

Аналіз завдання (9)...(11) для  $\lambda < \bar{\lambda}$  проводиться аналогічно. Різниця лише в тому, що співвідношення (15) замінюється на співвідношення  $\underline{\lambda} = \max_{\Delta_{j2} > 0} \left( -\frac{\Delta_{j1}}{\Delta_{j2}} \right) = -\frac{\Delta_{k1}}{\Delta_{k2}}, \Delta_{k2} > 0$ .

Випадок  $T$  повністю розглянутий.

**Висновки.** Досліджений алгоритм дозволяє оцінити в цілому надійність функціонування складної мережі зв'язку, основні характеристики елементів якої задані, доцільно до використання при аналізі складних систем зв'язку, а також підвищити якість проектних розробок для таких мереж.

#### **Література**

1. Кривуца В.Г. Імітаційне моделювання та прогнозування: підручник для ВНЗ / В.Г. Кривуца. – К., 1999. – 150с.
2. Стеглов В.К. Оптимізація та моделювання пристроїв і систем зв'язку : підручник для ВНЗ / В.К. Стеглов, Л.Н. Беркман, Є.В. Кільчицький. – К.: Техніка, 2004. – 576 с.
3. Кривуца В.Г., Барковський В.В., Беркман Л.Н. Математичне моделювання телекомунікаційних систем / В.Г. Кривуца, В.В. Барковський, Л.Н. Беркман. – К.: ДП «ДВІА Зв'язок», 2007. – 270с.

УДК 621.396.662.072.078

**Варфоломєєва О.Г.**, к.т.н.; **Жураковський Б.Ю.**, к.т.н.; **Гладких О. В.**  
(Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій);  
**Хахлюк О.А.** (Алкатель-Луцент)

### **ОПТИМАЛЬНИЙ ПРИЙОМ БАГАТОПОЗИЦІЙНИХ СИГНАЛІВ НА БАЗІ РАНГОВИХ МЕТОДІВ**

**Варфоломєєва О.Г., Жураковський Б.Ю., Гладких О.В., Хахлюк О.А. Оптимальний прийом багатопозиційних сигналів на базі рангових методів.** Розглянуто рішення задачі мінімізації помилкових тривог за допомогою ранжування. Критерієм вибору є не тільки дослідження заданих інваріантних властивостей рівня неправдоподібних тривог до виду розподілу, але і максимально можливе зберігання інформації про сигнал, що дає змогу практично повного відновлення вихідної інформації.

**Ключові слова:** ОПТИМАЛЬНИЙ ПРИЙОМ, БАГАТОПОЗИЦІЙНИЙ СИГНАЛ, РАНГОВИЙ МЕТОД

**Варфоломєєва О.Г., Жураковский Б.Ю., Гладких О.В., Хахлюк А.А. Оптимальный прием многопозиционных сигналов на базе ранговых методов.** Рассмотрено решение задачи минимизации ошибочных тревог с помощью ранжирования. Критерием выбора является не только исследование заданных инвариантных свойств уровня ложных тревог к виду распределения, но и максимально возможное хранение информации о сигнале, который дает возможность практически полного возобновления исходной информации.

**Ключевые слова:** ОПТИМАЛЬНЫЙ ПРИЕМ, МНОГОПОЗИЦИОННЫЙ СИГНАЛ, РАНГОВЫЙ МЕТОД

**Varfolomeieva O.H., Zhurakovskiy B.Iu., Hladkykh O.V., Khakhliuk O.A. The optimal reception of multiposition signals on the base of grade methods.** The decision of task of minimization of erroneous alarms is considered by means of ranging. The criterion of choice is not only research of the set invariant properties of level of unlikely alarms to the type of distribution but also maximally possible storage of information about a signal that gives an opportunity practically complete renewal of initial information.

**Keywords:** OPTIMAL RECEPTION, MULTIPOSITION SIGNAL, GRADE METHOD

Сучасні телекомунікаційні системи мають низку властивостей, до яких можна віднести ієрархічну структуру зв'язків підсистем, складність поведінки системи, зумовлену характером випадкових зовнішніх впливів, тобто випадковий характер зовнішніх впливів та стійкість щодо зовнішніх завад. Відсутність інформації про апріорний розподіл імовірностей

вхідного сигналу ускладнює використання традиційних методів оптимального прийому. У цьому випадку доцільно використовувати непараметричні методи. Якщо зміни умов функціонування достатньо плинні і прогнозовані, то вдаються до адаптивних методів в умовах непередбачених ситуацій – методи обробки сигналу мають бути інваріантними. Адаптивні методи застосовується тоді, коли невідома невелика кількість параметрів сигналів і завад, у разі ж великої кількості – адаптація неефективна. Надання інваріантних властивостей непараметричним процедурам досягається загальним технічним прийомом: на початковому етапі обробки надмірність вхідної інформації скорочується редуцією спостереження вибірових даних, які чутливі до величин, розподіл яких є інваріантним щодо розподілу вхідних даних. Найбільш широким спектром інваріантних властивостей володіє процедура ранжування вхідних відліків, яка перетворює їх на послідовність цілих чисел – рангів, залежних від відносного рівня даного відліку серед спостережуваної множини. Ранги володіють багатьма властивостями, а теорія рангових процедур значно ефективніша, ніж непараметричні методи для практичного застосування.

Згідно зі статистичним трактуванням задачі виявлення вхідних даних, котрі надходять на виявник, розглядатимемо як масив вибірових значень  $X$ , що має визначений розподіл імовірностей. Випадковість масиву  $X$  зумовлена впливом випадкових завад, а також недосконалістю технічних засобів (похибками вимірювань або перетворень фізичних величин, шумами приймально-підсилюючих пристроїв та ін.). На підставі апріорних відомостей про властивості масиву вибірових значень  $X$  як за відсутності, так і за наявності сигналу, формулюються відповідно досліджувана та альтернативна статистичні гіпотези (тобто деякі припущення про види розподілів імовірностей  $X$ ).

У залежності від ступеня конкретизації цих припущень і прийнятого критерію якості вибираються тестова статистика  $V(X)$ , тобто деякий функціонал від вхідних даних, і порогова константа  $\Pi$ . Рішення приймається шляхом порівняння значення  $V(X)$ , отриманого по даним конкретної реалізації масиву  $X$  з пороговою константою  $\Pi$ . Якщо  $V(X) \geq \Pi$ , то приймається рішення на користь альтернативної гіпотези, тобто про наявність сигналу, у протилежному випадку - на користь припущеної гіпотези - про відсутність сигналу. Таким чином, виявник повинен містити обчислювач тестової статистики  $V(X)$  і пороговий пристрій.

Нехай масив вибірових значень  $X$  складається з  $n$ -елементів  $\{x_1, \dots, x_n\}$ . У багатьох випадках спільний  $n$ -мірний розподіл імовірностей вибірок  $f(x_1, \dots, x_n / \nu)$  має властивість інваріантності до перестановок аргументів, тобто:

$$f(x_1, \dots, x_n / \nu) = f(x_{k_1}, \dots, x_{k_n} / \nu), \quad (1)$$

де  $\{k_1, \dots, k_n\}$  – довільна перестановка цілих чисел від 1 до  $n$ .

Умова (1) в окремих випадках виконується, якщо

$$f(x_1, \dots, x_n / \nu) = \prod_{i=1}^n f(x_i / \nu), \quad (2)$$

тобто вибірки  $\{x_1, \dots, x_n\}$  статистично незалежні і мають однаковий одномірний розподіл  $f(x/\nu)$ . Якщо умови (1) і (2) виконуються для  $\nu = 0$  і не виконуються для  $\nu = 1$ , то задачу визначення сигналу можна сформулювати як перевірку виконання вказаних нерівностей. Конкретний вид розподілу при цьому знати не обов'язково.

Інформативним параметром розподілу, який не залежить від його конкретного виду, може бути властивість симетрії

$$f(x/\nu = 0) = f(-x/\nu = 0), \quad (3)$$

на противагу альтернативній гіпотезі про те, що розподіл несиметричний. Існування відмінності між розподілами масиву  $X$  у ситуаціях  $\nu = 0$  і  $\nu = 1$  можна сформулювати як гіпотезу зсуву розподілу вправо:

$$F(x/\nu = 1) \leq F(x/\nu = 0), \quad (4)$$

де  $F$  – одномірна інтегральна функція розподілу вибірок  $\{x_1, \dots, x_n\}$ .

Рангом  $i$ -го елемента  $x_i$  масиву вибірових значень  $X$  вважається порядковий номер  $R_i$  цього елемента в варіаційному ряду, тобто:

$$x_i = x^{(R_i)}. \quad (5)$$

Як відомо, формально процедуру обчислення рангу можна представити у вигляді:

$$R_i = \sum_{k=1}^n \text{sgn}(x_i - x_k). \quad (6)$$

Сукупність рангів  $\{R_1, \dots, R_n\}$  усіх елементів вибірки  $\{x_1, \dots, x_n\}$  утворює деяку перестановку чисел від 1 до  $n$ . Згідно гіпотези випадковості усі такі перестановки рівномірні. Отже, незалежно від конкретного закону розподілу вихідної вибірки  $\{x_1, \dots, x_n\}$  спільний розподіл рангів  $\{R_1, \dots, R_n\}$  є рівномірним:  $P(R_1, \dots, R_n) = \frac{1}{n!}$ . (7)

Аналіз методів виявлення сигналу показує, що наведений перелік інваріантних перетворень не є, безумовно, вичерпним, але він підтверджує неоднозначність вибору перетворень масиву  $S$ . Критерієм вибору є не тільки дослідження заданих інваріантних властивостей рівня неправдоподібних тривог до виду розподілу, але і максимально можливе зберігання інформації про сигнал, що дає змогу його виявити.

До визначення рангів (6) можна прийти в такий спосіб. Припустимо, що вид інваріантного перетворення  $S$  заздалегідь не обмежується, а розглядається задача вибору оптимального  $S$ , що за заданими інваріантними властивостями забезпечує і найкращу якість виявлення сигналу. При апріорі відомому спільному розподілі вхідних вибірових значень  $\{x_1, \dots, x_n\}$  зазначеній вимозі задовольняє нелінійне перетворення виду:

$$z_i = F_i(x_i / x_1, \dots, x_{i-1}; v = 0), \quad (8)$$

або будь-яка монотонна функція від нього. Якщо розподіл вибірки збігається з правою частиною виразу (8), коли відсутній сигнал, то розподіл перетворених вибірових значень  $\{z_1, \dots, z_n\}$  є рівномірним у гіперкубі з одиничним ребром:

$$f_z(z_1, \dots, z_n) = \begin{cases} 1, & z_i \in [0, 1], i = \overline{1, n}; \\ 0, & z_i \notin [0, 1], i = \overline{1, n}. \end{cases} \quad (9)$$

У даний час немає досить ефективних і прийнятних методів прямої оцінки багатомірного розподілу. У зв'язку з цим доцільна така організація вхідної вибірки, при якій її елементи статистично незалежні. У цьому випадку перетворення (8) приймає вид:

$$z_i = F_i(x_i / v = 0), \quad (10)$$

де в правій частині є одновимірний інтегральний розподіл  $i$ -го елемента вибірки при відсутності сигналу.

Якщо функція розподілу  $F_i(x_i / v = 0)$  не залежить від номера  $i$  вибірового значення (вибірка статистично однорідна), то її оцінкою є так званий емпіричний розподіл:

$$\bar{F}(x / v = 0) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \text{sgn}(x - x_k), \quad (11)$$

який аналогічний відомому в радіотехніці статистично середньому часу перебування процесу під порогом  $x$ . Підстановка виразу (11) у формулу (10) приводить до інваріантного перетворення

$$z_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \text{sgn}(x_i - x_k), \quad (12)$$

яке з точністю до константи збігається з визначенням рангу (6).

Ранжування має інваріантні властивості, подібні до властивостей перетворення (10): ранги, обчислені за вибіркою з довільним неперервним розподілом, що задовольняє рівності (6), розподілені по рівномірному закону (7). Варто зазначити, що розподіл справедливий при будь-якому обсязі вибірки  $n$ , тобто похибка оцінювання функції розподілу за значенням  $n$  не впливає на інваріантні властивості рангів. Потім, з асимптотичної еквівалентності рангів і перетворення (7) випливає, що при великих обсягах вибірки можна наближено вважати:

$$R_i \approx nF(x_i / v = 0), \quad (13)$$

причому точність (13) росте зі збільшенням  $n$ .

**Висновки.** Аналіз специфічних особливостей – властивостей сигналів і завод, необхідність стабілізації помилкових тривог, забезпечення ефективності виявлення сигналу, можливості виміру параметрів сигналу, приводить до різних визначень рангу. Причому, розглянуті вище вирази (6)...(13) далеко не вичерпують усіх можливих варіантів.

Гнучкість процедури ранжування забезпечує можливість вирішення широкого кола задач виявлення сигналів в умовах непараметричної апріорної невизначеності. Унікальною особливістю рангів у порівнянні з непараметричними перетвореннями інших типів є також можливість практично повного відновлення вихідної інформації. Тому можна зробити висновок: рішення задачі мінімізації помилкових тривог за допомогою ранжування, досягається висока ефективність виявлення сигналу. Ранги за своєю суттю є дискретними величинами, що приймають до того ж цілочисельні значення. Тому для їх обчислення вимагаються найпростіші операції типу порівняння і підсумовування.

Таким чином можна прийти до висновку, що можливе рішення задачі мінімізації помилкових тривог за допомогою ранжування. Критерієм вибору є не тільки дослідження заданих інваріантних властивостей рівня неправдоподібних тривог до виду розподілу, але і максимально можливе зберігання інформації про сигнал, що дає змогу практично повного відновлення вихідної інформації, тобто високу ефективність виявлення сигналу. Ранги за своєю суттю є дискретними величинами, що приймають цілочисельні значення, тому для їх обчислення вимагаються найпростіші операції типу порівняння і підсумовування.

### **Література**

1. Кривуца В.Г. Математичне моделювання телекомунікаційних систем / В.Г. Кривуца, В.В. Барковський, Л.Н. Беркман. – К.: ДП «ДВІА Зв'язок», 2007. – 270 с.
2. Стеклов В.К. Оптимізація та моделювання пристроїв і систем зв'язку : підручник для ВНЗ / В.К. Стеклов, Л.Н. Беркман, Є.В. Кільчицький. – К.: Техніка, 2004. – 576 с.
3. Стеклов В.К. Особини проектування інваріантних систем управління / В.К. Стеклов, Л.Н. Беркман, Є.В. Кільчицький // Зв'язок. – 2001. – №3. – С.58-60.

УДК 621.396.2; 621.394.6

*Дещинська Н.Ю., магістр (Національний університет «Львівська політехніка»)*

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ВИБОРУ ІНСТРУМЕНТУ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ АПЛІКАЦІЇ ПІД ОС ANDROID**

**Дещинська Н.Ю.** Дослідження ефективного вибору інструменту автоматизованого тестування аплікації під ОС Android. Метою роботи є підвищення ефективності автоматизованого тестування аплікацій на мобільних пристроях під управлінням операційної системи (ОС) Android, що дає можливість економити час і кошти на виявлення і усунення несправностей у процесі експлуатації таких аплікацій.

**Ключові слова:** МОБІЛЬНА ПЛАТФОРМА, ANDROID АПЛІКАЦІЯ, ТЕСТУВАННЯ

**Дещинская Н.Ю.** Исследование эффективного выбора инструмента автоматизированного тестирования приложения под ОС Android. Целью работы является повышение эффективности автоматизированного тестирования приложений на мобильных устройствах под управлением операционной системы ОС Android, что дает возможность экономить время и средства на выявление и устранение неисправностей в процессе эксплуатации таких приложений.

**Ключевые слова:** МОБІЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА, ANDROID АПЛІКАЦІЯ, ТЕСТИРОВАНИЕ

**Deshchynska N.Iu.** Research of existing automation tools of application under Android. The purpose of the research is to increase the efficiency of automated testing applications on mobile devices running Android, which makes it possible to save time and money by identifying and troubleshooting the operation of such applications.

**Key words:** MOBILE PLATFROM, ANDROID APPLICATION, TESTING