

радіації, передусім на клітинний рівень. Тому, при високому рівні радіації можуть зникнути багато популяцій.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Радіаційна безпека. Вікіпедія. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0\\_%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D0%B0](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0_%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D0%B0)
2. ЯРБ – загальні відомості. UATOM. URL: <https://www.uatom.org/zagalni-vidomosti-2>
3. Гарбуз І., Городенко С., Осика Г. Радіаційна безпека та соціально-екологічні проблеми. Наукові конференції. URL: <http://oldconf.neasmo.org.ua/node/812>
4. Постанова № 62 від 01.12.97 “Про введення в дію Державних гігієнічних нормативів “Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)”. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0062282-97#Text>
5. Норми радіаційної безпеки України; доповнення: Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення (НРБУ-97/Д-2000). № 116 від 12.07.2000. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0116488-00>
6. Проект наказу МОЗ України “Про затвердження Державних санітарних норм та правил “Норми радіаційної безпеки України. Забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення в планових ситуаціях опромінення. НРБУ-2021-П”. МОЗУ. URL: <https://moz.gov.ua/article/public-discussions/proekt-nakazu-moz-ukraini-pro-zatverdzhennja-sanitarnogo-reglamentu-dlja-ditjachih-zakladi-v-ozdorovlennja-ta-vidpochinku>

УДК 621.395

## ІМОВІРНІСНА МОДЕЛЬ ЕЛЕМЕНТАРНОГО ФРАГМЕНТА ВІДОМЧОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ

*Фещенко А.Б., к.т.н., доцент, НУЦЗ України  
Закора О.В., к.т.н., доцент, НУЦЗ України*

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 новітніх комп'ютерних технологій, відомчої інформаційно-телекомунікаційної мережі (ІТМ) при розробці програмно-апаратного комплексу (ПАК) системи оперативно-диспетчерського управління (СОДУ) силами та засобами ДСНС України.

СОДУ повинна мати резервування ПАК, і працювати з дублюванням в реальному часі та забезпечити можливість використання з автоматизованого робочого місця (АРМ) оператора всіх функцій системи в режимі диспетчеризації і управління ресурсами.

Надійність роботи радіоелектронної апаратури (РЕА) відомчої ІТМ СОДУ визначається імовірністю безвідмовної роботи та коефіцієнтом готовності, які залежить від інтенсивності відмов та відновлення елементів РЕА.

В режимі пікового навантаження під впливом електричних перевантажень зростає інтенсивність відмов, що може приводити до тривалих затримок в роботі РЕА відомчої ІТМ СОДУ.

Тому актуальною науково-технічною проблемою є попередження аварійних станів ІТМ СОДУ під час експлуатації в умовах надзвичайної ситуації (НС).

Мета даної роботи полягає в розробленні імовірнісної моделі елементарного фрагменту відомчої ІТМ СОДУ враховуючи показники безвідмовності та

ремонтпридатності для проектування, впровадження, та експлуатації ІТМ СОДУ в умовах НС.

Для знаходження імовірності справного стану елемента ІТМ СОДУ  $p_i$  випадковий процес передбачається простішим марковським за законом розподілу Пуассону. Якщо процес, що протікає в системі з дискретними станами й безперервним часом, є, то для ймовірностей  $P_i(t)$  можливих станів ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ) цієї системи можна скласти систему лінійних диференціальних рівнянь Колмогорова [1].

Розглянемо розмічений граф станів відновлюваного елемента ІТМ без резервування, що входить до складу СОДУ. Структура цього графа показана на рис. 1.

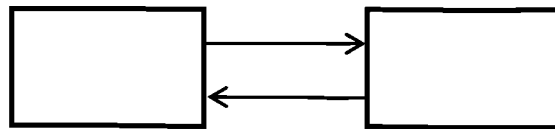


Рисунок 1. – Граф станів відновлюваного елемента ІТМ без резервування

На рис. 1. прийняті наступні умовні позначки:

$S_0$  - елемент ІТМ перебуває в працездатному стані (у початковий момент до відмови або ж відразу після завершення відновлення);

$S_1$  - елемент ІТМ втратило працездатність і починається його відновлення;

$P_0(t)$  і  $P_1(t)$  - імовірності знаходження елемента ІТМ у станах відповідно  $S_0$  і  $S_1$ .

$\lambda = \frac{1}{T_o}$  - інтенсивність потоку відмов ТС, що переводять його зі стану  $S_0$  у стан  $S_1$ .

$T_o$  - середній час безвідмовної роботи (наробітку на відмову) елемента ІТМ;

$\mu = \frac{1}{T_e}$  - інтенсивність відновлення елемента ІТМ, що переводить його зі стану  $S_1$  у стан  $S_0$ ;

де  $T_e$  - середній час відновлення елемента ІТМ.

З обліком викладеного й графа станів, представленого на рис. 1, система лінійних диференціальних рівнянь Колмогорова має вигляд:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dP_0(t)}{dt} &= -\lambda P_0(t) + \mu P_1(t) \\ \frac{dP_1(t)}{dt} &= \lambda P_0(t) - \mu P_1(t) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Скористуємось вирішенням системи лінійних диференціальних рівнянь, представлених в (1), при початкових умовах  $P_0(0) = 1$  і  $P_1(0) = 0$ :

$$P_0(t) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \exp [-(\lambda + \mu)t] \quad (2)$$

$\beta = \lambda t = T_{\pi} / T_o$  - співвідношення типового періоду експлуатації  $T_{\pi}$  (періоду профілактичних робіт, часу вимушеного простою РЕА ІТМ через відсутність необхідних елементів заміни в одиночному комплекті запасних технічних засобів (ОК ЗТЗ) або періоду поповнення ОК ЗТЗ до часу наробітку на відмову  $T_o$ ).

Перетворимо вираження (2) шляхом заміни змінних  $\lambda$  і  $\mu$  на відносну величину  $\gamma = \lambda/\mu$ ,

до наступного виду

$$P_0(\gamma, \beta) = \frac{1}{\gamma + 1} + \frac{\gamma}{\gamma + 1} \exp \left[ -\frac{(\gamma + 1)}{\gamma} \lambda t \right] = \frac{\left\{ 1 + \gamma \cdot \exp \left[ -\frac{(\gamma + 1)}{\gamma} \beta \right] \right\}}{\gamma + 1} \quad (3)$$

де  $\gamma = \frac{\lambda}{\mu} = T_v / T_o$  - співвідношення середнього часу відновлення  $T_v$  елемента ІТМ СОДУ, що відмовив, до години наробітку на відмову  $T_o$ ;

$\beta = \lambda t = T_n / T_o$  - співвідношення типового періоду експлуатації  $T_n$  (періоду профілактичних робіт, часу вимушеного простою РЕА ІТМ через відсутність необхідних елементів заміни в одиночному комплекті запасних технічних засобів (ОК ЗТЗ) або періоду поповнення ОК ЗТЗ до часу наробітку на відмову  $T_o$ ).

В роботі проведений аналіз призначення, умов роботи складових елементів, ієрархічності структури СОДУ силами та засобами ДСНС України. Отримане аналітичне вираження у вигляді функції двох перемінних для розрахунків і дослідження ймовірності справного стану елемента фрагмента інформаційно-телекомунікаційної мережі СОДУ.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Фещенко А.Б., Борисова Л.В. Розробка імовірнісної моделі елементарного фрагмента відомчої інформаційно-телекомунікаційної мережі. Проблеми надзвичайних ситуацій. Харків: НУЦЗ України. 2020. Вип. 31. С. 34-43  
<http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/11291>

УДК: 630, 551.5:504.54

## ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ РЕКОРДНИХ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ У ПІВНІЧНІЙ ПІВКУЛІ В 2020 р.

*Чорногор Л.Л., здобувач вищої освіти,  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна  
Чорногор Л.Ф., д.ф.-м.н., професор,  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна*

Причини виникнення лісових пожеж і їх наслідки як теоретично, так і експериментально досліджуються досить давно. Зазвичай основна увага приділяється прогнозуванню та запобіганню лісових пожеж. У низці робіт розроблено математичні моделі, вивчено механізми виникнення найбільш небезпечних верхових пожеж лісових.

У 2020 р. у Північній півкулі спостерігалися рекордні за своєю інтенсивністю лісові пожежі [1]. При цьому були знищені значні природні ресурси. Горіння призвело до викидів вуглекислого газу, що сприяло прискоренню глобального потепління. При пожежах на великих територіях руйнуються екосистеми, зменшується біологічне різноманіття, завдається значної шкоди середовищу існування тварин і рослинності, гинуть корисні ґрунтові мікроорганізми, збільшується ймовірність ґрунтової повітряної ерозії, нерідко знижується плодючість ґрунту. Пожежі призводять до погіршення якості питної води, ґрунтових вод, струмки та ріки після пожеж менше збагачуються водою. Водойми виявляються забрудненими попелом і сажею, що завдає шкоди водній фауні і флорі. Атмосфера суттєво забруднюється