

де  $\theta_{\text{Азербайджан}} = 75$  – мінімальна кількість виникнення землетрусів магнітудою  $\geq 5$  на Земній кулі в інтервалах між землетрусами, що виникли на території Азербайджану за період 2009–2021 рр.;  $\hat{\alpha}_{\text{Азербайджан}} = 0,81$  – оцінений параметр функції розподілу ймовірності виникнення землетрусу на території Азербайджану в залежності від рівня сейсмічної активності Земної кулі.

Результати моделювання ймовірності виникнення землетрусу в горах Вранча в залежності від рівня сейсмічної активності Земної кулі можливо представити у наступному вигляді:

$$F_{\text{Вранча}}(N_{\Sigma}) = 1 - \left( \frac{\theta_{\text{Вранча}}}{N_{\Sigma}} \right)^{\hat{\alpha}_{\text{Вранча}}} = 1 - \left( \frac{200}{N_{\Sigma}} \right)^{1,64}, \quad (3)$$

де  $\theta_{\text{Вранча}} = 200$  – мінімальна кількість виникнення землетрусів магнітудою  $\geq 5$  на Земній кулі в інтервалах між землетрусами, що виникли в горах Вранча за період 2009–2021 рр.;  $\hat{\alpha}_{\text{Вранча}} = 1,64$  – оцінений параметр функції розподілу ймовірності виникнення землетрусу в горах Вранча в залежності від рівня сейсмічної активності Земної кулі.

Результати моделювання лягли в основу удосконалення функціонування ситуаційних центрів щодо процедури підтримки прийняття антикризових рішень на виконання структурними підрозділами системи цивільного захисту задач за призначенням, які спрямовані на мінімізацію наслідків від геофізичних надзвичайних ситуацій. Інформаційно-технічна реалізація розробленої математичної моделі в інтересах удосконалення процедури підтримки прийняття антикризових рішень передбачає комплексне виконання в системі єдиного часу наступних п'яти функцій (рис. 2): 1) безперервний глобальний моніторинг рівня сейсмічної активності Земної кулі; 2) безперервний моніторинг сейсмічної активності окремої території Земної кулі; 3) оцінка, за результатами моніторингових спостережень, ймовірностей виникнення землетрусів на окремих сейсмічно активних територіях Земної кулі в залежності від рівня сейсмічної активності Земної кулі; 4) реалізація на окремій сейсмічно активній території Земної кулі, за результатами оцінки ймовірності виникнення на цій території землетрусу, режиму підвищеної готовності системи цивільного захисту; 5) реалізація на окремій сейсмічно активній території Земної кулі, за результатами безперервного моніторингу її сейсмічної активності, режиму "Геофізична надзвичайна ситуація".

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Тютюник В.В., Яценко О.А., Рубан І.В., Тютюник О.О. Особливості функціонування системи ситуаційних центрів на різних стадіях розвитку надзвичайних ситуацій. Науковий журнал "Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони". Київ: Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського. 2022. Вип. 1(43). С. 41–52.

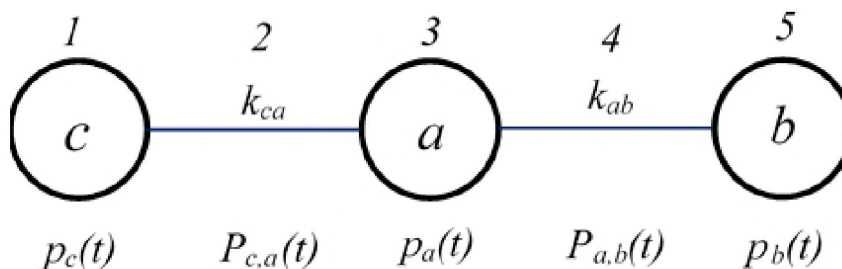
2. Агазаде Т.Х., Тютюник В.В., Черногор Л.Ф., Тютюник О.О. Особливості підтримання ухвалення антикризових рішень в умовах виникнення геофізичних надзвичайних ситуацій. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека. Київ: Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту, 2022. № 2(14). С. 65–79.

УДК 621.395

**ВИМОГИ ДО НАДІЙНОСТІ ТИПОВОГО ФРАГМЕНТУ ВІДОМЧОЇ ЦИФРОВОЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ**

Підвищення оперативності та якості прийняття рішень при організації ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, аварій, катастроф, стихійного лиха, гасіння пожеж, рятування людей у підрозділах ДСНС України обумовлює використання відомчої цифрової телекомунікаційної мережі (ВЦТМ) ДСНС при оперативно-диспетчерському управлінні силами та засобами ДСНС України. Надійність роботи вузлів та каналів зв'язку ВЦТМ ДСНС визначається імовірністю безвідмовної роботи та коефіцієнтом готовності, які залежить від інтенсивності відмов та обраної структури типових фрагментів ВЦТМ.

Графоаналітична структура типового фрагменту Відомчої цифрової телекомунікаційної мережі ДСНС (ВЦТМ) забезпечує передачу даних від центрального вузла ВЦТМ ДСНС (основний, резервний) через окремих вузол 1-го рівня (регіонального рівня) до відповідного окремого вузла 2-го рівня (районного рівня) без урахування резервування вузлів та каналів зв'язку, що наведено на Рис. 1, де буквами позначені вузли графу  $c$ ,  $a$ ,  $b$  та канали передачі даних  $k_{ca}$ ,  $k_{ab}$  фрагменту ВЦТМ, які пронумеровані цифрами 1, 2, 3, 4, 5 [1]. Кожному елементу графа на Рис. 1 вповідають певні ймовірності безвідмовної роботи  $p_c(t)$  - центрального вузла,  $p_a(t)$  - вузла 1-го рівня (регіонального рівня),  $p_b(t)$  - вузла 2-го рівня (районного рівня) та відповідних каналів зв'язку  $P_{c,a}(t)$  і  $P_{a,b}(t)$ .



**Рис. 1 Структурна схема надійності типового фрагменту ВЦТМ без резервування**

Під  $P_{c,a,b}$  розуміють імовірність події  $E_{c,a,b}$  застати в довільний момент часу між  $c$ ,  $a$ , і  $b$  у справному стані хоча б один шлях передачі інформації.

Виходячи зі структури типового фрагменту ВЦТМ Рис. 1, при обліку надійності вершин  $c$ ,  $a$  і  $b$  проведемо обчислення структурної ймовірності безвідмовної роботи типового фрагменту ВЦТМ  $P_{c,a,b}^{\oplus}$  триполусної мережі за формулою:

$$P_{c,a,b}^{\oplus} = p_c \cdot P_{c,a} \cdot p_a \cdot P_{a,b} \cdot p_b \quad (1)$$

де  $p_c$ ,  $p_a$  і  $p_b$  - імовірності справного стану (коефіцієнти готовності) вузлів ВЦТМ  $c$ ,  $a$ , і  $b$ ;

$P_{c,a}$ ,  $P_{a,b}$  - ймовірності безвідмовної роботи каналів зв'язку типового фрагменту ВЦТМ.

Структурна ймовірності безвідмовної роботи типового фрагменту відомчої цифрової телекомунікаційної мережі (ВЦТМ)  $P_{c,a,b}^{\oplus}$  для триполусної структури мережі визначається за формулою [1]:

$$P_{c,a,b}^{\oplus} = p_c \cdot P_{c,a} \cdot p_a \cdot P_{a,b} \cdot p_b \quad (2)$$

де  $p_c$ ,  $p_a$  і  $p_b$  - імовірності справного стану (коефіцієнти готовності) вузлів ВЦТМ  $c$ ,  $a$ , і  $b$ ;

$P_{c,a}$ ,  $P_{a,b}$  - ймовірності безвідмовної роботи каналів зв'язку типового фрагменту ВЦТМ.

Потрібна надійність рівнонадійних елементів (вузлів та каналів зв'язку) ВЦТМ типового фрагменту ВЦТМ складає  $p_c = P_{c,a} = p_a = P_{a,b} = p_b = p$  тоді згідно з (1)

$$P_{c,a,b}^{\oplus} = p^5.$$

Значення структурної ймовірності безвідмовної роботи типового фрагменту ВЦТМ відповідає умові  $P_{c,a}^{\oplus} \geq 0,995$ , це означає, що ймовірності безвідмовної роботи кожного елемента типового фрагменту ВЦТМ повинні досягати величини  $p = \sqrt[5]{P_{c,b}^{\oplus}} = \sqrt[5]{0,995} = 0,999$ . Для забезпечення потрібної надійності типового фрагменту ВЦТМ і одночасному зменшенні вимог до надійності елементів, доцільно застосовувати роздільне резервування з кратністю резервування  $m_{роз} = 2$ . Тоді оцінимо надійність елемента  $p$ , наприклад, при  $m_{роз} = 2$

$$p = 1 - 10^{\frac{\lg\left(1 - (P_{роз})^{1/N}\right)}{m_{роз}}} \quad (3)$$

При проведенні оціночного розрахунку за формулою (3) при  $P_{роз}=0,995$ ,  $N=5$   $m_{роз} = 2$  потрібна надійність окремого елемента ВЦТМ дорівнює  $p=0,9684$ .

Таким чином, ВЦТМ ДСНС можливо розглядати як сукупність типових фрагментів. При вимогах до значення структурної ймовірності безвідмовної роботи типового фрагменту ВЦТМ не менш за 0,995, обґрунтовані потрібні значення ймовірностей безвідмовної роботи кожного елемента типового фрагменту ВЦТМ, яке повинне досягати величини 0,9999, що пред'являє дуже жорсткі вимоги до надійності елементів типового фрагменту ВЦТМ.

Тому, щоб знизити ці вимоги обґрунтована потрібність застосування структурного роздільного двократного резервування вузлів типових фрагментів ВЦТМ з різними ступенями ієрархії на етапі проектування ВЦТМ.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Фещенко А.Б. Розробка імовірнісної моделі типового фрагмента відомчої цифрової телекомунікаційної мережі ДСНС. / А.В. Загора, Л.В. Борисова // Problems of Emergency Situations: Scientific Journal. – Х.: НУЦЗУ, 2021. № 1(33), pp.222-233. Режим доступу: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/13957>