

УДК 004.89

Ю. П. Стародуб, д.ф-м.н., проф.; П. П. Урсуляк

(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТОМ ВПЛИВУ ЛІСОВИХ ПОЖЕЖ НА ОБ'ЄКТИ ПІДВИЩЕНОЇ НЕБЕЗПЕКИ НА ПРИКЛАДІ ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Розроблено етапи управління проектом визначення впливу пожежної та техногенної небезпеки об'єктів підвищеної небезпеки Івано-Франківської області на лісові масиви. Проведена обробка супутникових даних для визначення пожежної небезпеки лісів. Зроблена оцінка стану лісових насаджень на даний час. Запропонована методика обробки даних з супутника. Створено аналітичну карту відстаней об'єктів підвищеної небезпеки до лісових масивів, які можуть загрожувати їхній безпеці. На карту нанесено об'єкти 1-го та 2-го класу небезпеки. У роботі описано можливі шляхи переходу лісових пожеж на об'єкти підвищеної небезпеки. На базі даних радарної томографії космічного апарату Шатл (Shuttle Radar Topography Mission STRM), створена карта пожежонебезпечних схилів, які можуть створювати загрозу виникнення верхових лісових пожеж. Ця карта була створена на основі оцінки крутизни схилів.

Ключові слова: Карта, об'єкт пожежної небезпеки, лісова пожежа, крутизна схилів.

Постановка проблеми. Потрібно зазначити, що з кожним роком кількість лісових пожеж значно збільшується, а разом з цим і збільшуються площі вигорілих лісів. В Україні на даний час профілактика лісових пожеж проводиться з недостатньою ефективністю, що є причиною виникнення небезпечних загорянь. У такій ситуації потрібно розробити механізм управління проектами впливу лісових пожеж на об'єкти підвищеної небезпеки. Це забезпечить швидке реагування на них служб охорони лісових господарств та підрозділів МНС, зменшення часу гасіння пожеж та зменшення ризиків виникнення надзвичайних ситуацій.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналізуючи літературні джерела з теми, що пов'язана з проблематикою лісових пожеж та управління проектами, необхідно зазначити, що збереження лісів та збільшення їх площі є одним з пріоритетних напрямків сталого розвитку планети, необхідною умовою функціонування біосфери, проте в недостатній мірі висвітлено в публікаціях з напрямку управління проектами та програмами.

Щорічно лісові пожежі в різних регіонах України знищують державний лісовий фонд, забруднюють атмосферу і призводять до загибелі людей і пошкодження сільських населених пунктів. З метою мінімізації екологічного, економічного збитку, числа жертв, а також раціонального використання коштів на охорону лісів від пожеж слід здійснювати прогноз лісової пожежної небезпеки. Для вирішення зазначених завдань в різних країнах світу

розроблені індекси та системи оцінки пожежної небезпеки в лісах, наприклад, в Канаді [1], США [2], Європі [3]). У Росії застосовують критерій Нестерова [4]. Однак, йому притаманний феноменологічний характер, критерій [4] не враховує антропогенного навантаження і грозової активності.

Міністерство природних ресурсів Канади, за даними B.S.Lee [5] в даний час оперує двома національними інформаційними системами для управління лісовими пожежами: канадська інформаційна система по лісових пожежах (Canadian Wild land Fire Information System – CWFIS) і система моделювання, моніторингу та картування пожеж (FireM3). Обидві системи, зазначає B.J.Stocks [6], включають компоненти канадської системи оцінки лісової пожежної небезпеки (Canadian Forest Fire Danger Rating System – CFFDRS) і використовують систему просторового управління пожежами (Spatial Fire Management System – sFMS) [5] для отримання, управління, моделювання, аналізу та презентації даних.

Моніторинговий компонент Fire M3 використовує супутникові дані NOAA (AVHRR - advanced very high-resolution radiometer) з просторовим розділенням 1 км для виявлення активних лісових пожеж. Компонент картування призначений для оцінки вигорілої площі. Моделюючі компоненти інтегрують дані системи CWFIS для оцінки умов пожежної обстановки, лісової пожежної небезпеки і можливої поведінки пожежі [5].

Вихідні дані канадської національної системи доступні для зацікавлених осіб та організацій через Інтернет (сайт Канадської лісової служби <http://cfs.nrcan.gc.ca>). Канадська методика використовується в таких країнах як США, Нова Зеландія, Фіджі, Аргентина, Мексика, Індонезія, Малайзія. Система була успішно використана і в Фінляндії, Швеції [7]. Канадська методика прогнозування лісової пожежної небезпеки побудована з урахуванням аналізу великої кількості статистичних даних і досить точно прогнозує пожежну небезпеку [8].

У США в 1972 р. була розроблена методика визначення пожежної небезпеки на різних лісових територіях (National Fire Danger Rating System - NFDRS). Структура американської системи являє собою абстрактну модель впливу різних факторів і умов на процес виникнення і поширення пожеж. Система видає чотири індекси [9]: індекс виникнення пожежі з вини людини (Man-caused fire occurrence index - MCOI), індекс виникнення пожежі в результаті грозової активності (Lightning-caused fire occurrence index - LOI), індекс горіння (Burning index - BI) і індекс пожежного навантаження (Fire load index - FLI). Індекси MCOI і LOI визначаються з урахуванням компонента запалення (Ignition component - IC) і дозволяють оцінити очікуване число лісових пожеж. У системі, де виділяються типові моделі, вводиться ряд пірологічних характеристик, які дозволяють побічно враховувати процес запалювання. Підсумкова оцінка пожежної небезпеки (FLI) визначається в залежності

від значень індексів MCOI, LOI і BI за 100-бальною шкалою. Таким чином в системі використовується велика кількість поправок, отриманих на основі емпіричних даних. Результати, засновані на розрахунках в рамках NFDRS, використовуються в системі оцінки лісових пожеж (Wild land Fire Assessment System - WFAS). Деякі результати доступні в мережі Інтернет (офіційний сайт <http://www.wfas.net>).

На початок 2000 року групою вчених Viegas D. X., Bovio G., Ferreira A., Nosenzo A., Sol B. було проведено порівняльне дослідження різних методів прогнозу лісової пожежної небезпеки, розроблених в Південній Європі [10]. Всі методи представляють чисельний індекс, який зростає із збільшенням небезпечних умов. Південноєвропейські методи оцінки пожежної небезпеки [10], в основі яких лежать метеорологічні фактори, були протестовані, використовуючи статистичні дані за період 3-9 років. Крім методів, прийнятих у Франції, Італії, Португалії та Іспанії, в порівняльний аналіз був включений і канадський метод. Для кожної області визначалися щоденні значення числа пожеж і вигорілих площ, які залежать не тільки від метеопараметрів. Канадський метод і модифікований метод Нестерова (Португалія) показали найкращі загальні експлуатаційні якості [10]. Слідом за цим дослідженням була розроблена так звана Європейська система –European Forest Fire Risk Forecasting System (EFFRFS), яка застосовувалася на території Південної Європи. Основу системи склали методи, розроблені в Італії, Франції, Іспанії, Португалії [10] і канадський метод [11]. Зазначені методи застосовуються всукупності. В даний час застосовується модифікація Європейської системи, яка додатково враховує дані із супутників і називається European Forest Fire Information System (EFFIS) [12]. Для порівняння всі індекси наведені за 100-бальною шкалою. В останні роки система стала застосовуватися в деяких країнах Західної Європи. Результати роботи системи доступні в мережі Інтернет (офіційний сайт <http://effis.jrc.ec.europa.eu>).

Оскільки найбільш якісний компонент представлений канадським методом, то переваги та недоліки європейської системи аналогічні, що й у північноамериканських. Канадська і американська системи схожі одна на одну щодо структури, має місце подібність у підходах і принципах побудови індексу пожежної небезпеки. Тому обидві вони володіють схожими як перевагами, так і недоліками. Основний недолік полягає в тому, що явища сушіння і запалювання шару не моделюються з урахуванням реальних фізико-хімічних процесів. Основна перевага – облік таких значущих чинників, як антропогенне навантаження, грозова активність і довготривала експлуатація в реальних умовах, яка показала ефективність застосування цих систем.

Невирішена раніше частина загальної проблеми. На даний час на території України не існує єдиної і якісної інформаційної системи для управління лісовими пожежами.

Запровадження такої системи дозволить спрогнозувати виникнення лісових пожеж, проводити оцінку стану насаджень та вигорілих територій. Включення в систему моніторингу лісових пожеж і використання даних про рельєф території та пожежонебезпечні масиви та схили дозволить покращити результати функціонування системи.

Формування цілей статті (*постановка завдання*). Розробити етапи управління проектом визначення впливу пожежної та техногенної небезпеки об'єктів підвищеної небезпеки Івано-Франківської області на лісові масиви. Провести аналіз лісових масивів та об'єктів підвищеної небезпеки території Івано-Франківської області за допомогою даних дистанційного зондування Землі. На основі аналізу провести оцінку пожежної небезпеки лісових масивів. За результатами оцінки визначити можливий вплив на промислові об'єкти Івано-Франківської області.

Виклад основного матеріалу. Етапи управління проектом визначення пожежної та техногенної небезпеки об'єктів підвищеної небезпеки, нами розроблено в наступних кроках:

- Прив'язка супутникових знімків до території України.
- Встановлення розташування об'єктів підвищеної небезпеки.
- Встановлення конфігурації лісових масивів.
- Обробка даних радарної топографії космічного апарату Шатл (SRTM).
- Аналіз відстані об'єктів пожежної небезпеки до лісових масивів.
- Визначення пожежонебезпечних схилів.

Кожений етап управління проекту, вимагає чіткого контролю. Прив'язка супутникових знімків до території України, відбувалась за загально відомою методикою програмного комплексу ENVI.

Встановлення розташування об'єктів підвищеної небезпеки проводилось по картографічних матеріалах масштабу 1:100 000. Відповідно до Державного реєстру[13] проведеного Державною службою гірничого нагляду та промислової безпеки станом на 1 січня 2011 року у Івано - Франківській області зареєстровано 89 об'єктів підвищеної небезпеки (ОПН) 1-го та 2-го класів.

Конфігурація лісових масивів була встановлена за супутниковими знімками Quikbird. Обробка даних радарної топографії космічного апарату Шатл (SRTM) проведена для встановлення рельєфу Івано – Франківської області. Схематичне розташування ОПН, лісових масивів та рельєфу, зображено на рис. 1.



Рис. 1 Схематичне розташування ОПН, лісових масивів та рельєфу у Івано-Франківській області.

З Рис. 1 видно Основна частина промислового потенціалу області зосереджена в передгірній зоні(центральної частині), в містах Калуші, Надвірній Долині. Найменша кількість ОПН у південній (гірській) частині Івано-Франківської області.

Проведення аналізу впливу лісових пожеж на ОПН, нами вирішено провест на основі аналізу відстаней. Встановлюємо відстані зон пожежної безпеки для об'єктів 1-го та 2-го класів ОПН з кроком 1500 м. На Рис. 2 зображена карта зон пожежної безпеки з нанесеними безпечними відстанями для об'єктів 1-го та 2-го класів.

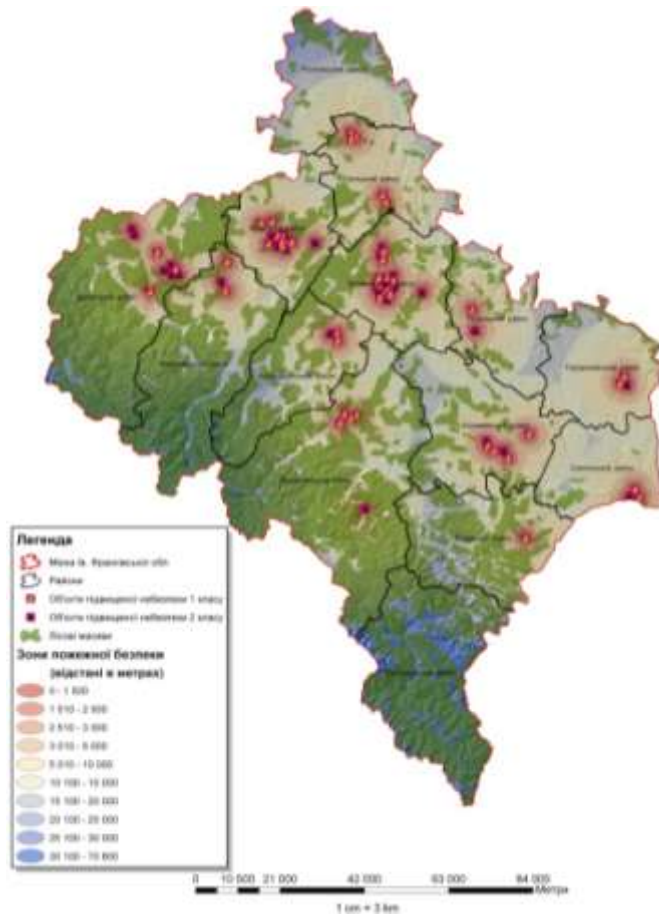


Рис. 2. Аналіз відстані об'єктів пожежної небезпечності до лісових масивів.

Аналізуючи Рис.2, приходимо до висновку, що у західній частині Івано-Франківської області лісові пожежі не матимуть впливу на ОПН, проте в східній і центральній частині лісові пожежі матимуть великий вплив на ОПН, що вимагатиме підвищеної уваги до захисту від лісових пожеж.

Наступним етапом визначення впливу є визначення можливої інтенсивності поширення верхових пожеж на об'єкти ОПН.

Рельєф місцевості, на думку І.С.Мелехова, впливає на виникнення та розвиток верхової пожежі таким чином, що низова пожежа на сухих підвищеннях переходить у верхову на крони хвойних насаджень, розташованих у низовинах. За умов зростання дерев на схилах їхні гілки, розташовані у напрямі зростання висоти рельєфу, перебувають на ближчій відстані до землі, ніж з інших боків. Вони можуть зайнятися швидше, що призведе до виникнення верхової пожежі. Крім того, низова пожежа вгору по поверхні схилу поширюється значно швидше, ніж в інших напрямках. При цьому висота полум'я та інтенсивність низової пожежі будуть вищими, ніж для рівнинного рельєфу, що також сприяє переходу низової пожежі у верхову.

Для оцінки стану лісових масивів та визначення крутизни схилів Карпатських гір була розроблена карта Івано-Франківської області, на якій зазначено (Рис.3):

- розподіл області на райони;
- лісові масиви області;
- аналіз пожежонебезпечних схилів.

Як зазначено вище, рельєф впливає на розвиток верхової пожежі. Оскільки по нахилених гілках пожежа може швидко перейти на крону дерев, потрібно визначити найбільш небезпечні схили області. Є зрозумілим те, що чим більша крутизна схилу, тим розвиток верхової пожежі є ймовірнішим. Аналізуючи літературні джерела, робимо висновок, що автори подають різні значення щодо крутизни схилів, але в більшості літературних джерел зустрічаються крутизни із значеннями біля 9°. Отже, на карті визначено пожежонебезпечні схили Івано-Франківської області, починаючи від 9° і закінчуючи 53°.

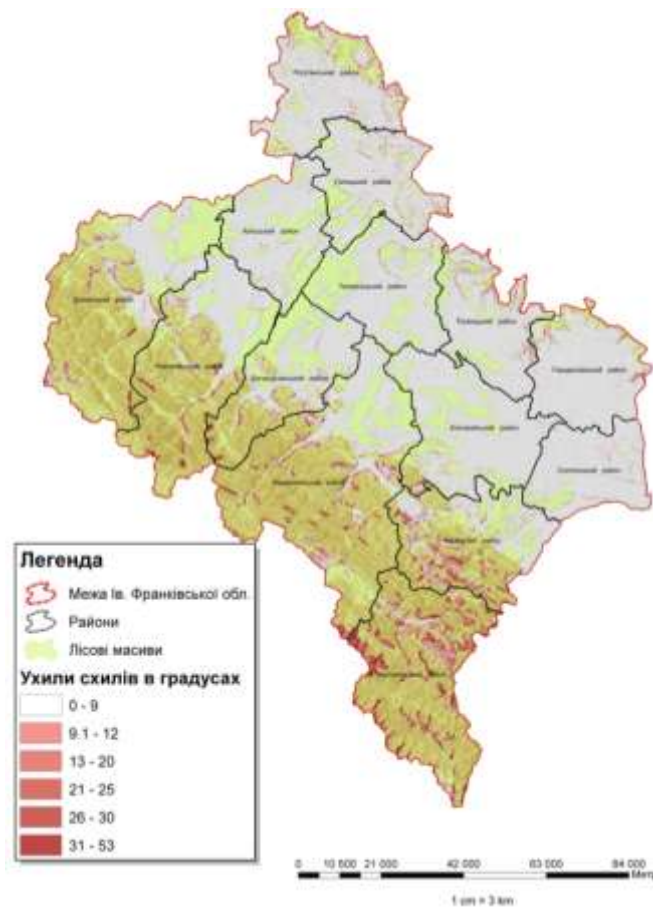


Рис. 3. Розміщення лісових насаджень на пожежонебезпечних схилах.

Аналізуючи картографічні дані робимо висновок, що найбільше пожежонебезпечних схилів знаходиться на півдні Івано-Франківської області. Отже у цих місцях є висока ймовірність розвитку верхових пожеж внаслідок низових, проте об'єктів підвищеної небезпеки в південній частині розташовано найменше. Тому слід зробити висновок, що загалом верхові пожежі не загрожують об'єктам підвищеної небезпеки в Івано-Франківській області.

Висновки. У даній роботі розроблено етапи управління проектом визначення впливу пожежної та техногенної небезпеки об'єктів підвищеної небезпеки на прикладі лісових масивів Івано-Франківської області. Проект розроблявся на основі даних дистанційного зондування Землі (супутникових знімків).

На початку використання методики проводилася обробка супутникових даних за допомогою програмних пакетів ENVI і ArcGIS. У цих пакетах була проведена прив'язка супутникових знімків до кордонів України та Івано-Франківської області. У наступному етапі обробки було визначено вегетаційний індекс NDVI, що дозволяє провести аналіз стану живої рослинності території України та визначити, в якому місці знаходиться лісові масиви, відкритий ґрунт чи водне середовище. Також було визначено температурний індекс, який дозволяє зробити оцінку температури поверхні Землі.

У програмі ArcGIS була проведена корекція отриманих результатів, визначено значення вегетаційного та температурного індексу. Створено аналітичну карту відстаней об'єктів підвищеної небезпеки до лісових масивів, які можуть загрожувати їхній безпеці. На карту нанесено об'єкти 1-го та 2-го класу небезпеки. Описуються можливі шляхи переходу лісових пожеж на об'єкти. На базі даних радарної топографії космічного апарату Шатл (Shuttle Radar Topography Mission SRTM) створена карта пожежонебезпечних схилів, які можуть створювати загрозу виникнення верхових лісових пожеж. Карта була створена на основі оцінки крутизни схилів.

Представлений алгоритм проведення оцінки пожежної небезпеки на основі супутникових та розрахункових даних.

Перспективою подальших розвідок у даному напрямку є проведення прогнозів виникнення лісових пожеж у вибраних областях і районах України.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Canadian Forest Fire Danger Rating System / B.J. Stocks, M.E. Alexander, R.S.McAlpine et al. – Canadian Forestry Service, 1987. – 500 P.
2. Deeming J.E., Burgan K.E., Cohen J.D. The national fire danger rating system. Ogden, Utah: USDA Forest Service, General Technical report. INT-39. 1978. 66 P
3. Camia A., Barbosa P., Amatulli G., San-Miguel-Ayanz J. Fire Danger Rating in the European Forest Fire Information System (EFFIS): Current developments // Forest Ecology and Management. 2006. Vol. 234. Supplement 1. P. S20.
4. Нестеров В.Г. Горимость леса и методы ее определения. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1949. 76 С.

5. Lee B.S., Alexander M.E., Hawkes B.C., Lynham T.J., Stocks B.J., Englefield P. Information systems in support of wildl and fire management decision making in Canada // Computer sand Electronics in Agriculture. 2002. Vol. 37. N 1-2. P. 185 –198.
6. Canadian Forest Fire Danger Rating System / B.J. Stocks, M.E. Alexander, R.S. McAlpine at all. – Canadian Forestry service, 1987. – 500 P.
7. TaylorS.W., AlexanderM.E. Science, technology and human factors in fired angerrating: the Canadian experience // International Journal of Wild land Fire. 2006. Vol.15. N 1.P. 121 – 135.
8. Van Wagner C.E. Development and structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System / Petawawa. Canadian Forest Service. Technicalreport 35. – Ontario, 1987. 37 P
9. Deeming J.E., Burgan K.E., Cohen J.D. The national fire danger rating system. Ogden, Utah: USDA Forest Service, General Technical report. INT-39. 1978. 66 P
10. Viegas D. X., Bovio G., Ferreira A., Nosenzo A., Sol B. Comparative Study of Various Methods of Fire Danger Evaluation in Southern Europe// International Journal of Wild land Fire. 1999. Vol. 9. N 4. P. 235 – 246/
11. Van Wagner C.E. Development and structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System / Petawawa. Canadian Forest Service.Technical report 35. - Ontario, 1987. 37 p.
12. Camia A., Barbosa P., Amatulli G., San-Miguel-Ayanz J. Fire Danger Rating in the European Forest Fire Information System (EFFIS): Current developments // Forest Ecology and Management. 2006. Vol. 234. Supplement 1. P. S20.
13. Реєстр об'єктів підвищеної небезпеки Державної служби гірничого нагляду та промислової безпеки [електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.dnop.kiev.ua/index.php?option=com_content&task=view&id=5858&Itemid=165

Y. P.Starodub prof.; P.P.Ursulyak

Lviv State University Life Safety79000, Lviv, st. Kleparivska 35.

MANAGEMENT OF THE PROJECT DETERMINING THE INFLUENCE OF FOREST FIRES AT HIGH RISK IVANO-FRANKIVSK REGION OBJECTS

A stages of project management to define the impact of fire and man-made hazards of high risk Ivano-Frankivsk region forests elaborated. Satellite data to determine forest fire danger conducted. Assessment of forest plantations in the present made. The method of processing data from the satellite proposed. Created analytical map distances of high risk to forests, which can threaten their security. The map is marked with the objects of the 1st and 2nd class insecurity. The paper describes the migration paths of forest fires at high risk objects. Based on data radar tomography spacecraft shuttle (Shuttle Radar Topography Mission STRM), created a map of fire slopes, which may threaten riding of forest fires. This map was created based on steepness of slope.

Keywords: map, the object of fire danger, forest fire, steep slopes.

Ю. П. Стародуб д.ф-м.н., проф.; П. П. Урсуляк

(Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности)

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТОМ ВЛИЯНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТЫ ПОВЫШЕННОЙ ОПАСНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ИВАНО-ФРАНКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Разработаны этапы управления проектом определения влияния пожарной и техногенной опасности объектов повышенной опасности Ивано-Франковской области на лесные массивы. Проведена обработка спутниковых данных для определения пожарной опасности лесов. Сделана оценка состояния лесных насаждений в настоящее время. Предложена методика обработки данных со спутника. Создана аналитическую карту расстояний объектов повышенной опасности от лесных массивов, которые могут угрожать их безопасности. На карту нанесены объекты 1-го и 2-го класса опасности. В работе описаны возможные пути перехода лесных пожаров на объекты повышенной опасности. На базе данных радарной томографии космического аппарата Шаттл (Shuttle Radar Topography Mission STRM), создана карта пожароопасных склонов, которые могут создавать угрозу возникновения верховых лесных пожаров. Эта карта была создана на основе оценки крутизны склонов.

Ключевые слова: Карта, объект пожарной опасности, лесной пожар, крутизна склонов.