УДК 623.396

О. В. БОРОВИК, *доктор технічних наук, професор, начальник кафедри загальнонаукових та інженерних дисциплін Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький*

Л. В. БОРОВИК, *кандидат психологічних наук, доцент, доцент кафедри загальнонаукових та інженерних дисциплін Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький*

Л. М. ТРАСКОВЕЦЬКА, *кандидат фізико-математичних наук, доцент, професор кафедри загальнонаукових та інженерних дисциплін Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький*

ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ РАДІОТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЇВ ТА ЗАСОБІВ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ

У роботі проаналізовано суть методу оцінки ефективності радіотехнічних пристроїв та засобів телекомунікацій на основі застосування графоаналітичних діаграм з точки зору можливої формалізації. Здійснена формалізація дозволила перевірити гіпотезу про придатність указаного методу. За результатами дослідження зроблено висновок про обмежені можливості методу графоаналітичних діаграм для оцінки ефективності подібних систем.

Ключові слова: *метод графоаналітичних діаграм, радіотехнічні пристрої та засоби телекомунікацій, ефективність, гіпотеза, оцінка.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Одним із основних і достатньо важливих завдань сучасної науки і техніки є структурно-функціональний аналіз складних систем [1], який використовується для визначення потенційно необхідних якісних і кількісних показників структури і функцій складної системи, загалом, і радіотехнічних пристроїв та засобів телекомунікацій, зокрема, а також для знаходження раціонального компромісу взаємозв'язків і взаємозалежностей між їх функціональними елементами. Необхідність подібного пошуку обумовлена потребою створення таких радіотехнічних пристроїв та засобів телекомунікацій (далі – систем), які б задовольняли умови оптимальності за визначеними для систем критеріями. Оскільки ж типовими критеріями є оптимізація функціональних аспектів використання систем при мінімізації затрат, то важливим є завдання оцінки співвідношення результативності систем і реалізованих затрат, тобто завдання оцінки ефективності систем.

Під ефективністю будь-якої складної системи розуміється ступінь її придатності до виконання заданої цільової функції у конкретних умовах функціонування. У загальному випадку ефективність є узагальненою функцією, що залежить від різних параметрів (часових, надійнісних, вартісних тощо), до яких ставляться певні вимоги. Складність таких функцій часто призводить до того, що їх апроксимують або замінюють на більш прості. При цьому оцінка ефективності систем здійснюється за найбільш важливими частковими показниками. Однак використання окремих часткових показників для оцінки ефективності системи в ряді випадків буває недостатньо, оскільки оптимальність системи за одним з показників не визначає оптимальності системи загалом через складний взаємозв'язок і навіть суперечливості окремих показників. Складність завдання зростає за необхідності порівняння варіантів складних систем, що включають низку показників ефективності. Проблема при цьому полягає в необхідності попереднього вибору критерію порівняння і його кількісної оцінки з використанням відповідних методів [2]. У зв'язку з цим у сучасних умовах при створенні радіотехнічних пристроїв та засобів телекомунікацій важливим завданням є оцінка ефективності подібних систем не тільки на підставі аналізу часткових, а й інтегральних показників ефективності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано вирішення даної проблеми та на які опираються автори. Аналіз літератури, що стосується питань оцінки ефективності складних технічних систем, зокрема робіт [1; 3–6], дозволив зробити висновок про те, що

найбільш прийнятним підходом з точки зору зручності і наочності до оцінювання ефективності або порівняння з низки показників ефективності є підхід, що базується на використанні деякої узагальненої відносної характеристики ефективності, що не вимагає використання методів кількісної оцінки окремих показників і в той же час дозволяє судити про ефективність систем при всіх алгоритмах їх функціонування. Такому підходу найбільш відповідає застосування графоаналітичних діаграм інтерпретації часткових та інтегральних показників ефективності систем [3]. Однак висновки з досвіду використання такого підходу при аналізі прикладних задач, що досліджувались авторами, а також використання експертних методів оцінки ефективності систем дозволили авторам зробити припущення про обмежені можливості графоаналітичних діаграм для достовірної оцінки ефективності систем.

Метою статті є перевірка гіпотези про придатність графоаналітичних діаграм інтерпретації часткових та інтегральних показників ефективності систем для оцінки ефективності систем у цілому.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для досягнення мети вбачається за доцільне:

проаналізувати суть методу оцінки ефективності систем на основі застосування графоаналітичних діаграм з точки зору можливої формалізації;

перевірити гіпотезу про придатність указаного методу.

Суть методу оцінки ефективності систем на основі затосування графоаналітичних діаграм може бути оцінена з роботи [3] і полягає в такому.

Система оцінюється на основі чотирьох часткових показників. Для відшукання значення інтегрального показника ефективності системи необхідно відкласти у відповідному масштабі на сторонах квадрата в напрямку знизу догори та справа наліво значення часткових показників ефективності системи, що попередньо пронормовані.

Орієнтація сторін квадрата визначає напрям діагоналі, яка дозволяє оцінити значення інтегрального показника.

На кожній зі сторін квадрата згідно з визначеною орієнтацією відкладається нормоване значення окремих часткових показників ефективності системи і фіксуються відповідні точки. Точки, що відповідають указаним значенням і знаходяться на протилежних сторонах квадрата, з'єднуються. З точки перетину отриманих при цьому прямих опускається перпендикуляр на діагональ квадрата, який відтинає на діагоналі певний відрізок.

Довжина цього відрізка й інтерпретує значення інтегрального показника ефективності системи.

Для формалізації описаного підходу здійснимо таке.

Помістимо згаданий одиничний квадрат у систему координат так, як це представлено на рисунку. Частковими показниками ефективності системи будемо вважати нормовані значення a,b,c,d, яким на квадраті відповідають точки A,B,C,D відповідно. Значення інтегрального показника ефективності системи буде визначатися довжиною відрізка OH, що знаходиться на діагоналі OL квадрата. Точка H є основою перпендикуляра, опущеного з точки M як точки перетину прямих AC і BD на діагональ OL.

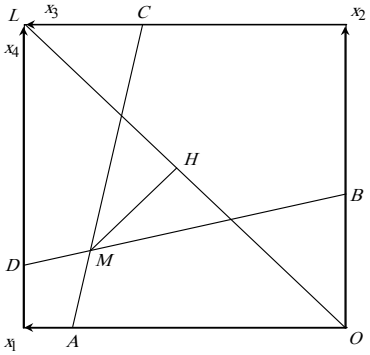

Рис.

Отже, для встановлення значення інтегрального показника ефективності системи необхідно знайти довжину відрізка OH. Для цього визначимо координати точок A,B,C,D в системі координат Ox_1x_2: $A(a;0)$, $B(0;b)$, $C(c;1)$, $D(1;d)$. З урахуванням цього рівняння прямої AC у цій системі матиме вигляд

$$y=\frac{1}{c-a}x+\frac{a}{a-c}. \qquad (1)$$

А пряма BD визначатиметься рівнянням:

$$x_2=(d-b)x_1+b. \qquad (2)$$

Тоді в результаті розв'язування системи рівнянь (1)–(2) можна знайти координати точки M: $M\left(\frac{b(a-c)-a}{(a-c)(b-d)-1};\frac{a(b-d)-b}{(a-c)(b-d)-1}\right)$.

З урахуванням того, що $MH \perp OL$, а пряма OL має рівняння $x_2 = x_1$, рівняння прямої MH можна представити у вигляді

$$x_2 = -x_1 + \frac{b(a-c)+a(b-d)-(a+b)}{(a-c)(b-d)-1}. \qquad (3)$$

Далі з системи рівнянь

$$\begin{cases} x_2 = -x_1 + \dfrac{b(a-c)+a(b-d)-(a+b)}{(a-c)(b-d)-1}, \\ x_2 = x_1 \end{cases}. \qquad (4)$$

нескладно відшукати координати точки H:

$$H\left(\frac{b(a-c)+a(b-d)-(a+b)}{2[(a-c)(b-d)-1]};\frac{b(a-c)+a(b-d)-(a+b)}{2[(a-c)(b-d)-1]}\right).$$

А отже, довжина відрізка OH буде рівна

$$\left|\overline{OH}\right| = \frac{\sqrt{2}\left[b(a-c)+a(b-d)-(a+b)\right]}{2[(a-c)(b-d)-1]}. \qquad (5)$$

Отже, значення інтегрального показника ефективності системи може бути знайдене за формулою (5), у якій a,b,c,d – це нормовані значення часткових показників ефективності системи, тобто (5) – це формалізація інтегрального показника ефективності системи в межах застосування графоаналітичних діаграм.

Для перевірки гіпотези про придатність графоаналітичних діаграм для порівняння різних радіотехнічних пристроїв та засобів телекомунікацій за інтегральним показником ефективності проведемо такі міркування.

Розглянемо дві подібних системи ТС-1 і ТС-2. Нехай нормовані значення часткових показників цих систем відповідно рівні a_1,b_1,c_1,d_1 та a_2,b_2,c_2,d_2. Тоді значення інтегрального показника ефективності кожної

з них, тобто I_{TC-1} та I_{TC-2}, можна нескладно знайти з використанням формули (5).

В описі методу чітко не визначається, який з часткових показників по якій осі відкладається. Тому можливо дослідити питання, чи не впливає порядок відкладання значень часткових показників по осях на результат оцінювання ефективності систем за допомогою формули (5), а точніше, на співвідношення величин I_{TC-1} та I_{TC-2}.

Для дослідження цього питання здійснимо таке:

зафіксуємо початковий варіант значень a_1, b_1, c_1, d_1 та a_2, b_2, c_2, d_2;

реалізуємо всеможливі перестановки цих значень (їх кількість рівна $4! = 24$);

відшукаємо значення I_{TC-1} та I_{TC-2} за формулою (5) для кожної перестановки;

порівняємо величини I_{TC-1} та I_{TC-2} і на основі цього перевіримо, чи не змінюється їх співвідношення.

Реалізацію цих етапів для різних початкових наборів a_1, b_1, c_1, d_1 та a_2, b_2, c_2, d_2 можна оцінити з табл. 1.

Аналіз даних табл. 1 дозволяє зробити висновки, узагальнення яких можна оцінити з табл. 2.

Як випливає з табл. 2, у одних випадках співвідношення величин I_{TC-1} та I_{TC-2} в результаті реалізації перестановок значень a, b, c, d не змінюється (див. серію досліджень 1, 3, 5), а в інших випадках змінюється (див. серію досліджень 2.4). Цей висновок дозволяє стверджувати, що порядок відкладання значень часткових показників по осях впливає на результат оцінювання ефективності систем за допомогою формули (5), тобто застосування графоаналітичних діаграм для оцінювання ефективності систем має обмежені можливості і не може бути застосованим через недостовірність результатів. На недостовірність результатів указує і той факт, що значення I_{TC} у межах однієї серії досліджень у результаті реалізації згаданих перестановок відрізняється.

З табл. 2 випливає ще один висновок. А саме, якщо $a_1 + b_1 + c_1 + d_1 > a_2 + b_2 + c_2 + d_2$, $I_{TC-1} > I_{TC-2}$, при $a_1 + b_1 + c_1 + d_1 < a_2 + b_2 + c_2 + d_2$ $I_{TC-1} < I_{TC-2}$, якщо ж $a_1 + b_1 + c_1 + d_1 = a_2 + b_2 + c_2 + d_2$, то співвідношення величин I_{TC-1} та I_{TC-2} може бути різним залежно від варіанта реалізованої перестановки. Однак цей висновок не може бути узагальненим і він потребує додаткової перевірки. Якщо він підтвердиться для довільних наборів a, b, c, d, то актуальність графоаналітичних діаграм взагалі втратиться.

Таблиця 1

Номер серії досліджень і початкові значення величин a_1, b_1, c_1, d_1 та a_2, b_2, c_2, d_2	Номер перестановки	a_1	b_1	c_1	d_1	I_{TC-1}	a_2	b_2	c_2	d_2	I_{TC-2}	Номер кращої системи за значенням I_{TC}
1	1	0,10	0,20	0,30	0,40	0,27	0,10	0,20	0,30	0,50	0,28	2
	2	0,10	0,20	0,40	0,30	0,27	0,10	0,20	0,50	0,30	0,29	2
	3	0,10	0,30	0,20	0,40	0,31	0,10	0,30	0,20	0,50	0,32	2
	4	0,10	0,40	0,20	0,30	0,37	0,10	0,50	0,20	0,30	0,44	2
	5	0,10	0,30	0,40	0,20	0,33	0,10	0,30	0,50	0,20	0,35	2
	6	0,10	0,40	0,30	0,20	0,38	0,10	0,50	0,30	0,20	0,45	2
	7	0,20	0,10	0,30	0,40	0,27	0,20	0,10	0,30	0,50	0,29	2
a_1, b_1, c_1, d_1	8	0,20	0,10	0,40	0,30	0,27	0,20	0,10	0,50	0,30	0,28	2
0,1; 0,2; 0,3; 0,4	9	0,30	0,10	0,20	0,40	0,33	0,30	0,10	0,20	0,50	0,35	2
	10	0,40	0,10	0,20	0,30	0,38	0,50	0,10	0,20	0,30	0,45	2
	11	0,30	0,10	0,40	0,20	0,31	0,30	0,10	0,50	0,20	0,32	2
a_2, b_2, c_2, d_2	12	0,40	0,10	0,30	0,20	0,37	0,50	0,10	0,30	0,20	0,44	2
0,1; 0,2; 0,3; 0,5	13	0,20	0,30	0,10	0,40	0,34	0,20	0,30	0,10	0,50	0,35	2
	14	0,20	0,40	0,10	0,30	0,39	0,20	0,50	0,10	0,30	0,44	2
	15	0,30	0,20	0,10	0,40	0,35	0,30	0,20	0,10	0,50	0,37	2
	16	0,40	0,20	0,10	0,30	0,40	0,50	0,20	0,10	0,30	0,46	2
	17	0,30	0,40	0,10	0,20	0,41	0,30	0,50	0,10	0,20	0,46	2
	18	0,40	0,30	0,10	0,20	0,42	0,50	0,30	0,10	0,20	0,46	2
	19	0,20	0,30	0,40	0,10	0,35	0,20	0,30	0,50	0,10	0,37	2
	20	0,20	0,40	0,30	0,10	0,40	0,20	0,50	0,30	0,10	0,46	2
	21	0,30	0,20	0,40	0,10	0,34	0,30	0,20	0,50	0,10	0,35	2
	22	0,40	0,20	0,30	0,10	0,39	0,50	0,20	0,30	0,10	0,44	2
	23	0,30	0,40	0,20	0,10	0,42	0,30	0,50	0,20	0,10	0,46	2
	24	0,40	0,30	0,20	0,10	0,41	0,50	0,30	0,20	0,10	0,46	2
2	1	0,10	0,20	0,40	0,40	0,29	0,10	0,20	0,30	0,50	0,28	1
	2	0,10	0,20	0,40	0,40	0,29	0,10	0,20	0,50	0,30	0,29	2
	3	0,10	0,40	0,20	0,40	0,38	0,10	0,30	0,20	0,50	0,32	1
	4	0,10	0,40	0,20	0,40	0,38	0,10	0,50	0,20	0,30	0,44	2
	5	0,10	0,40	0,40	0,20	0,40	0,10	0,30	0,50	0,20	0,35	1
	6	0,10	0,40	0,40	0,20	0,40	0,10	0,50	0,30	0,20	0,45	2
	7	0,20	0,10	0,40	0,40	0,29	0,20	0,10	0,30	0,50	0,29	2
a_1, b_1, c_1, d_1	8	0,20	0,10	0,40	0,40	0,29	0,20	0,10	0,50	0,30	0,28	1
0,1; 0,2; 0,4; 0,4	9	0,40	0,10	0,20	0,40	0,40	0,30	0,10	0,20	0,50	0,35	1
	10	0,40	0,10	0,20	0,40	0,40	0,50	0,10	0,20	0,30	0,45	2
	11	0,40	0,10	0,40	0,20	0,38	0,30	0,10	0,50	0,20	0,32	1
a_2, b_2, c_2, d_2	12	0,40	0,10	0,40	0,20	0,38	0,50	0,10	0,30	0,20	0,44	2
0,1; 0,2; 0,3; 0,5	13	0,20	0,40	0,10	0,40	0,40	0,20	0,30	0,10	0,50	0,35	1
	14	0,20	0,40	0,10	0,40	0,40	0,20	0,50	0,10	0,30	0,44	2
	15	0,40	0,20	0,10	0,40	0,41	0,30	0,20	0,10	0,50	0,37	1
	16	0,40	0,20	0,10	0,40	0,41	0,50	0,20	0,10	0,30	0,46	2
	17	0,40	0,40	0,10	0,20	0,45	0,30	0,50	0,10	0,20	0,46	2
	18	0,40	0,40	0,10	0,20	0,45	0,50	0,30	0,10	0,20	0,46	2
	19	0,20	0,40	0,40	0,10	0,41	0,20	0,30	0,50	0,10	0,37	1
	20	0,20	0,40	0,40	0,10	0,41	0,20	0,50	0,30	0,10	0,46	2
	21	0,40	0,20	0,40	0,10	0,40	0,30	0,20	0,50	0,10	0,35	1
	22	0,40	0,20	0,40	0,10	0,40	0,50	0,20	0,30	0,10	0,44	2
	23	0,40	0,40	0,20	0,10	0,45	0,30	0,50	0,20	0,10	0,46	2
	24	0,40	0,40	0,20	0,10	0,45	0,50	0,30	0,20	0,10	0,46	2
3	1	0,10	0,20	0,30	0,40	0,27	0,10	0,20	0,80	0,40	0,38	2
	2	0,10	0,20	0,40	0,30	0,27	0,10	0,20	0,40	0,80	0,36	2
	3	0,10	0,30	0,20	0,40	0,31	0,10	0,80	0,20	0,40	0,64	2
	4	0,10	0,40	0,20	0,30	0,37	0,10	0,40	0,20	0,80	0,43	2
	5	0,10	0,30	0,40	0,20	0,33	0,10	0,80	0,40	0,20	0,65	2
	6	0,10	0,40	0,30	0,20	0,38	0,10	0,40	0,80	0,20	0,47	2
	7	0,20	0,10	0,30	0,40	0,27	0,20	0,10	0,80	0,40	0,36	2
a_1, b_1, c_1, d_1	8	0,20	0,10	0,40	0,30	0,27	0,20	0,10	0,40	0,80	0,38	2
0,1; 0,2; 0,3; 0,4	9	0,30	0,10	0,20	0,40	0,33	0,80	0,10	0,20	0,40	0,65	2
	10	0,40	0,10	0,20	0,30	0,38	0,40	0,10	0,20	0,80	0,47	2
	11	0,30	0,10	0,40	0,20	0,31	0,80	0,10	0,40	0,20	0,64	2
a_2, b_2, c_2, d_2	12	0,40	0,10	0,30	0,20	0,37	0,40	0,10	0,80	0,20	0,43	2
0,1; 0,2; 0,8; 0,4	13	0,20	0,30	0,10	0,40	0,34	0,20	0,80	0,10	0,40	0,62	2
	14	0,20	0,40	0,10	0,30	0,39	0,20	0,40	0,10	0,80	0,44	2
	15	0,30	0,20	0,10	0,40	0,35	0,80	0,20	0,10	0,40	0,63	2
	16	0,40	0,20	0,10	0,30	0,40	0,40	0,20	0,10	0,80	0,47	2
	17	0,30	0,40	0,10	0,20	0,41	0,80	0,40	0,10	0,20	0,62	2
	18	0,40	0,30	0,10	0,20	0,42	0,40	0,80	0,10	0,20	0,62	2

Закінчення табл. 1

	19	0,20	0,30	0,40	0,10	0,35	0,20	0,80	0,40	0,10	0,63	2
	20	0,20	0,40	0,30	0,10	0,40	0,20	0,40	0,80	0,10	0,47	2
	21	0,30	0,20	0,40	0,10	0,34	0,80	0,20	0,40	0,10	0,62	2
	22	0,40	0,20	0,30	0,10	0,39	0,40	0,20	0,80	0,10	0,44	2
	23	0,30	0,40	0,20	0,10	0,42	0,80	0,40	0,20	0,10	0,62	2
	24	0,40	0,30	0,20	0,10	0,41	0,40	0,80	0,20	0,10	0,62	2
4	1	0,10	0,20	0,30	0,60	0,29	0,50	0,30	0,30	0,10	0,47	2
	2	0,10	0,20	0,60	0,30	0,31	0,50	0,30	0,10	0,30	0,48	2
	3	0,10	0,30	0,20	0,60	0,34	0,50	0,30	0,30	0,10	0,47	2
	4	0,10	0,60	0,20	0,30	0,50	0,50	0,10	0,30	0,30	0,46	1
	5	0,10	0,30	0,60	0,20	0,36	0,50	0,30	0,10	0,30	0,48	2
	6	0,10	0,60	0,30	0,20	0,51	0,50	0,10	0,30	0,30	0,46	1
	7	0,20	0,10	0,30	0,60	0,31	0,30	0,50	0,30	0,10	0,48	2
a_1, b_1, c_1, d_1	8	0,20	0,10	0,60	0,30	0,29	0,30	0,50	0,10	0,30	0,47	2
0,1; 0,2; 0,3; 0,6	9	0,30	0,10	0,20	0,60	0,36	0,30	0,50	0,30	0,10	0,48	2
	10	0,60	0,10	0,20	0,30	0,51	0,10	0,50	0,30	0,30	0,46	1
a_2, b_2, c_2, d_2	11	0,30	0,10	0,60	0,20	0,34	0,30	0,50	0,10	0,30	0,47	2
0,5; 0,3; 0,3; 0,1	12	0,60	0,10	0,30	0,20	0,50	0,10	0,50	0,30	0,30	0,46	1
	13	0,20	0,30	0,10	0,60	0,36	0,30	0,30	0,50	0,10	0,41	2
	14	0,20	0,60	0,10	0,30	0,50	0,30	0,10	0,50	0,30	0,35	1
	15	0,30	0,20	0,10	0,60	0,38	0,30	0,30	0,50	0,10	0,41	2
	16	0,60	0,20	0,10	0,30	0,51	0,10	0,30	0,50	0,30	0,37	1
	17	0,30	0,60	0,10	0,20	0,51	0,30	0,10	0,50	0,30	0,35	1
	18	0,60	0,30	0,10	0,20	0,51	0,10	0,30	0,50	0,30	0,37	1
	19	0,20	0,30	0,60	0,10	0,38	0,30	0,30	0,10	0,50	0,41	2
	20	0,20	0,60	0,30	0,10	0,51	0,30	0,10	0,30	0,50	0,37	1
	21	0,30	0,20	0,60	0,10	0,36	0,30	0,30	0,10	0,50	0,41	2
	22	0,60	0,20	0,30	0,10	0,50	0,10	0,30	0,30	0,50	0,35	1
	23	0,30	0,60	0,20	0,10	0,51	0,30	0,10	0,30	0,50	0,37	1
	24	0,60	0,30	0,20	0,10	0,51	0,10	0,30	0,30	0,50	0,35	1
5	1	0,10	0,20	0,30	0,41	0,27	0,10	0,20	0,30	0,40	0,27	1
	2	0,10	0,20	0,41	0,30	0,27	0,10	0,20	0,40	0,30	0,27	1
	3	0,10	0,30	0,20	0,41	0,32	0,10	0,30	0,20	0,40	0,31	1
	4	0,10	0,41	0,20	0,30	0,38	0,10	0,40	0,20	0,30	0,37	1
	5	0,10	0,30	0,41	0,20	0,33	0,10	0,30	0,40	0,20	0,33	1
	6	0,10	0,41	0,30	0,20	0,39	0,10	0,40	0,30	0,20	0,38	1
	7	0,20	0,10	0,30	0,41	0,27	0,20	0,10	0,30	0,40	0,27	1
a_1, b_1, c_1, d_1	8	0,20	0,10	0,41	0,30	0,27	0,20	0,10	0,40	0,30	0,27	1
0,1; 0,2; 0,3; 0,41	9	0,30	0,10	0,20	0,41	0,33	0,30	0,10	0,20	0,40	0,33	1
	10	0,41	0,10	0,20	0,30	0,39	0,40	0,10	0,20	0,30	0,38	1
	11	0,30	0,10	0,41	0,20	0,32	0,30	0,10	0,40	0,20	0,31	1
a_2, b_2, c_2, d_2	12	0,41	0,10	0,30	0,20	0,38	0,40	0,10	0,30	0,20	0,37	1
0,1; 0,2; 0,3; 0,4	13	0,20	0,30	0,10	0,41	0,34	0,20	0,30	0,10	0,40	0,34	1
	14	0,20	0,41	0,10	0,30	0,39	0,20	0,40	0,10	0,30	0,39	1
	15	0,30	0,20	0,10	0,41	0,35	0,30	0,20	0,10	0,40	0,35	1
	16	0,41	0,20	0,10	0,30	0,40	0,40	0,20	0,10	0,30	0,40	1
	17	0,30	0,41	0,10	0,20	0,42	0,30	0,40	0,10	0,20	0,41	1
	18	0,41	0,30	0,10	0,20	0,42	0,40	0,30	0,10	0,20	0,42	1
	19	0,20	0,30	0,41	0,10	0,35	0,20	0,30	0,40	0,10	0,35	1
	20	0,20	0,41	0,30	0,10	0,40	0,20	0,40	0,30	0,10	0,40	1
	21	0,30	0,20	0,41	0,10	0,34	0,30	0,20	0,40	0,10	0,34	1
	22	0,41	0,20	0,30	0,10	0,39	0,40	0,20	0,30	0,10	0,39	1
	23	0,30	0,41	0,20	0,10	0,42	0,30	0,40	0,20	0,10	0,42	1
	24	0,41	0,30	0,20	0,10	0,42	0,40	0,30	0,20	0,10	0,41	1

Таблиця 2

Номер серії досліджень	Початкові значення величин a_1, b_1, c_1, d_1	Початкові значення величин a_2, b_2, c_2, d_2	Номер ТС, яка за інтегральним показником ефективності має переваги	$a_1 + b_1 + c_1 + d_1$	$a_2 + b_2 + c_2 + d_2$
1	0,1; 0,2; 0,3; 0,4	0,1; 0,2; 0,3; 0,5	2	1	1,1
2	0,1; 0,2; 0,4; 0,4	0,1; 0,2; 0,3; 0,5	?	1,1	1,1
3	0,1; 0,2; 0,3; 0,4	0,1; 0,2; 0,8; 0,4	2	1	1,5
4	0,1; 0,2; 0,3; 0,6	0,5; 0,3; 0,3; 0,1	?	1,2	1,2
5	0,1; 0,2; 0,3; 0,41	0,1; 0,2; 0,3; 0,4	1	1,01	1

Висновок. Отже, у результаті проведеного дослідження перевірено гіпотезу про придатність графоаналітичних діаграм інтерпретації част-

кових та інтегральних показників ефективності систем для оцінки ефективності радіотехнічних пристроїв та засобів телекомунікацій.

Напрямками подальших досліджень вбачається узагальнення або заперечення часткових висновків, що зроблені на основі аналізу табл. 1, 2, а також аналіз інших методик оцінки ефективності систем.

Список використаної літератури

1. Згуровський М. З. Основи системного аналізу / М. З. Згуровський, Н. Д. Панкратова. – К. : Видавнича група BHV, 2007. – 544 с.

2. Пашкеев С. Д. Машинные методы оптимизации в технике связи / С. Д. Пашкеев, Р. И. Минязов, В. Д. Могилевский. – М. : Связь, 1976. – 272 с.

3. Бардаченко В. Ф. Графическая интерпретация эффективности сложных систем / В. Ф. Бардаченко, Р. П. Графов, Ю. В. Королев. – К. : сб. Вычислительная техника и моделирование сложных систем в гражданской авиации. Вып. 3. – 1977. – С. 67–72.

4. Боровик О. В. Дослідження операцій в економіці : навчальний посібник / О. В. Боровик, Л. В. Боровик. – К. : Центр учбової літератури, 2007. – 424 с.

5. Боровик О. В. Теорія технічних систем : навчальний посібник / О. В. Боровик, С. О. Барановська. – Хмельницький : Вид-во НАДПСУ, 2006. – 96 с.

6. Бурячок В. Л. Порівняльна оцінка ефективності перспективних зразків озброєння з закордонними аналогами методами математичного моделювання / В. Л. Бурячок, М. О. Марков, С. В. Гончаров // Збірник наукових праць ЦНДІ ОВТ. В. 1 / гол. ред. О. П. Ковтуненко. – К. : Вид-во ЦНДІ ОВТ ЗСУ, 1998. – С. 14–22.

Стаття надійшла до редакції 25.07.2013.

Боровик О. В., Боровик Л. В., Трасковецкая Л. М. **Особенности оценки эффективности радиотехнических устройств и средств телекоммуникаций**

В работе произведен анализ сущности метода оценки эффективности радиотехнических устройств и средств телекоммуникаций на основании применения графоаналитических диаграмм с точки зрения возможной формализации. Произведенная формализация позволила проверить гипотезу о возможности применения указанного метода. По результатам исследования сделан вывод об ограниченных возможностях метода графоаналитических диаграмм для оценки эффективности подобных систем.

Ключевые слова: *метод графоаналитических диаграмм, радиотехнические устройства и средства телекоммуникаций, эффективность, гипотеза, оценка.*

Borovik O.V., Borovik L.V., Traskovetska L.M. **Features efficiency of evaluation of wireless devices and telecommunications**

The paper analyzes the essence of the method of evaluating the effectiveness of radio devices and telecommunication facilities through the application of graph-analytic charts in terms of a possible formalization. Carried formalization allowed to test the hypothesis application this method. The study concluded that the limited possibilities of the method of semigraphical charts to evaluate the effectiveness of such systems.

Keywords: *method semigraphical charts, radar devices and telecommunications, efficiency, hypothesis evaluation.*