

собою низку небезпечних проявів. Перш за все – це загроза життю та здоров'ю людини через шкідливі викиди пилу та диму в атмосферу, виникнення відвалів, зрушення поверхні землі над гірничим добуванням та розробками, порушення врівноваженого стану масивів гірничих порід: розкриття природних тріщин та додаткове тріщиноутворення, осушення водоносних горизонтів, підтоплення. Внаслідок виникнення териконів відбувається погіршення екологічної ситуації, забруднення території токсичним пилом. Виникають зсуви, завали як на поверхні териконів, так і на навколишній території, відбувається процес самозаймання, що призводить до забруднення повітря отруйними газами, з'являються нові непривабливі ландшафти.

Для запобігання виникнення небезпечних проявів деградаційних процесів необхідно раціонально використовувати природні ресурси, проводити рекультивацію, фітомеліорацію порушених земель, фільтрацію небезпечних викидів у атмосферу, гідроізоляцію підземних та наземних вод. Водночас слід здійснювати системи заходів щодо захисту ґрунтів від ерозії - поетапне освоєння земель, будівництво водозатримних і водовідвідних валів, водоскидних споруд, терасування, залуження та заліснення, застосування ґрунтозахисних технологій вирощування сільськогосподарських культур.

ЛІТЕРАТУРА

1. Національний аграрний університет // Техногенне руйнування ґрунтового покриву і рекультивація порушених земель http://www.nauu.kiev.ua/book/Roz_4/Gl_4_8/Gl_4_8.html.
2. Мельников С.А., Жуков Ю.П., Гавриленко Б.В., Шульга А.Ю. Метод використання енергії териконів, що горять. – <http://www.necin.gov.ua/publications/terikon.htm>.
3. Незалежна громадсько-політична газета „Волинь”. Електронне видання. – № 268, субота, 13 листопада 2004 р. – <http://www.volyn.com.ua/index.php?rub=32&article=0&arch=268>.
4. Меркулов В.А. Охрана природы на угольных шахтах. – М.: „Недра”, 1981. – 183 с.
5. Мариненко А. Якщо існує пекло, то воно схоже на звалище під Іларіоновим. – http://beregnadiy.dnepr.info/3/438_1.shtml.
6. Кучерявий В.П. Фітомеліорація. – Львів: „Світ”, 2003. – 540 с.
7. Даценко І.І. Гігієна та екологія людини. – Львів: „Афіша”, 2000.

УДК 614

*Р.Т. Ратушний, к.т.н. (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності МНС України), В.О. Тимочко к.т.н. (Львівський державний аграрний університет)
В.Б. Завер (ГУ МНС АР Крим)*

ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПОЖЕЖОГАСІННЯ У СІЛЬСЬКОМУ АДМІНІСТРАТИВНОМУ РАЙОНІ

У статті розроблена методика обґрунтування проекту вдосконалення системи пожежогасіння у сільському адміністративному районі. Методика ґрунтується на використанні методу імітаційного моделювання процесу функціонування системи пожежогасіння. Наведено приклад використання методики для обґрунтування проекту вдосконалення системи пожежогасіння реального сільського району.

Органам державної влади доводиться вирішувати важливу проблему щодо підвищення рівня пожежної безпеки у сільських районах. Проблема набрала особливої гостроти у зв'язку із економічними реформами, проведеними у аграрному секторі економіки. У результаті реформування відбулося розукрупнення великих сільсько-господарських підприємств, за

рахунок яких утримувались сільські пожежні команди (СПК). Новоутворені переважно невеликі господарства не в змозі утримати за свій рахунок СПК. Їх штати скорочені, значна частина пожежної техніки вийшла з ладу, списана або використовується не за призначенням. У результаті впродовж останніх років появилася тенденція до зростання числа загибелі людей на пожежах, збільшились матеріальні втрати від пожеж [1, 2].

Покращити стан щодо забезпечення протипожежного захисту сільських районів можна шляхом розробки та впровадження проектів удосконалення систем пожежогасіння сільських адміністративних районів (СПАР) . Проте відомі наукові методи та моделі обґрунтування проектів удосконалення систем пожежогасіння розроблені, головним чином, для умов великих міст, що унеможливує їх використання для умов сільської місцевості. Нові підходи відсутні через недостатність систематизованих даних щодо статистики пожеж у сільській місцевості у різних регіонах, рівня технічного оснащення пожежних підрозділів, аналізу дій підрозділів на гасінні пожеж тощо.

Наведені аргументи свідчать про потребу розробки науково-методичних засад управління проектами удосконалення СПАР [3,4]. Вирішенню цих задач присвячена дана робота.

Основною метою проекту удосконалення СПАР є підвищення рівня протипожежного захисту населених пунктів району та об'єктів на його території. Мета досягається плануванням, організацією та контролем за конфігурацією проекту. Конфігурація проекту удосконалення СПАР характеризується такими головними параметрами: 1) кількістю (N_d) та територіальним розташуванням (R) пожежних підрозділів у районі. Ці параметри є керованими змінними. Кількість пожежних автомобілів і чисельність особового складу пожежного підрозділу є величинами нормованими.

СПАР розглядається як складна виробнича система, вхідними впливами для якої є множина подій щодо виникнення пожеж. До параметрів системи відносять параметри функціональної структури та принципи роботи СПАР. Характеристиками функціонування системи є множина показників, що відображають результати її діяльності, а саме річна кількість пожеж, погашених у населених пунктах району; сумарні переїзди пожежних автомобілів на гасіння пожеж; сумарна зайнятість пожежних підрозділів на гасінні пожеж; кількість пожеж впродовж календарного періоду (року), на які пожежні автомобілі не виїжджали через зайнятість або велику віддаль переїзду (характеризує кількість відмов у системі); ймовірність непогашених пожеж впродовж року (P_{wr}); прямі (Z_p) та непрямі (Z_n) збитки внаслідок пожеж тощо.

Головними завданнями управління (планування, організації та контролю) конфігурацією СПАР є: 1) обґрунтування кінцевої конфігурації проекту СПАР; 2) обґрунтування частково завершених етапів формування конфігурації проекту СПАР; 3) визначення показників ефективності віртуальної СПАР заданої конфігурації; 4) обґрунтування місця розташування кожного наступного підрозділу; 5) порівняння показників ефективності функціонування реальної та віртуальної системи за ідентичної конфігурації її проекту.

Для планування оптимальних параметрів конфігурації проекту вдосконалення СПАР розроблено алгоритм дослідження, який складається із таких етапів: 1) дослідження зони обслуговування чинної СПАР; 2) дослідження чинників ефективності дій пожежних підрозділів у сільській місцевості; 3) обґрунтування концептуальної моделі проекту вдосконалення СПАР; 4) обґрунтування методів та моделей дослідження конфігурації проекту; 5) обґрунтування раціональних параметрів кінцевої та проміжної конфігурації проекту СПАР .

Для обґрунтування одного із основних параметрів конфігурації проекту - оптимального місця розташування заданої кількості пожежних підрозділів у сільському адміністративному районі використовується метод, який враховує такі обмеження [5]: 1) всі пожежні підрозділи

мають однакове технічне забезпечення та чисельність особового складу; 2) пожежні підрозділи розміщуються в межах населених пунктів, які є адміністративними центрами сільських рад; 3) в одному населеному пункті розміщується не більше одного пожежного підрозділу; 4) гасіння пожеж в i -у населеному пункті здійснює пожежний підрозділ, який найближче розташований до нього.

На першому етапі досліджується зона обслуговування. Вона характеризується: 1) кількістю населених пунктів N_{np} ; 2) чисельністю людей, які проживають в кожному з цих пунктів Q_i , де $i=1, \dots, N_{np}$; 3) наявністю об'єктів підвищеної пожежної небезпеки в населених пунктах; 4) мережею доріг, які сполучають населені пункти. За результатами дослідження зони обслуговування розробляється модель мережі доріг та територіального розташування населених пунктів.

Модель мережі доріг та територіального розташування населених пунктів задається матрицею найближчих віддалей по дорогах загального призначення між населеними пунктами, в яких може бути розташоване пожежне депо.

На наступному етапі дослідження конфігурації проекту здійснюються розрахунки сумарних обсягів переїздів P_i для множини $\{R^i\}$ всіх можливих варіантів розташування N_d пожежних підрозділів в N_{np} населених пунктах.

На підставі результатів розрахунків сумарних обсягів переїздів P_i для $C_{N_{np}}^{N_d}$ варіантів розміщення пожежних депо формується скінчена множина раціональних варіантів $R' = \{\{X_1, Y_1\}, \{X_2, Y_2\}, \dots, \{X_5, Y_5\}\}$.

Умовою включення до цієї множини e -го варіанту є мінімум річного обсягу переїзду пожежних машин

$$\Pi_e = \sum_{i=1}^{N_{np}} \sum_{j=1}^{N_d} k_{pi} l_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

На наступному етапі планування конфігурації проекту аналізують раціональні варіанти розміщення пожежних депо та здійснюють вибір оптимального варіанта R^* за критерієм мінімуму сукупних затрат на створення системи, тобто $R^* = \{X^*, Y^*\}$ за умови

$$\sum B_d \rightarrow \min, \quad (2)$$

де $\sum B_d$ - сукупні затрати на створення СПАР для R -о варіанта.

Для планування кінцевої конфігурації проекту СПАР розроблено метод обґрунтування оптимальної кількості пожежних підрозділів за умови їх раціонального місця розташування.

Для знаходження залежності показників ефективності функціонування віртуальних СПАР та, зокрема, сумарних втрат внаслідок пожеж за різних значень кількісних параметрів конфігурації їх проекту розроблено імітаційну модель функціонування віртуальної СПАР. Віртуальна СПАР розглядається як замкнена система. Вхідним потоком системи є потік замовлень на гасіння пожеж, які виникають у населених пунктах, що знаходяться на території району.

На підставі статистичного імітаційного моделювання процесу функціонування віртуальної СПАР визначають такі функціональні показники ефективності: сумарні переїзди пожежних автомобілів на гасіння пожеж - l_s , сумарну тривалість зайнятості пожежних підрозділів на гасінні пожеж $t_{змс}$, ймовірність появи непогашених пожеж впродовж року P_{np} та сумарні річні збитки внаслідок пожеж Z_{sr} . Для визначення цих показників використовуються співвідношення:

$$l_s = 2 \cdot \sum_{i=1}^{N_d} \sum_{j=1}^k l_{i,j}; \quad t_{змс} = \sum_{j=1}^k t_{зmj}; \quad P_{np} = \frac{k_{np}}{k_p}; \quad Z_{sr} = \sum_{j=1}^k Z_{sj}, \quad (3)$$

де k_p - річна кількість пожеж у районі; $t_{зmj}$ - тривалість зайнятості пожежного підрозділу на гасінні j -ї пожежі; k_{np} - річна кількість непогашених пожеж у районі; Z_{jj} - сумарні збитки внаслідок j -ї пожежі.

За даними моделювання на ЕОМ процесу функціонування віртуальної СПАР оптимізується кінцева конфігурація проекту її вдосконалення. Критерієм оптимізації кількості та місця розташування пожежних підрозділів є мінімум сукупних річних зведених витрат на створення, утримання та діяльність системи пожежогасіння $\sum_{i=1}^N C_{di}$ та сумарних

річних втрат внаслідок пожеж $\sum_{j=1}^k Z_{sj}$. Оптимізаційна функція має вигляд:

$$\sum_{i=1}^N C_{di} + \sum_{j=1}^k Z_{sj} \longrightarrow \min \quad (4)$$

На підставі розробленої методики обґрунтовано населені пункти для оптимального розміщення пожежних підрозділів на території Золочівського району Львівської області для варіантів їх кількості від 1 до 8.

У результаті імітаційного моделювання процесу функціонування СПАР Золочівського району, за умови оптимального розміщення пожежних підрозділів на території району, встановлено залежність функціональних показників ефективності процесу від їх кількості.

За умови наявності у районі одного пожежного підрозділу, який розташований у м. Золочів ймовірність появи непогашених пожеж впродовж року становить $P_{np} = 0,014$. При збільшенні кількості пожежних підрозділів ймовірність появи непогашених пожеж прямує до нуля.

Із збільшенням кількості пожежних підрозділів N_d у районі сумарний річний обсяг переїздів пожежних автомобілів на гасіння пожеж l_s , та сумарні втрати внаслідок пожеж Z_s зменшуються нелінійно (рис. 1). Ці залежності описуються відповідно рівняннями

$$l_s = 1607.9 * N_d^{-0.53}, \quad (5)$$

$$Z_s = 518.9 * N_d^{-0.47}. \quad (6)$$

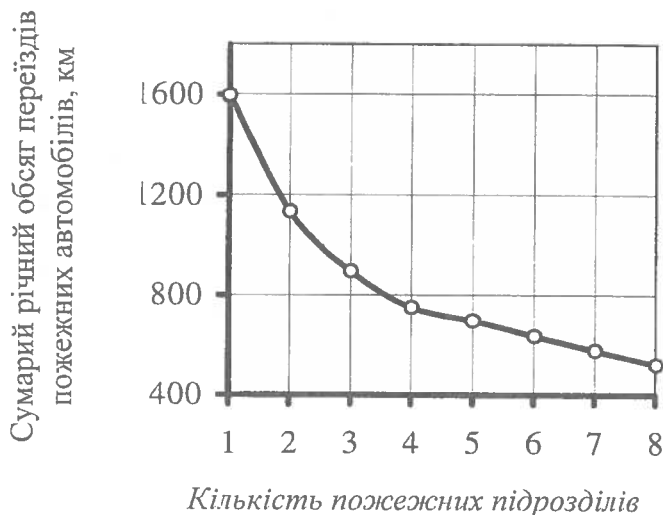


Рис. 1. Залежність сумарного обсягу переїздів пожежних автомобілів на гасіння пожеж від кількості пожежних підрозділів у Золочівському районі

Визначена у результаті імітаційного моделювання залежність сумарних річних збитків внаслідок пожеж від кількості пожежних підрозділів у районі є головною підставою для її оптимізації (рис.2).

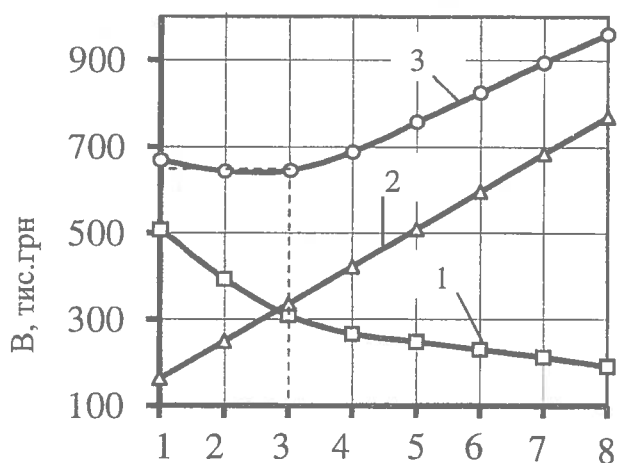


Рис. 2. Оптимізація кількості пожежних підрозділів у Золочівському районі: 1- сумарні річні втрати внаслідок пожеж; 2- витрати на створення та функціонування пожежних підрозділів; 3- сумарні витрати.

Розрахунки переконують, що для умов Золочівського району мінімум сумарних витрат на створення та функціонування пожежних підрозділів та втрат внаслідок пожеж досягається при наявності трьох пожежних підрозділів, розміщених у м.Золочеві, с.м.т. Глиняни та с.Поморяни.

Таким чином, обґрунтовані під час проектних досліджень оптимальні параметри конфігурації системи пожежогашіння сільського адміністративного району є ваговою підставою для ініціалізації початку проекту вдосконалення системи, оскільки вдосконалення системи дає змогу не лише підвищити ефективність її функціонування, але й виконати цю задачу за умови мінімуму сукупних витрат коштів на створення та утримання пожежних підрозділів та втрат внаслідок пожеж.

ЛІТЕРАТУРА

1. Єлізаров В.В. Проблеми забезпечення пожежної безпеки в сільській місцевості // Пожежна безпека-2001: зб. наук. праць ЛППБ.- Львів: Сполум, 2001.- С.491-493.
2. Ратушний Р.Т. Прогнозування характеристик пожеж у сільському районі // Вісник Львів. ДАУ: Агроінженерні дослідження.- Львів: Львів ДАУ.- 2003.- №7.- С.77-83.
3. Сидорчук О., Ратушний Р. Головні принципи вдосконалення функціональних структур протипожежного захисту сільських населених пунктів // Вісник Львів. ДАУ: Агроінженерні дослідження.- Львів: Львів ДАУ.-2002.- №6.- С.39-43.
4. Ратушний Р.Т., Сидорчук О.В., Тимочко В.О. Науково-методичні засади оптимізації пожежних підрозділів у сільському районі // Пожежна безпека: Зб. наук. праць ЛППБ, УНДПБ МНС України.- Львів: ЛППБ, 2004.- №4. С.124-127
5. Ратушний Р.Т. Обґрунтування місця розміщення пожежних підрозділів в сільських районах // Пожарная безопасность, 2003: Матер. VI науч.-прак. конф. АПБУ.- Харьков: АПБУ.- 2003.-С. 56-58.