

УДК 621.3.019:62-52(075)

*Розглядаються і порівнюються деякі стратегії організації процедури вимірювань під час експлуатації об'єктів інформаційних мереж*

*Ключові слова: інформаційні мережі, резервні канали зв'язку, методики профілактичних вимірювань*

*Рассматриваются и сравниваются некоторые стратегии организации процедуры измерений во время эксплуатации объектов информационных сетей*

*Ключевые слова: информационные сети, резервные каналы связи, методики профилактических измерений*

*It is examined and is compared some strategies of organization of procedure of measurements during exploitation of objects of information networks*

*Key words: information networks, back-up communication channels, methods of preventive measurements*

# СКОРОЧЕННЯ ОБСЯГУ ПРОФІЛАКТИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ В ІНФОРМАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ ЗА РАХУНОК ЇХ СТРУКТУРНОЇ НАДМІРНОСТІ

**Н.М. Білик**

Кандидат технічних наук, доцент  
Кафедра гуманітарних дисциплін  
Миколаївський навчальний центр  
Одеська національна юридична академія  
вул. Ген. Карпенка, 18, м. Миколаїв, Україна, 54038  
Контактний тел. (0512) 34-01-12  
E-mail: binatty@mail.ru

## Постановка проблеми

Частина коштів, що виділяються на створення та експлуатацію каналів зв'язку в інформаційних мережах, витрачається на автоматизацію їх технічних контрольних та тестових вимірювань. Тому однією з практично важливих задач прикладної математичної статистики є обґрунтування мінімально необхідної кількості вимірювань, а також пошук шляхів можливого скорочення їх обсягів. Розглянемо рішення цієї задачі в рамках допущень, прийнятих на практиці.

При проведенні контрольних вимірювань каналів приймається одне з трьох рішень:

– канал відповідає технічним вимогам і повністю дієздатний;

– технічний стан каналу такий, що його характеристики підлягають корекції з метою подальшого використання;

– канал не відповідає технічним вимогам і має бути замінений на інший.

Підкреслимо особливу роль останнього з рішень. Воно повинно прийматися за результатами комплексного обстеження, де автоматизоване тестування є тільки однією зі складових частин.

## Зв'язок проблеми з важливими науковими та практичними завданнями

Зважаючи на сказане, приходимо до висновку про те, що часто методи математичної статистики дозволяють лише ставити, але не остаточно вирішувати питання про подальше використання того чи іншого каналу зв'язку. Рішення про зняття каналу з експлуатації може бути замінено рішенням, наприклад, про звуження діапазону його використання. Таким чином, проблема скорочення обсягу контрольних і профілактичних вимірювань є актуальною та пов'язана з напрямками сучасних наукових досліджень в області інформаційних мереж та їх експлуатації.

## Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких покладено початок вирішення проблеми

Розглянемо вказану проблему стосовно теорії вимірювань узагальнених параметрів засобів та мереж телекомунікацій одноразового і короткочасного використання [1, 2]. Аналогічні проблемні завдання (в теорії функціонування складних систем), висвітлені

в багатьох доступних літературних джерелах. Серед вчених проблемами аналізу та розробки методів та методик вимірювань для резервних каналів та об'єктів інформаційного і телекомунікаційного забезпечення займалися як вітчизняні, так і зарубіжні теоретики і практики. Серед них можна назвати Р.В.Судакова, Г.А.Птіцина, Є.Ю.Барзіловича, В.А.Каштанова, Б.В.Гнеденко, Ю.К.Беляєва, А.Д.Соловьева, Ф.А.Мірталібова і ін.

**Раніше не вирішеною частиною загальної проблеми** є адаптація відомих методик до їх простого і логічного практичного використання з врахуванням досить великого обсягу інформації про структурну надмірність використовуваних засобів в інформаційних мережах, спрощення самих методик і їх нове смислове трактування.

**Постановкою завдання** для послідууючого вирішення є задача встановлення допустимого рівня точності при проведенні контрольних і профілактичних вимірювань.

Перейдемо до викладу **основного матеріалу** з математичним обґрунтуванням отриманих результатів.

Розглянемо задачу скорочення обсягу контрольних та профілактичних вимірювань каналів зв'язку в інформаційних мережах за рахунок структурної надмірності системи [3]. Припустимо, що задача може бути вирішена при використанні одного каналу, але для «страховки» передбачається ще  $v-1$  додаткових каналів, причому у випадку виходу з ладу головного каналу, миттєво включається в роботу любий з  $v-1$  (рис. 1), повністю готовий до роботи. У загальному випадку розглядається ситуація, коли для рішення задачі досить, щоб хоча б один з  $v$  каналів системи гарантовано виконав свої функції. Зазначені  $v-1$  каналів у даній системі характеризують її структурну надмірність. Виникає питання: чи можливе скорочення числа  $n'_i$  вимірювань кожного  $i$ -го каналу системи, приведеної на рис. 1, при його автономних вимірюваннях, за рахунок інформації про те, що при реальному функціонуванні системи є ще  $v-1$  каналів, тобто за рахунок структурної надмірності? Інтуїтивно зрозуміло, що відповідь повинна бути позитивною, а форма її представлення повинна залежати від того, чи однакові всі канали в системі [4].

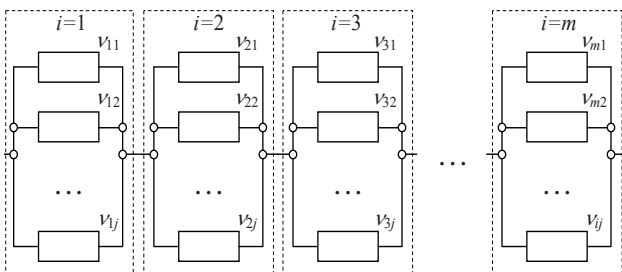


Рис. 1.

**Визначення.** Нехай  $P_L$  - ймовірність безпомилкової роботи каналу зв'язку, а  $P_{L_{th}}$  - необхідне значення  $P_L$ . Процедура, в якій рівень  $P_L$  вважається достатнім, якщо  $\gamma$ -нижня границя  $\bar{P}_L$  [5] для  $P_L$  задовольняє умові  $\bar{P}_L \geq P_{L_{th}}$ , а рішення про видалення каналу зв'язку

з експлуатації на основі статистичних даних не приймається, назвемо  $C_0$ -процедурою.

Нехай в силу умов організації системи зв'язку канали в ній різні і незалежні, а вимірювання для кожного з  $v$  каналів проводяться за біноміальним планом з зупинкою. Тоді, використовуючи  $C_0$ -процедуру і [5, (10)] для  $\gamma$ -нижньої границі  $\bar{P}_L$  ймовірності  $P_L$  безпомилкової роботи  $\bar{P}_L = 1 - \left(1 - (1 - \gamma)^{\frac{1}{n'_i v}}\right)^v$ , де  $n'_i$  – менша з величин  $n'_i$ ,  $i = 1, v$ , а також ґрунтуючись на раніше розглянутих положеннях [6], знаходимо умову, якій повинна задовольняти величина  $n'$ , у вигляді:

$$n' = \min_{1 \leq i \leq v} n'_i \geq \left( n_{0v} = \frac{\ln \beta_q}{v \ln P_{L_{th} v}} \right), P_{L_{th} v} = 1 - (1 - P_{L_{th}})^{\frac{1}{v}},$$

де  $\beta_q$  – допустимий рівень ризику підприємства, що експлуатує канал;

$$\gamma = 1 - \beta_q.$$

Слід врахувати, що ризик підприємства  $\beta$  визначається як ймовірність  $P$  прийняття позитивного рішення в той час, як вимоги не виконуються, тобто  $\beta = P(P_L \geq P_{L_{th}} | P_L < P_{L_{th}})$ . Так як  $n'_i \geq n_{0v} \Leftrightarrow \bigwedge_{i=1}^v (n'_i \geq n_{0v})$ , то звідси одержуємо вимогу до обсягу  $n'_i$  вимірювань (безпомилкових чи до першої помилки) для  $i$ -го каналу:

$$n'_i \geq n_{0v} = \frac{\ln \beta_q}{v \ln \left(1 - (1 - P_{L_{th}})^{\frac{1}{v}}\right)}, i = \overline{1, v}. \quad (1)$$

**Приклад.** Знайдемо мінімально необхідний обсяг  $n_{0v} = n_0(v)$  для числа  $n'_i$  вимірювань (безпомилкових чи до першої помилки) кожного з каналів системи зв'язку (рис. 1), якщо канали незалежні і різні, причому задано, що  $P_{L_{th}} = 0,999$  і  $\beta_q = 0,1$ .

**Рішення.** З (1) для зазначених умов за допомогою ЕОМ знайдемо необхідні значення і приведемо їх у вигляді графіка (рис. 2).

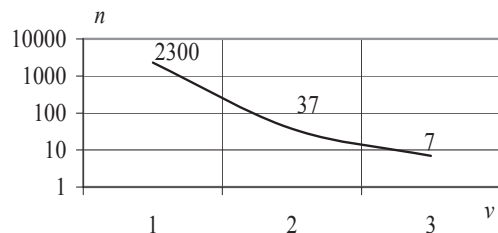


Рис. 2.

### Висновки

Таким чином, скорочення вимірювань систем телекомунікацій на надійність за рахунок їх структурної надмірності та по властивості  $\gamma$ -нижньої границі з врахуванням нерівності  $P(P_L \geq P_{L_{th}} | P_L > P_{L_{th}}) \leq P(P_L \geq P_L)$

дозволяє встановити, що  $\beta \leq P(P_L > P_L) \leq 1 - \gamma$  [7]. Враховуючи це, можемо зробити висновки:

1. Якщо задані необхідне значення  $P_{L_{\text{н}}}$  таке, при якому, у випадку  $P_L \geq P_{L_{\text{н}}}$ , канал вважається достатньо надійним та для якого встановлений припустимий ризик  $\beta_q$ , то, визначаючи за результатами вимірювань  $\gamma$  - нижню границю  $P_L$  для невідомої ймовірності  $P_L$  безпомилкової роботи каналу при  $\gamma = 1 - \beta_q$  і приймаючи у випадку виконання умови  $P_L = P_{L_{1-\beta_q}} \geq P_{L_{\text{н}}}$  позитивне рішення, а при  $P_L < P_{L_{\text{н}}}$  вважаючи, що канал вимагає корегування, можемо обумовити значення ризику на прийнятному рівні  $\beta \leq \beta_q$ .

2. При виконанні  $v$  умов (1) вимоги по надійності до системи зв'язку, що складається з  $v$  каналів (рис.

2), вважаються виконаними. У протилежному випадку система зв'язку піддається новому укомплектуванню чи ж для каналів проводиться повторне налаштування.

3. З (1) випливає, що з ростом структурної надмірності системи зв'язку мінімально необхідний обсяг  $n_{ov} = n_{ov}(v)$  вимірювань (безпомилкових чи до першої помилки) різко зменшується. В такий спосіб шлях скорочення обсягу вимірювань за рахунок структурної надмірності інформаційної мережі існує і є ефективним, однак, при цьому, збільшується вартість системи.

В цьому відношенні перспективною для подальшого дослідження варто вважати задачу оптимального резервування [8], сформульовану на ймовірнісній основі.

### Література

1. Казакова Н.Ф. Методи оцінки надійності систем телекомунікацій з резервом // Праці УНДІРТ. – Одеса, 2003. – №2(34). – С.109-112.
2. Казакова Н.Ф. Порівняння методів управління вибором резервного радіоканалу // Праці УНДІРТ. – Одеса: УНДІРТ, 2002. – №1(29). – С.49-51.
3. Скопа О.О., Казакова Н.Ф., Мурін О.С. Вплив функціональної надмірності резервованих систем телекомунікацій на скорочення обсягів їх випробувань на надійність // Наук. праці ДонНТУ. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація. Випуск 58. – Донецьк: РВА ДонНТУ, 2003. – С.115-121.
4. Мухін О.М., Казакова Н.Ф., Скопа О.О. Планування обсягу випробувань в мережах телекомунікацій // Вісник УБЕНТЗ. – К.: УБЕНТЗ, 2002. – №2. – С. 104-109.
5. Скопа О.О. Інтервальне оцінювання надійності Т-систем з паралельним з'єднанням елементів за результатами їх біноміальних іспитів // Наукові праці Одеської націон. академії зв'язку: Період. наук. збірник з радіотехніки і зв'язку, електроніки та економіки в галузі зв'язку. – Одеса, 2002. – №1. – С.65-70.
6. Казакова Н.Ф. Оптимізація стратегії обслуговування резервних систем зв'язку // Вісник УБЕНТЗ. – К.: УБЕНТЗ, 2002. – №2. – С.79-80.
7. Казакова Н.Ф. Надійність функціонування морських супутникових систем телекомунікацій // Зб. науков. праць Укр. держ. морськ. техн. ун-ту. – Миколаїв: УДМТУ, 2002. – №7(385). – С.109-115.
8. Казакова Н.Ф. Аналітичне розв'язання одновимірної задачі Клопера-Пірсона // Радиотехніка: Всеукр. міжведомств. научн.-техн. сб. – Харків: ХНУРЕ. – 2002. – Вып. 128. – С.97-98.