

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

---



Міжнародна  
науково-практична конференція

Проблеми  
надзвичайних  
ситуацій

**МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ**

Харків  
20 травня 2021 року

**ЩОДО РОЗРОБКИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЗАПОБІГАННЯ  
НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ, ВИКЛИКАНИХ ПОЖЕЖАМИ  
РАДІОАКТИВНО-ЗАБРУДНЕНИХ ЛІСІВ**

*Тарадуда Д.В., к.т.н.,*

*Качур Т.В., к.т.н.,*

*Національний університет цивільного захисту України*

Головна ідея запобігання НС, викликаних пожежею радіоактивно-забрудненого лісового масиву, полягає в тому, щоб своєчасно виявити джерело загоряння шляхом виявлення радіаційних провісників [1]. З цієї точки зору математична модель, що описує процеси, які при цьому відбуваються, повинна забезпечити розрахунок ефективності пошуку з використанням безпілотних літальних апаратів, оснащених відповідною апаратурою. Одним з критеріїв оцінки ефективності пошуку є ймовірність виявлення об'єкта пошуку.

Ймовірність виявлення визначається співвідношенням, а саме:

$$P\{(t, t + \Delta t)/(0, t)\} = 1 - \Delta t \int_{\Omega} \lambda(x, t) u(x, t) dx + o(\Delta t), \quad (1)$$

Перша початкова умова враховує, що пошук здійснюється в двохкоординатній системі. Для обліку другої початкової умови, що полягає в тому, що джерело загоряння нерухоме і розвивається, збільшуючи свої геометричні розміри і змінюючи фізичні характеристики, що впливають на його виявлення, використовуємо формулу (2), отриману з (1), тобто:

$$P(T) = 1 - \int_{\Omega} u(x) \exp\left(-\int_0^T \lambda(x, \tau) d\tau\right) dx, \quad (2)$$

Вводячи позначення пошукового зусилля у вигляді  $\varphi(x, T) = \int_0^T \lambda(x, \tau) d\tau$ ,

виконуємо третю початкову умову, враховуючи, що пошукове устаткування недосконале і вимагає залучення хоча б одну людину-оператора пошукової системи:

$$P(T) = 1 - \int_{\Omega} u(x) \exp(-\varphi(x, T)) dx. \quad (3)$$

Накладаючи перші дві граничних умови задачі своєчасного виявлення джерела загоряння в радіоактивно-забрудненому лісовому масиві з використанням безпілотних літальних апаратів і виконавши послідовні перетворення, отримаємо:

$$\varphi(x, t) = \frac{1}{2\sigma\sqrt{\pi}} \exp\left(-\frac{(x - x_1)^2}{2\sigma_1^2}\right), \quad (4)$$

Необхідно також враховувати, що кожен безпілотний літальний апарат під час вирішення завдання пошуку джерела загоряння буде здійснювати політ в районі пошуку  $\Omega$ . У відповідності зі своїми тактичними та технічними характеристиками він буде перебувати в повітрі час  $T$ , який може становити не більше 80-90 % від максимальної тривалості його польоту на крейсерській швидкості на пошуковій висоті, що забезпечують найбільше пошукове зусилля  $\varphi(x, T)$ . При цьому забезпечується виявлення джерела загоряння (радіоактивної аномалії) на дистанції  $\sigma$  основним каналом виявлення і на дальності  $\sigma_1$  додатковим каналом виявлення. У даних умовах маємо залежності:

$$\sigma = f(V, H) \text{ і } \sigma_1 = f_1(V, H). \quad (5)$$

Узагальнюючи все вищевикладене, отримаємо систему з трьох залежностей, яка є шуканою математичною моделлю запобігання НС, викликаним пожежами радіоактивних лісових масивів при заданих початкових і граничних умовах

$$\begin{cases} P(T) = 1 - \int_{\Omega} u(x) \exp(-\varphi(x, T)) dx, \\ \varphi(x, t) = \frac{1}{2\sigma\sqrt{\pi}} \exp\left(-\frac{(x-x_1)^2}{2\sigma_1^2}\right), \\ \sigma = f(V, H); \quad \sigma_1 = f_1(V, H). \end{cases} \quad (6)$$

Таким чином, математична модель запобігання НС, викликаним пожежами радіоактивних лісових масивів, являє собою систему з трьох аналітичних залежностей. Перша з них дозволяє обчислювати ймовірність виявлення радіоактивного передвісника пожежі лісового масиву в залежності від геометричних розмірів контрольованого району лісу, часу пошуку і пошукових зусиль, що прикладаються і визначаються стратегіями пошуку. Друга дозволяє розрахувати значення пошукових зусиль (пошукової продуктивності) в залежності від геометричних розмірів радіоактивної аномалії і дальностей її виявлення основним і додатковим каналами. Третя визначає дальності виявлення радіоактивної аномалії в залежності від швидкості і висоти польоту безпілотних літальних апаратів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Качур Т.В., Собина В.О., Тарадуда Д.В., Демент М.О. Математична модель запобігання надзвичайним ситуаціям, викликаним пожежами радіоактивно-забруднених лісів / Проблеми надзвичайних ситуацій. – Зб. наук. пр. – Харків: НУЦЗУ 2020. – Вип. 32 – С. 158-172.

<i>Савченко О.В., Мєдведева Д.О., НУЦЗУ, Несторенко О., Економічний університет у Братиславі, Словаччина</i> Перспективні технології влаштування протипожежного бар'єру при локалізації лісових пожеж .....	93
<i>Сізіков О.О., Балло Я.В., Ніжник В.В., Жихарєв О.П., Фещук Ю.Л., ІДУ та НДЦЗ</i> Удосконалення вимог протипожежного захисту висотних громадських будинків.....	95
<i>Тарадуда Д.В., Качур Т.В., НУЦЗУ</i> Щодо розробки математичної моделі запобігання надзвичайним ситуаціям, викликаних пожежами радіоактивно-забруднених лісів.....	97
<i>Усачов Д.В., НУЦЗУ</i> Аналіз сучасних засобів гасіння пожеж у будівлях підвищеної поверховості роботизованого типу .....	99
<i>Фомін С.Л., Бондаренко Ю.В., Бутенко С.В., Колєсніков С.М., ХНУБА</i> Вимоги до розробки математичної моделі діаграми напруження деформації для бетону, що працює при пожежі та в умовах підвищених температур .....	101
<i>Chernukha A., Chernukha A., Ostapov K., Kurska T., NUCDU</i> Investigation of the processes of formation of a fire retardant coating .....	103
<i>Chernukha A., Chernukha A., Kovalov P., Savchenko A., NUCDU</i> Thermodynamic study of fire-protective material .....	105

## СЕКЦІЯ 2. НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ У СФЕРІ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ

<i>Бондар В.О., ХНУБА, Колясніков М.В., ТОВ «ІК «ПРИЗМА», Деденьова О.Б. ХНУБА, Люлько О.О., ТОВ «Афина групп ЛТД»</i> Забезпечення безаварійного функціонування системи безпеки через моніторинг та діагностику стану підземних водоводів енергоблоку № 3 ЮУ АЕС.....	107
<i>Гаваза А.О., ІДУ та НДЦЗ</i> Організаційно-правові аспекти налагодження інформаційно-комунікативної взаємодії в процесі формування культури безпеки протимінної діяльності: досвід України.....	109
<i>Єлісєєв В.Н., ІДУ та НДЦЗ</i> Оцінка впливу матеріальних резервів на готовність пожежних підрозділів сил цивільного захисту.....	111
<i>Мельник О. Г., Мельник Р. П., ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ</i> Побудова діяльнісної моделі державного управління в сфері цивільного захисту в умовах реформування місцевого самоврядування.....	113
<i>Михайлюк О.П., НУЦЗУ</i> Дослідження ризику аварій на електростанціях з водневим охолодженням турбогенераторів.....	115
<i>Романюк Р.Я., ДДТУ, Гончар Р.О., ПДАУ</i> Проблеми навчання здобувачів вищої освіти безпеці життєдіяльності та цивільному захисту населення у закладах вищої освіти.....	117