

УДК 629.113:614.842

# ГОЛОВНІ ПРИНЦИПИ ВІДОБРАЖЕННЯ ІМІТАЦІЙНОЮ МОДЕЛЛЮ ГАСІННЯ ПОЖЕЖІ У ГІРСЬКОМУ ЛІСОВОМУ РАЙОНІ

**В.Б. Завер**

Начальник СДПЧ-37

Алуштинський міський відділ ГУ МНС України в АР Крим

Контактний тел: 066-063-51-01

E-mail: zaver-fire@mail.ru

**Р.Т. Ратушний**

Кандидат технічних наук, доцент, проректор

Львівський державний університет безпеки

життєдіяльності

вул. Клепарівська, 35, м. Львів, Львівська область, 79000

Контактний тел: 067-673-29-80

**В.О. Тимочко**

Кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри

Кафедра управління проектами та безпеки виробництва

Львівський національний аграрний університет

Контактний тел. (0322) 24-29-60, 067-294-91-83

E-mail tymochko\_vo@mail.ru

*Обґрунтовано головні принципи відображення імітаційною моделлю гасіння пожежі у гірському лісовому районі. Модель дає змогу прогнозувати втрати внаслідок пожежі залежно від параметрів функціональних структур системи протипожежного захисту гірського лісового району*

*Ключові слова: проект, система, протипожежний захист, гірський лісовий район*

*Обоснованы основные принципы имитационной модели тушения пожаров в горном лесном районе. Модель позволяет прогнозировать потери от пожара в зависимости от параметров функциональной структуры системы противопожарной защиты горного лесного района*

*Ключевые слова: проект, система, протипожежная защита, горный лесной район*

*The main principles of the simulation model of fire fighting in the mountainous forest areas are grounded. The model allows to predict losses due to fire depending to the parameters of functional structures of mountain forest fire protection districts*

*Key words: project, system, fire protection, forest mount region*

## Сучасний стан проблеми

В Україні існує проблема захисту гірських лісових масивів від пожеж. Збитки, нанесені народному господарству гірськими лісовими пожежами оцінюються мільйонами гривень. Щорічно держава несе не лише значні матеріальні збитки від пожеж, але й людські втрати. Тому існує необхідність щодо обґрунтування проектів вдосконалення систем протипожежного захисту гірських лісових районів (СПЗГЛР) на підставі нових технологій, організаційних форм і методів пожежогасіння [1]. Розв'язання цієї задачі має ґрунтуватися на розробці науково-методичних засад та методів моделювання гасіння гірських лісових пожеж, які б уможливили обґрунтування раціональних параметрів проектів СПЗГЛР

## Аналіз останніх досліджень та публікацій

Питанню розробки методів проектування та удосконалення систем протипожежного захисту присвя-

чені праці багатьох вчених. У роботі [2] розроблений метод, який дає змогу для пожежної охорони нового району міста в межах виділених ресурсів визначити мінімальну нормовану кількість пожежних депо, їх місце розташування, витрати на новий проект для пожежних депо, площу і розміри земельної ділянки. У роботах [3-5] обґрунтовано причинно-наслідкові зв'язки та головні принципи створення та управління конфігурацією систем протипожежного захисту сільських адміністративних районів, розроблено метод обґрунтування оптимального місця розташування пожежних підрозділів, розроблено науково-методичні підстави створення імітаційної моделі функціонування систем протипожежного захисту.

Розглянуті імітаційні моделі та методи розроблені переважно для умов великих міст та сільської місцевості. Функціонування системи протипожежного захисту у гірських лісових районах суттєво відрізняється від міських умов та сільської місцевості. У населених пунктах є розвинута система доріг, здебільшого є вільний доступ до вододжерел. В горах гасіння пожеж значно

ускладнюється рельєфом місцевості, відсутністю доріг та обладнаних вододжерел. Неврахування цих особливостей у чинних моделях унеможливує ефективне їх використання для моделювання роботи систем проти-пожежного захисту гірських лісових районів.

### Мета роботи

Метою роботи є розробка головних принципів відображення імітаційною моделлю гасіння пожежі у гірському лісовому районі.

### Виклад основного матеріалу

Метою імітаційного моделювання СПЗГЛР є знаходження залежності показників ефективності її функціонування при різних значеннях параметрів функціональної структури.

До параметрів функціональної структури СПЗГЛР відносяться кількість лісових пожежних станцій ЛПС у районі, їх технічне оснащення, чисельність особового складу та географічне місце розташування, кількість пунктів зосередження протипожежного обладнання та інвентарю, протипожежних водойм та їх місце розташування. У випадку розвитку великих пожеж до їх гасіння залучаються пожежні підрозділи МНС, тому у моделі СПЗГЛР потрібно враховувати наявність, технічне оснащення, чисельність особового складу та географічне місце розташування цих підрозділів.

Для обґрунтування головних принципів відображення процесу гасіння пожеж підрозділами СПЗГЛР імітаційною моделлю потрібно проаналізувати причинно-наслідкові зв'язки у цьому процесі.

До дій пожежних підрозділів відносять: збір підрозділу після отримання інформації про пожежу, прямування до місця пожежі, розвідку пожежі, бойове розгортання та гасіння пожежі. Гасіння пожежі - це комплекс дій пожежних підрозділів, спрямованих на ліквідацію горіння. Сукупність дій щодо бойового розгортання, обмеження поширення горіння і забезпечення можливості ліквідації пожежі називають локалізацією пожежі. Сукупність дій щодо припинення горіння називають ліквідацією пожежі [6].

Тривалість пожежі складається із таких відрізків часу

$$t_r = t_i + t_b + t_{пп} + t_p + t_{лок} + t_{лік}, \quad (1)$$

де  $t_i$  - час, що проходить від моменту початку пожежі до надходження інформації про неї у підрозділ, хв;  $t_b$  - тривалість обробки інформації про пожежу у підрозділі та виїзду підрозділу на пожежу, хв;  $t_{пп}$  - тривалість переїзду підрозділу з місця дислокації до місця пожежі, хв;  $t_p$  - тривалість підготовчих робіт (розгортання) підрозділу на місці пожежі, хв;  $t_{лок}$  - тривалість локалізації пожежі, хв;  $t_{лік}$  - тривалість ліквідації пожежі, хв.

Частину тривалості пожежі від займання до початку її гасіння пожежними підрозділами називають тривалістю вільного горіння  $t_{вг}$

$$t_{вг} = t_i + t_b + t_{пп} + t_p \quad (2)$$

Кожна зі складових часу тривалості пожежі до її ліквідації є ймовірною величиною, яка залежить від низки чинників.

Затрати часу на виявлення пожежі і надходження інформації про неї у пожежний підрозділ залежать від місця пожежі, періоду доби, наявності засобів зв'язку тощо. Тривалість обробки інформації та виїзду підрозділу на пожежу залежить від ефективності роботи диспетчерської служби, рівня професійної підготовки і дисципліни у підрозділі, технічного стану пожежних автомобілів.

Тривалість переїзду підрозділу на пожежу залежить від швидкості руху пожежного автомобіля. В умовах гірської місцевості швидкість руху може коливатися в значних межах, залежно від типу покриття дороги та рельєфу, тому в даному випадку необхідно розділити шлях, що проходить пожежний автомобіль до місця пожежі на три частини: довжина шляху переїзду підрозділу в населеному пункті, поза населеним пунктом (по шосе) та в умовах гірської місцевості.

$$t_{пп} = \frac{\sum_{n=1}^n l_{пн}}{V_{ан}} + \frac{\sum_{n=1}^n l_{пд}}{V_{ад}} + \frac{\sum_{n=1}^n l_{пг}}{V_{ар}}, \quad \text{хв}, \quad (3)$$

де  $\sum_{n=1}^n l_{пн}, \sum_{n=1}^n l_{пд}, \sum_{n=1}^n l_{пг}$  - сума довжин шляху переїзду підрозділу від ЛПС до місця пожежі відповідно в населених пунктах, поза населеними пунктами (по шосе) та в умовах гірської місцевості, км;  $n$  - кількість відповідних ділянок на шляху пожежного автомобіля;  $V_{ан}, V_{ад}, V_{ар}$  - швидкість руху пожежного автомобіля на пожежу відповідно в населених пунктах, поза населеними пунктами (по шосе) та в умовах гірської місцевості, км/год.

Швидкість руху пожежних автомобілів на пожежу залежить від їх технічних характеристик, стану, кваліфікації водіїв, характеристик та стану доріг тощо, а тому також є ймовірною величиною.

Тривалість бойового розгортання підрозділу на пожежі залежить від умов, які складаються на пожежі, фізичної, тактичної та психологічної підготовки особового складу підрозділу, кількості пожежних у бойовому розрахунку, типів та видів стволів, які використовують, способів і прийомів бойового розгортання підрозділу.

Швидкість поширення крайки пожежі  $V_{п}$  в горах залежить від таких основних чинників, як характеристика об'єкта горіння ( $O$ ), а саме домінуючого типу рослинності в місці пожежі (ліс, трава, чагарники), рельєфу місцевості, швидкості вітру  $V_{в}$ , та класу пожежної небезпеки  $k$  в районі виникнення пожежі. Тобто існує функціональна залежність

$$V_{п} = f(O, k, V_{в}) \quad (4)$$

Залежність (4) знаходимо за довідковими таблицями [6].

Враховуючи те, під час гасіння гірських лісових пожеж підрозділи ведуть боротьбу з вогнем по периметру крайки пожежі, то у нашій моделі процеси поширення пожежі та її гасіння розглянемо, як два процеси що динамічно розвиваються і є незалежними один від одного (див. рис. 1).

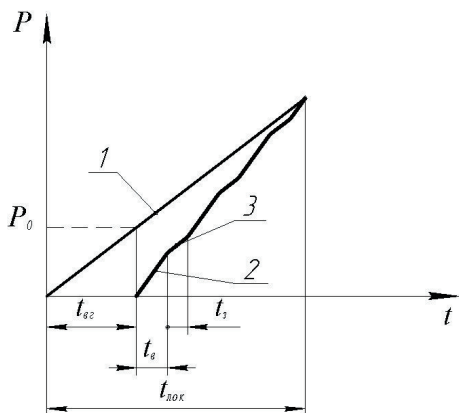


Рис. 1. Залежність периметру пожежі за умови вільного розвитку (1), периметра локалізованої пожежі при використанні води (2) та за умови гасіння ручними засобами (3)

Лінія 1 зображає приріст периметру пожежі за умови її вільного поширення. Локалізація пожежі починається по прибуттю підрозділу на місце загорання через проміжок часу, який рівний тривалості вільного горіння  $t_{вг}$ . Обсяг пожежі на момент прибуття підрозділу визначаються її периметром  $P_0$ :

$$P_0 = V_{п} * t_{вг} \tag{5}$$

де  $t_{вг}$  – тривалість вільного горіння, хв.

Локалізований периметр пожежі  $P_{лок}$  являє собою суму периметрів, що були локалізовані з використанням води  $P_{локв}$  (2) та периметрів пожежі локалізованих без використання води  $P_{локр}$  (3).

Швидкість гасіння пожежі пожежними підрозділами в основному залежить від продуктивності технічних засобів для гасіння та чисельності особового складу, що залучений для гасіння пожежі. Однак, у зв'язку з обмеженістю запасу води та віддаленістю вододжерел для заправки автоцистерн, в процесі гасіння пожежі періодично виникає необхідність використовувати ручні засоби пожегогасіння (лопати, віники, гілля тощо). У такому випадку продуктивність пожежників значно менша, ніж за умови гасіння ранцевими оприскувачами чи пожежними стволами автомобілів.

Тривалість гасіння пожежі водою  $t_{в}$  залежить від місткості автоцистерни, витрати води на 1 метр довжини крайки пожежі, яка в свою чергу залежить від характеристик об'єкта горіння (О), а саме домінуючого типу рослинності на місці пожежі (ліс, трава, чагарники) і визначається за формулою

$$t_{в} = \frac{1000 \cdot Q}{W_{гв} \cdot q_{в} \cdot N_{п}} \tag{6}$$

де  $Q$  – місткість автоцистерни пожежного автомобіля,  $m^3$ ;  $q_{в}$  – питома витрата води одним пожежником при гасінні пожежі, л/м;  $W_{гв}$  – продуктивність гасіння крайки пожежі пожежником з використанням води, м/хв.;  $N_{п}$  -чисельність пожежників, які беруть участь у гасінні.

Звідси периметр пожежі локалізований за час  $t_{в}$  підрозділом чисельністю  $N_{п}$  пожежників з використанням води визначається за формулою

$$P_{локв} = t_{в} * W_{гв} * N_{п} \tag{7}$$

Аналогічно периметр пожежі локалізований ручними засобами можна визначити за залежністю

$$P_{локр} = t_{з} * W_{гр} * N_{п} \tag{8}$$

де  $W_{гр}$  – продуктивність гасіння пожежі ручними засобами, м/хв.  $t_{з}$  – час, що необхідний для заправки пожежного автомобіля і повернення до місця пожежі, хв.

Час, що необхідний для заправки пожежного автомобіля і повернення до місця пожежі можна визначити за формулою:

$$t_{з} = \frac{2 \cdot 60 \cdot l_{вод}}{V_{ар}} + t_{зап} \tag{9}$$

де  $l_{вод}$  – відстань від місця пожежі до водо джерела, км,  $t_{зап}$  – час заправки пожежного автомобіля, хв.

Локалізований периметр пожежі  $P_{лок}$  являє собою суму периметру, що був локалізований з використанням води  $P_{локв}$  (1) та периметра пожежі локалізованого без використання води  $P_{локр}$  (2).

$$P_{лок} = \sum_{i=1}^{n_{ц}} (P_{локр_i} + P_{локв_i}) \tag{10}$$

де  $n_{ц}$  – кількість циклів заправки пожежних автомобілів.

Таким чином, умовою для локалізації пожежі є

$$P_{лок} > P \tag{11}$$

Якщо умова (11) виконується, то пожежа вважається локалізованою, тобто припинене подальше поширення фронту пожежі. Ліквідація пожежі триває доти, поки не будуть знешкодовані всі осередки горіння. Після завершення ліквідації пожежі проводять аналіз витрат на заходи з ліквідації та оцінюють збитки, що завдані пожежею.

Збитки, що завдані пожежею оцінюють на підставі даних про площу пожежі визначену через її периметр  $P$  та вартісної оцінки знищених вогнем об'єктів горіння (О), а саме виду дерев, чагарників тощо.

**Висновок**

Імітаційне моделювання процесу гасіння пожежі дає змогу визначити ймовірні втрати внаслідок пожежі для окремих ділянок гірського лісового району при змінних параметрах функціональної структури СПЗГЛР, а саме кількості пожежних автомобілів, чисельності особового складу, віддалей від місця розташування підрозділу до місця пожежі, віддалі до вододжерела при різних значеннях характеристик природно-кліматичних умов (швидкості вітру та класу пожежної небезпеки) в районі виникнення пожежі. Отримані результати можуть бути використані під час розробки проекту удосконалення СПЗГЛР.

**Література**

1. Завер В.Б. Науково-методичні засади проекту системи протипожежного захисту гірського лісового району/ Рагушний Р.Т., Тимочко В.О. //Пожежна безпека. Збірник наук.праць ЛДУ БЖД, УкрНДІПБ МНС України. №12. 2008. – С. 150-155.

2. Комяк В.М. Методи геометричного проектування в розв'язанні прикладних задач / Коссе А.Г., Соболев А.Н.// Проблеми пожежної безпеки: Сб. науч. тр. - Харьков: АПБУ, 2003.- С.41-50.
3. Ратушний Р.Т. Науково-методичні засади оптимізації пожежних підрозділів у сільському районі / Сидорчук О.В., Тимочко В.О. // Пожежна безпека: Зб. наук. праць ЛПБ, УНДПБ МНС України.- Львів: ЛПБ, 2004.- №4. С.124-127.
4. Ратушний Р.Т. Моделювання функціонування підрозділів системи протипожежного захисту сільських населених пунктів/ Сидорчук О.В., Тимочко В.О. // Науковий вісник УкрНДПБ, 2004, №2 (10).-С 106-113.
5. Ратушний Р.Т. Науково-методичні підстави управління конфігурацією проекту удосконалення системи пожежогасіння у сільському адміністративному районі. / Сидорчук О.В., Тимочко В.О. // Вісник Львів. ДАУ: Агроінженерні дослідження - Львів: Львів ДАУ.-2005.- №9.- С.38-47 .
6. Брушлинский Н.Н. Моделирование оперативной деятельности пожарной службы.- М.: Стройиздат, 1981.- 104 с.
7. Терехнев В.В. Противопожарная защита и тушение пожаров (леса, торфа, лесосклады)/ Артемьев Н.С., Грачев В.А., Сабинин О.Ю. Книга 6. М., 2006 - с. 294.

*Означено передумови адаптування технологічних операцій із удобрення, підготовки ґрунту та сівби сільськогосподарських культур до мінливих умов проектного середовища. Окреслено головні завдання із розроблення методів та моделей управління проектами таких адаптивних технологічних систем*

*Ключові слова: проекти, удобрення, обробіток, сівба, техніка, умови, мінливість, адаптування, ефективність*

*Отмечены предпосылки адаптации технологических операций по удобрению, подготовке почвы и посева сельскохозяйственных культур к изменяющимся условиям проектной среды. Очерчены главные задачи по разработке методов и моделей управления проектами таких адаптивных технологических систем*

*Ключевые слова: проекты, удобрение, возделывание, посев, техника, условия, изменчивость, адаптирование, эффективность*

*The background adaptation process operations of fertilization, soil-tillage and sowing of crops to the changing conditions of the project environment are defined. The main task of developing methods and models of project management such adaptive technological systems are identifies*

*Keywords: projects, fertilizers, tillage, sowing, technique, terms, changeability, adaptation, efficiency*

УДК 658.51:631.3

# ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ АДАПТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ, ПІДГОТОВКИ ҐРУНТУ ТА СІВБИ СІЛЬСЬКО- ГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

**П. М. Луб**

Кандидат технічних наук, старший викладач  
Львівський національний аграрний університет  
вул. В. Великого, 1, м. Дубляни, Жовківський район,  
Львівська область, Україна, 80381  
Контактний тел.: 066-112-13-22  
E-mail: pollylub@mail.ru

## Постановка проблеми

Об'єктивною передумовою ефективності проектів механізованого вирощування сільськогосподарських культур є забезпечення високих врожаїв вирощува-

них культур. Однак, досягнення цієї мети в розрізі років реалізації проектів ускладнюється мінливістю умов їх проектного середовища. В результаті цього перед сільськогосподарськими підприємствами (СП) виникають завдання здійснювати постійний моніто-