

к.т.н. Казакова Н.Ф., к.т.н. Скопа О.О., асп. Фількин К.М.

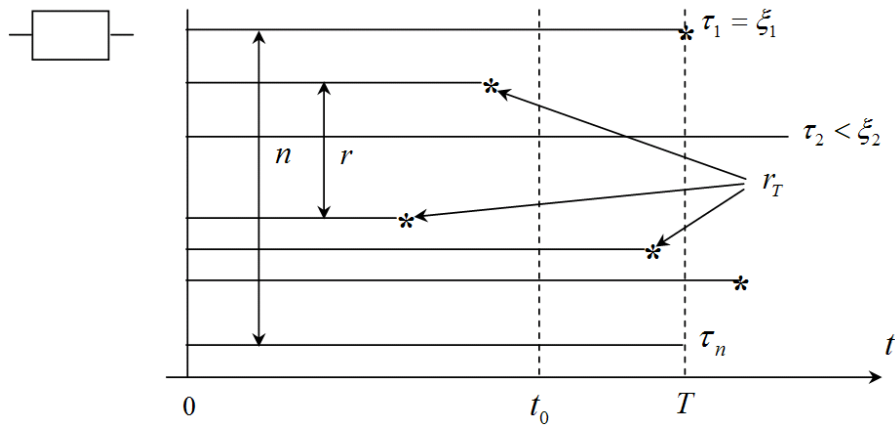
*Міжнародний гуманітарний університет, м. Одеса*

## **ПЛАНИ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ СИСТЕМ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ З НАКОПИЧЕННЯМ ПОШКОДЖЕНЬ**

У [1, 2] досліджені біноміальні схеми випробувань систем телекомунікацій, їх окремих об'єктів і елементів. Принциповою особливістю розглянутих схем є те, що в них використовується інформація, щодо значень деяких дискретних випадкових величин, які реєструються при проведенні випробувань. У ролі таких величин виступали число  $r$  відмовлень в  $n$  випробуваннях Бернуллі, а також число  $n'$  випробувань до одержання першого відмовлення. Однак у багатьох ситуаціях метою проведених випробувань є одержання значень окремих безперервних випадкових величин, що характеризують властивості випробовуваної системи [3]. Такі величини іноді називають *визначальними характеристиками* системи. Вони беруть участь в умовах успішного функціонування, які виражаються у формі деяких нерівностей. Останні формуються так, щоб імовірність їхнього виконання могла служити як критерій надійності системи.

Перед введенням деяких визначень, дамо уявлення про систему, що підлягає аналізу.

Надалі будемо розглядати систему, представлену на рисунку, для якої по дослідним даним можна знайти значення  $\xi_i$  безперервної випадкової величини  $\xi$ , що представляє собою час до виникнення відмовлення. Величину  $\xi > 0$  будемо називати *наробітком на відмовлення* або *часом життя системи*.



Рисунок

Визначення. Будемо говорити, що система, представлена на рисунку, випробується за планом  $n$ , якщо виконуються умови:

– Метою випробувань є одержання  $\gamma$ -нижньої границі  $R$  [4] для невідомої імовірності  $R = P(\xi > t_0) = 1 - F(t_0)$  успішного функціонування системи, причому статистика  $\underline{R}$  [5] повинна задовольняти умові  $P(\underline{R} \leq R) \geq \gamma$ .

– Обсяг  $n$  випробувань фіксований і обмовляється заздалегідь до їх проведення. Число  $n$  називається *призначеним обсягом випробувань*.

– Результатом кожного  $i$ -го випробування є значення  $\tau_i$  тривалості його проведення. Величина  $\tau_i$  називається *моментом зупинки  $i$ -го випробування*. Вона може бути менше, дорівнювати або бути більшою  $t_0$ .

– Кожне випробування закінчується у випадковий або фіксований момент часу  $\tau_i$ . Якщо випробування закінчується в момент виникнення відмовлення, то  $\tau_i = \xi_i$ , де  $\xi_i$  – значення величини  $\xi$  в  $i$ -м випробуванні (тобто  $\xi_i$  – час життя системи в  $i$ -м випробуванні). В протилежному випадку, коли значення  $\xi_i$  в  $i$ -м випробуванні не фіксується, виконується нерівність  $\tau_i < \xi_i$ . В такий спосіб  $\tau_i \leq \xi_i$ .

– Випадкові величини  $\xi_i$ , значення яких можуть не фіксуватися в деяких з  $n$  випробувань, утворюють вибірку  $\tau_i \omega = (\xi_1 \xi_2 \dots \xi_n)$  з сукупності з функцією  $F$  розподілу, тобто  $\xi_i$  незалежні при  $i = \overline{1, n}$  і  $P(\xi_i \leq x) = P(\xi \leq x) = F(x)$ ,  $i = \overline{1, n}$ .

– Величини  $\tau_i$ , в силу того, що  $\tau_i \leq \xi_i$ , є випадковими. У загальному випадку вони залежні при  $i = \overline{1, n}$ .

– Щодо розподілу величин  $\tau_i$  допущень не приймається.

– Функція  $F(x)$  вважається безперервною при  $x \geq 0$ , причому  $F(0) = 0$ .

На малюнку ілюструється план  $n$  випробувань. Відрізками вказується тривалість проведення кожного з них. Якщо в  $i$ -м випробуванні отримано значення  $\xi_i = \tau_i$ , то цей факт підкреслюється за допомогою зірочки.

Нехай випробування проводяться на інтервалі  $[0, t_0]$ , коли  $\tau_i \leq t_0$  причому  $\tau_i = \xi_i < t_0$ , якщо в  $i$ -м випробуванні відбулося відмовлення, і  $\tau_i = t_0$  – в протилежному випадку. Тоді план  $n$  стає «звичайним» біноміальним планом Бернуллі з реєструємим числом  $r$  відмовлень (числом  $r \leq r_0$  величин  $\tau_i = \xi_i < t_0$ ) [6]. Отже, план  $n$  випробувань є узагальненням біноміальної схеми Бернуллі на випадок, коли можливе отримання значень  $\tau_i > t_0$ , а імовірність  $R = P(A) = P(\xi > t_0)$ , де  $A = \{\xi > t_0\}$ . Однак помітимо, що в схемі Бернуллі під  $A$  мається на увазі довільна подія, у той час як у плані  $n$  – визначається нерівністю  $\xi > t_0$ . Схема порівняння представлена в таблиці.

Таблиця

Біноміальна схема	План $n$
<p align="center"><b>Передумови:</b></p> <p>Призначени обсяг <math>n</math> випробувань заданий заздалегідь</p>	<p align="center"><b>Передумови:</b></p> <p>Призначений обсяг <math>n</math> випробувань заданий заздалегідь</p>
<p>Імовірність <math>R = P(A_i)</math> успіху в кожному випробуванні однакова, події <math>A_i</math> довільні і незалежні при <math>i = \overline{1, n}</math>;</p>	<p>Імовірність <math>R = P(A_i)</math> успіху в кожному випробуванні однакова, події <math>A_i</math> довільні і незалежні при <math>i = \overline{1, n}</math>, але події <math>A_i = \{\xi_i &gt; t_0\}</math> полягають у тому, що час <math>\xi_i</math> життя в <math>i</math>-м випробуванні буде більше <math>t_0</math>;</p>

Одержувана інформація:	Одержувана інформація:
Число $r$ відмовлень в $n$ випробуваннях;	число $r$ відмовлень на $[0, t_0]$ випробуваннях (при $\tau < t_0$ вважається, що $\tau = \xi_i$ ); – $n$ значень $\tau_i$ , де $\tau_i$ – момент зупинки $i$ -го випробування $\tau_i \leq \xi_i$ ;
Інших допущень не приймається	Щодо функції $F$ розподілу величини $\xi$ робиться допущення про те, що $F$ безперервно, $F(0) = 0$ , $F \in S$ , де $S$ – деякий клас розподілів.

### Література:

1. Скопа О.О. Біноміальна схема контрольних випробувань резервних систем зв'язку // Зб. наук. праць Укр. держ. морськ. техн. ун-ту. – Миколаїв: УДМТУ, 2002. – №7 (385). – С.116–124.

2. Скопа О.О. Інтервальне оцінювання надійності Т-систем з паралельним з'єднанням елементів за результатами їх біноміальних іспитів // Наук. праці ОНАЗ: Період. наук. збір. з радіотехніки і телекомунікацій, електроніки та економіки в галузі зв'язку. – Одеса: ОНАЗ, 2002. – №1. – С.65–71.

3. Панфилов И.П., Скопа А.А. Надежность работы линии связи, состоящей из основного и резервного каналов // Радиотехника: Всеукр. межведомств. научн.-техн. сб. – Харьков: ХНУРЭ. – 2002. – Вып. 128. – С.91-96.

4. Скопа О.О. Однобічна процедура контролю надійності резервних каналів зв'язку // Наук. праці Донецьк. націон. техн. ун-ту. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація. Випуск 47. – Донецьк: РВА ДонДТУ, 2002. – С.168-175.

5. Скопа О.О. Обслуговування резервних систем зв'язку // Наук. праці Донецьк. націон. техн. ун-ту. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація. Випуск 38. – Донецьк: РВА ДонДТУ, 2002. – С.89-91.

6. Скопа О.О. Оптимізація експлуатації резервних систем телекомунікацій // Праці УНДІРТ. – Одеса: УНДІРТ, 2002. – №1(29). – с.91–93.