозділами добуваються моніторингові відомості і визначається множина МО (наприклад, параметричних: тривалість сигналів, їх частота, період або частота надходження імпульсів тощо). Отримані МО ( $MO_{11}, MO_{12}, \dots, MO_{1n}$ ) формують відповідні сигнатури ( $CG_1, CG_2, \dots, CG_m$ ), 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 ( $MO_{11}, MO_{12}, \dots, MO_{1n}$ ) має власні інформаційні втрати ( $\Delta I_{11}, \Delta I_{12}, \dots, \Delta I_{1n}$ ), а сформовані сигнатури ( $CG_1, CG_2, \dots, CG_m$ ) — 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  $\Delta I_{\Sigma}$ , 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  $\Delta I_{mn}$  визначає номер сигнатури, другий — номер МО цієї сигнатури.

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

Величина ентропії моніторингової ознаки  $MO_{11}$  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  $MO_{12}$  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  $MO_{1n}$  за параметром  $x_n$ :

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

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  $R_{\text{пр}}$  під час моніторингу і розпізнавання ДРВп авторами вирішено, описано у [1] і ця кількість дорівнює  $n_{\text{опт}} = 4 - 5$ ,

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  $n = 4 - 5$ ,  $R_{\text{пр}} = \text{const} - \text{max}$  та  $\Delta I = \text{const} - \text{min}$  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  $n_{\text{опт}} = 4 - 5$ , 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  $R_{\text{пр}}$  при фіксованих похибках 1-го та 2-го роду.

## Висновки

Рукопис оформлений відповідно до цього шаблону слід надсилати у редакцію через офіційний сайт, після чого до Вас на електронну пошту прийде підтвердження отримання рукопису. Далі редактор виконає формальну перевірку рукопису на відповідність вимогам до оформлення статей та направить його на рецензування. Матеріали, що оформлені з відхиленнями від встановлених вимог можуть направлятися авторам на доопрацювання. У разі виникнення запитань звертайтеся до редакції за тел. +380 44 204 93 29 або електронною поштою [radap@rtf.kpi.ua](mailto:radap@rtf.kpi.ua).

## Перелік посилань

1. Аксенов Г. Н. Основы обработки и анализа сигналов РЕС. Основы структурно-системного метода обработки данных радионизлучений / Г.Н. Аксенов, Ю.А. Смирнов. – К. : КВИРТУ ПВО, 1989. – 200 с.
2. 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. 61-69.
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.

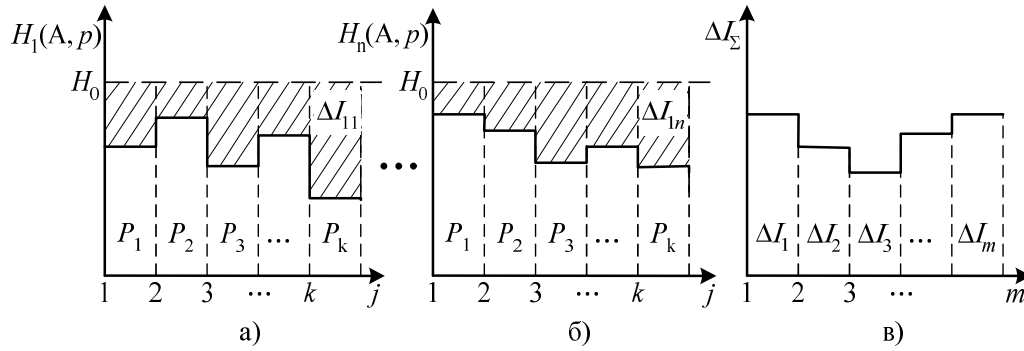


Рис. 3. Визначення інформаційних втрат  $\Delta I_{1n}$  моніторингових ознак (а), (б) та сигнатур  $\Delta I_{\Sigma}$  (в)

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 radioizlucheni* [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, vyprovuvannia, 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, vyprovuvannia, 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] Grinyaev 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.

## Название статьи на русском языке

Автор1 И. О., Автор2 И. О.

В работе представлены требования к оформлению статей для представления в журнал «Вестник Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт». Серия Радиотехника. Радиоаппаратостроение». Показано, что использование данного шаблона оформления позволит зберечь Ваше время и улучшит Вашу статью.

**Ключевые слова:** правила оформления, журнал, радиотехника, радиоаппаратостроения, L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

## Title of paper in English

Author1 N. S., Author2 N. S.

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