

АЛЬОШИН Г.В., д.т.н., професор (УкрДАЗТ),  
ЗАМКОВЕЦЬ І.В., асистент (Полтавський національний технічний університет)

## Техніко-економічні характеристики приймально-передавального модуля системи зв'язку

*У роботі поданий новий метод та особливості визначення залежностей показників якості систем та технічних параметрів для задач оптимізації систем зв'язку.*

**Ключові слова:** оптимізація, системи зв'язку, технологічність.

### Вступ

Відомі численні задачі загальної постановки в області систем зв'язку за типом «ефективність - вартість» [1 - 9]. Така постановка задач оптимізації систем досить логічна, тому що задачі без урахування вартості не є адекватними і їх рішення не несуть повну і об'єктивну інформацію для реальних систем. Але навіть кореляційний зв'язок вартості з показниками якості систем або з технічними параметрами виявити не завжди вдається. Ці залежності досить рідкі [2, 5], стосуються вузької області техніки та старіють у часі. Тому вартість частіше вважається нечіткою множиною і використовується лише для побудови допустимих, а не оптимальних систем [1].

**Проблемою є постановка та рішення** задач створення оптимальних систем телеметрії та контролю у важкодоступних місцях: на територіально розподілених підприємствах і, особливо, у вугільних шахтах. Тому що немає теорії загальної оптимізації технічних параметрів систем зв'язку [1, 5] за всіма показниками якості, всіма обмеженнями, у тому числі за вартістю. Тому потрібно виявити методи та особливості визначення взаємозв'язку всіх показників якості систем з технічними параметрами.

**При огляді літератури** встановлено, що метод перетворення нечітких множин вартості у випадковій величині [5] найбільш доцільний для формалізації задач оптимізації систем зв'язку і що використання показника вартості, сформульованому із маркетингової статистики, найбільш прийнятний для оптимізації реальних систем [2 - 9]. Тому що при цьому крім оптимуму *він дає впевненість у можливості побудови оптимальної реальної системи.*

**Ціллю** статті є визначення методів та шляхів виявлення зв'язків показника вартості з показниками якості та з технічними параметрами, **що є актуальною задачею** для оцінки якості приймально-передаючих модулів або функціональних елементів для оптимізації систем зв'язку. А ціллю обробки **маркетингових даних** є використання у якості обмежень [5] залежностей вартості від технічних параметрів у задачах оптимізації систем за умовним критерієм завадостійкості.

**Постановка задач** загальної оптимізації систем зв'язку [1] потребує на першому етапі обґрунтування методів відбору та обробки маркетингової статистики і отримання цільової функції та техніко-економічних залежностей для функцій зв'язку. Тому далі розглянути метод перетворення нечітких множин вартості у випадковій величині та результати обробки реальної маркетингової статистики.

**Нечіткість вартості** є істотним недоліком, з яким можна боротися двома шляхами: використати теорію нечітких множин за методом Л. Заде [5], або використати наведений далі метод перетворення нечіткої множини ціни у випадкову величину, що вже має математичне очікування й дисперсію. Тому доцільно використовувати другий шлях.

### Метод перетворення нечітких множин вартості у випадкову величину [5]

1) Для систем певного призначення збирається маркетингова статистика для кожного функціонального елементу (ФЕ).

2) Якщо параметр не такий, що чим він менше, то краще, здійснюється його монотонне перетворення в таку величину, яку можна називати: «фазовий параметр».

3) Для кожного ФЕ на площині: ціна - технічний параметр (або його перетворення), - відзначаються або нумеруються точки, що відповідають ряду ФЕ для аналогічних систем одного призначення.

4) Оскільки, чим менше перетворена величина або «фазовий» параметр, тим краще для системи, а також вартість, чим менше при заданій якості, тим краще, то доцільно вибрати лише ті ФЕ, які ближче

до осей. Чому не до початку координат? Тому що до рішення задачі невідомо, які будуть оптимальні параметри, та неясно, які кращі значення параметрів слід залишати в усьому їх діапазоні.

5) При такому відборі відбраковуються ФЕ зі спекулятивними цінами, а також ФЕ, що не відповідають заданим вимогам за ціною.

6) ФЕ із значно заниженими цінами також можуть відбраковуватися, якщо це демпінгові ціни.

7) Статистика, що залишилася, згладжується методом найменших квадратів і використовується в задачах оптимізації у вигляді ліній середньоквадратичної регресії вартості на параметр.

Лінію відбраковки можна взяти ближче до осей координат. Але при цьому «бідніше» статистика й менш надійний результат згладжування.

Для бідної статистики рішення задач оптимізації використовують комбінаторні методи.

Далі приведені результати згладжування статистичних даних методом найменших квадратів у вигляді рисунків 1 - 3 та аналітичних залежностей (1)-(3) з використанням залежності виду:

$$y(x) = a \cdot x^b + c,$$

де  $x$  – значення технічного параметру;

$y$  – згладжуване значення вартості функціонального елемента;

$a, b, c$  – відшукувані параметри функції.

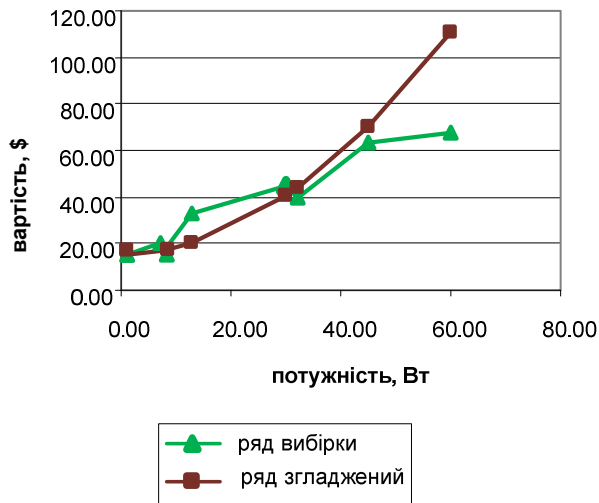


Рис. 1. Залежність вартості вихідного підсилювача від його потужності

Результат згладжування:

$$y_1(x_1) = 4 \cdot 10^{-2} \cdot x_1^{1.9} + 14.9. \quad (1)$$

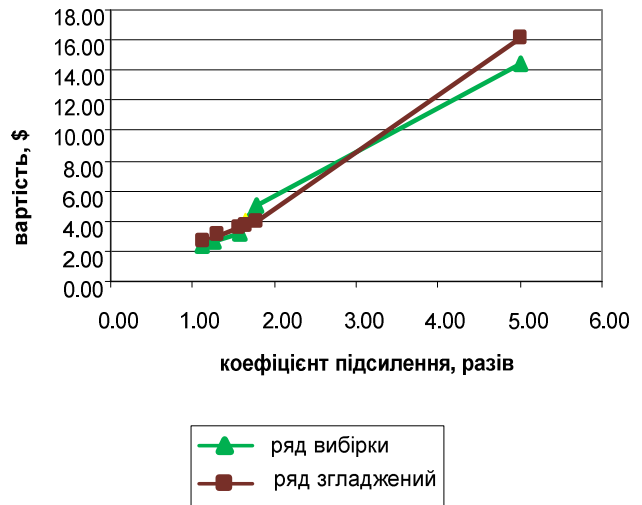


Рис. 2. Залежність вартості антени від її коефіцієнта підсилення

Результат згладжування

$$y_2(x_2) = 0.82 \cdot x_2^{1.78} + 1.67. \quad (2)$$

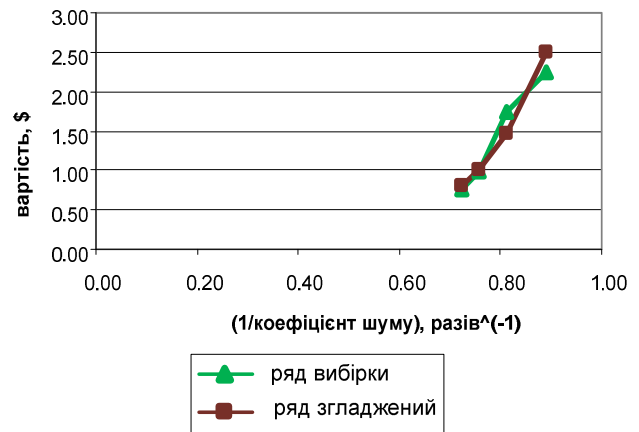


Рис. 3. Залежність вартості вхідного підсилювача від величини, оберненої до його коефіцієнта шуму

Результат згладжування

$$y_3(x_3) = 4.86 \cdot x_3^{6.7} + 0.25. \quad (3)$$

В результаті обробки функціональних рядів підсилювачів потужності передавачів, антен і вхідних підсилювачів приймачів отримані техніко-економічні залежності, придатні для формалізації задач оптимізації систем з відповідним енергетичним потенціалом.

Тому подання обмежень за вартістю на параметри у вигляді безперервних функцій середньоквадратичної регресії є найкращим у цих умовах способом формалізації задачі [5]. Тим більше, що такий спосіб формалізації має ряд переваг: 1) універсальність програми оптимізації, 2) інваріантність до багаторозмірності, 3) швидку збіжність, 4) результат отримується в аналітичному вигляді.

### Висновки

Відбір статистичних даних ФЕ для задач оптимізації систем за методом перетворення нечітких множин у випадкові величини має наступні переваги для задач оптимізації систем:

1. Отримані лінії середньоквадратичної регресії (ЛСР) вартості на параметр є унікальними для оцінки технологічності комплектуючих ФЕ систем. По них можна судити про їх якість.

2. ЛСР є діапазонними, що дозволяє ставити та розв'язувати задачі оптимізації при широких обмеженнях.

3. Така форма обмежень дозволяє при розв'язанні задач за вказаним методом використання ЛСР отримати згадані переваги, як універсальність програми оптимізації, інваріантність до багаторозмірності, швидку збіжність, результат отримується в аналітичному вигляді.

4. Метод перетворення нечітких множин у випадкові величини дозволяє автоматизувати програму оптимізації систем.

### Література

1. Гуткин Л.С. Оптимизация радиоэлектронных устройств по совокупности показателей качества. М.: Сов. радио, 1974.
2. Тальзин Н.В., Кантор Л.Я., Манякин Е.А., Паянский Ю.М. Об оптимальных параметрах и экономической эффективности многостанционной системы спутниковой связи. М.: Радиотехника, 1969, № 11.
3. Кузнецова Д.Г., Намиот Е.Ю. Основные принципы оценки стоимости серийно изготавливаемой электронной аппаратуры// Вопросы РЭ, 1969, № 31. Сер. 12.
4. Консон А.С. Экономические расчеты в приборостроении. М.: Высшая школа, 1973.
5. Альошин Г.В. Оцінка якості інформаційно-вимірjuвальних систем. УкрДАЗТ. - Харків, 2009.- 294 с.
6. Прат В.К., Стокс, Хинкли. Определение оптимальных характеристик оптических систем// Труды НИИР.- 1979.- Т. 58.- №10.- С. 355-364.
7. Алешин Г.В., Богданов Ю.А. Эффективность сложных радиотехнических систем.- К.: Наукова думка, 2008.- С. 288.

8. Алешин Г.В., Коцюба В.П. Методика определения зависимости показателя экономичности УРЧ от его параметров по маркетинговым данным.- Харьков: ХНУРЭ, Радиоелектроника и информатика.- 2003.- №2. -Стр.4-6.
9. Чупик С.И. О распределении требований к точности измерительных устройств многопараметрических систем при учете их стоимости и надежности// Эффективность обработки информации в системах траекторных измерений. -МО СССР, 1968.
10. Алешин Г.В. Основы построения оптимальных информационно-измерительных радиотехнических систем.- Харьков: ХВУ, 1994.- с. 252.

**Алешин Г.В., Замковец И.В. Техничo-економическiе характеристики приемо-передающего модуля системы связи.** В работе изложен новый метод и особенности определения зависимостей показателей качества систем и технических параметров для задач оптимизации систем связи.

**Ключевые слова:** оптимизация, системы связи, технологичность.

**Aloshin G.V., Zamkovets E.V. The technical economy characteristics of transmit-recvie module of the communication system.** This paper presents a new method and peculiarities of the determination of the dependence between system quality indices and its technical parameters for the communication system optimization tasks.

**Key words:** optimization, communication systems, manufacturability.

Рецензент д.т.н., професор Приходько С.І. (УкрДАЗТ)

*Поступила 04.11.2013г.*