

5. Вайсман, В. Новая методология створення інноваційного розвитку проектно-керованих організацій [Текст] / В. Вайсман, В. Гогунський // Економіст. — 2011. — № 8(298). — С. 11–13.
6. Чернова, Л. С. Типология проектно-ориентированной и проектно-управляемой систем предприятия [Текст] / Л. С. Чернова // Прогресивні технології і системи машинобудування. — 2012. — Вип. 1, 2. — С. 327–331.
7. Шахов, А. В. Энтропийная модель портфельного управления проектно-ориентированной организацией [Текст] / А. В. Шахов // Управління проектами та розвиток виробництва. — 2014. — № 2(50). — С. 87–95.
8. Грудзинский, А. О. Концепция проектно-ориентированного университета. Профессиональная предпринимательская организация вуза [Текст] / А. О. Грудзинский. — Нижний Новгород: ННГУ, 2004. — 370 с.
9. Оберемок, І. І. Методи та засоби проектно-орієнтованого управління у вищих навчальних закладах [Текст]: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.13.22 / І. І. Оберемок; Київ, нац. ун-т буд-ва та архіт. МОН України. — К., 2003. — 17 с.
10. Лізунов, П. П. Моделі та засоби формування комплексного інформаційно-освітнього середовища навчального закладу [Текст] / П. П. Лізунов, А. О. Білощичкий // Системи обробки інформації. — 2007. — Вип. 5(63). — С. 2–7.
11. Коляда, О. П. Проектно-ориєнтована формалізація стратегічного компонента функціональної діяльності вищого учебного заведения [Текст] / О. П. Коляда // Управління проектами та розвиток виробництва. — 2008. — № 3(27). — С. 81–87.
12. Коляда, О. П. Інструментальний засіб відбору проектів у портфель вищого навчального закладу в рамках концепції стратегічної єдності [Текст] / О. П. Коляда // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2010. — № 1/2(43). — С. 31–33. — Режим доступу: \www/URL: http://journals.urau.ua/eejet/article/view/2502
13. Россошанська, О. В. Особливості портфельного управління проектами вищого навчального закладу [Текст]: матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф., 24–26 вересня 2008 р. / О. В. Россошанська, О. О. Осік // Управління проектами: стан та перспективи. — Миколаїв, 2008. — С. 138–139.
14. Оборський, Г. О. Стандартизація і сертифікація процесів управління якістю освіти у вищому навчальному закладі [Текст] / Г. О. Оборський, В. Д. Гогунський, О. С. Савельєва // Праці Одеського політехнічного університету. — 2011. — № 1(35). — С. 251–255.
15. Оборський, Г. А. Інструменти реалізації ціннісного підходу в проектах дистанційного навчання [Текст] / Г. А. Оборський, А. Е. Колесников, А. Н. Миколюк // Електротехнічне і комп'ютерні системи. — 2015. — № 19. — С. 330–333.
16. Логинов, О. В. Основные проекты развития образовательной деятельности вузов [Текст] / О. В. Логинов // Технологический аудит и резервы производства. — 2013. — № 1/3 (9). — С. 33–36. — Режим доступа: \www/URL: http://journals.urau.ua/tag/article/view/12256
17. Онищенко, С. П. Разработка инструментов управления временем в рамках планирования реализации программы развития предприятия [Текст] / С. П. Онищенко, Е. С. Арабаджи // Технологический аудит и резервы производства. — 2016. — № 2/3(28). — С. 7–12. doi:10.15587/2312-8372.2016.66674

ОРГАНІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛУ ЗАВДАНЬ ПО ПІДРОЗДІЛАМ ПРОЕКТНО-ОРІЄНТОВАНОГО ВНЗ

Розроблено інструментальне забезпечення організації розподілу завдань по підрозділах проектно-орієнтованого підприємства, яке включає в себе: концепцію організації розподілу безлічі завдань, принципову структуру інформаційного опису завдань підрозділу відповідно до проектного підходу, забезпечення розподілу завдань за часовими періодами. В основі пропонування результатів — уявлення множини завдань в системі управління вузом у вигляді системної сукупності мережових моделей проектів, що відповідають як процесу розвитку, так і поточній діяльності ВНЗ.

Ключові слова: мережева модель, теорія множин, проект, розподіл, завдання.

Онищенко Светлана Петровна, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой коммерческого обеспечения транспортных процессов, Одесский национальный морской университет, Украина, e-mail: onyshenko@gmail.com.

Логинов Олег Владимирович, соискатель, кафедра коммерческого обеспечения транспортных процессов, Одесский национальный морской университет, Украина.

Онищенко Світлана Петрівна, доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри комерційного забезпечення транспортних процесів, Одеський національний морський університет, Україна.

Логінов Олег Володимирович, здобувач, кафедра комерційного забезпечення транспортних процесів, Одеський національний морський університет, Україна.

Onyshchenko Svitlana, Odessa National Maritime University, Ukraine, e-mail: onyshenko@gmail.com.

Loginov Oleg, Odessa National Maritime University, Ukraine

УДК 681.325

DOI: 10.15587/2312-8372.2016.76154

Путренко В. В.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕКИ ВИНИКНЕННЯ ПРИРОДНИХ ПОЖЕЖ НА ОСНОВІ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Розглянуто методіку побудови моделі оцінки небезпеки виникнення природних пожеж на основі використання інтелектуального інструментарію ГІС-аналізу та алгоритму класифікації С4.5. Виділено основні групи факторів, які впливають на виникнення пожеж, реалізовано методіку ГІС-аналізу для України, яка містить 5 етапів. Проведено аналіз отриманих результатів з метою надання рекомендацій для органів управління.

Ключові слова: інтелектуальний аналіз, природна пожежа, факторний аналіз, ГІС-аналіз, класифікація, зонування, ризик.

1. Вступ

В структурі надзвичайних ситуацій природного походження пожежі традиційно займають провідні позиції

за своєю небезпекою та потенційним збитком. В зв'язку з цим актуальним є завдання оцінки небезпек виникнення природних пожеж на території України. Створення геоінформаційної моделі для інтелектуального аналізу

природних пожеж включає проведення факторного аналізу чинників, які впливають на вірогідність виникнення пожеж, оцінку кожного із цих чинників та визначення інтегральної оцінки, яка вказує на ступінь небезпеки для певної території.

2. Об'єкт дослідження та його технологічний аудит

Об'єктом дослідження є виникнення природних пожеж.

Виникнення природних пожеж пов'язано з чисельними збитками та загрозою для сталого розвитку і безпеки життя. Ці пожежі мають різний характер в залежності від умов виникнення пожежі, рослинного та ґрунтового покриву. Тому необхідною умовою оцінки небезпек є вибір факторів, які впливають на можливість виникнення пожежі. До основних груп природних факторів відносяться рельєф, рослинний покрив та кліматичні ресурси, які разом визначають особливості ландшафтно-

структури, які при певній вірогідності можуть сприяти виникненню пожеж.

Фактор рельєфу містить декілька важливих складових. До таких складових відноситься висота фізичної поверхні над рівнем моря, яка визначає інсоляцію та розчленованість рельєфу, ухил поверхні, експозиція схилів. Висота над рівнем моря впливає на рівень інсоляції поверхні, а також на ступінь розподілу опадів, вологи та температурного режиму. В силу цього зі збільшенням висоти рельєфу спочатку вірогідність виникнення пожеж збільшується до певної висоти, а потім починає зменшуватися (рис. 1, *а*). Ухил рельєфу впливає на кут падіння сонячних променів, тому зі збільшенням куту ухилу збільшується вірогідність виникнення пожежі (рис. 1, *б*). Таку ж роль відіграє експозиція схилів, яка визначає розподіл сонячної енергії за сторонами світу. В цьому випадку найнижчу вірогідність мають схили з північною експозицією ($316 - 45^\circ$), далі — західною ($226 - 315^\circ$), східною ($46 - 135^\circ$) та найбільшу вірогідність мають південні схили ($136 - 225^\circ$) (рис. 1, *в*).

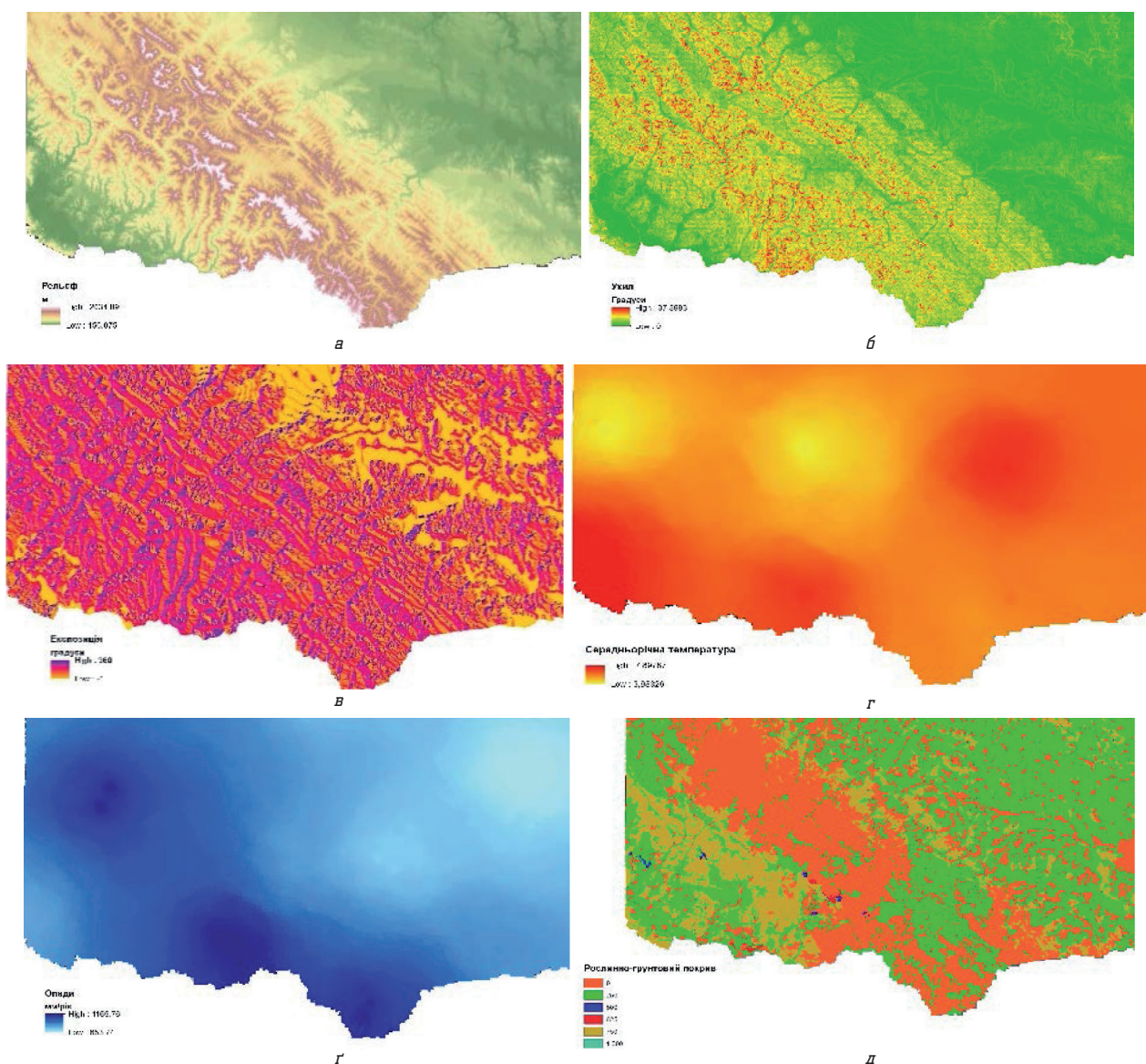


Рис. 1. Фрагмент побудови растрових моделей для оцінки факторів впливу на небезпеку виникнення природних пожеж для території південної частини Українських Карпат: *а* — рельєф; *б* — ухил рельєфу; *в* — експозиція схилів; *г* — середньорічна температура повітря; *д* — середньорічна кількість опадів; *е* — рослинний покрив

Кліматичні фактори відіграють провідну роль в оцінці небезпеки природних пожеж. Традиційно для моделювання ризиків пожеж враховують такий набір чинників, як температурний режим, опади, баланс вологи, сонячна радіація, напрямок та швидкість вітру. При аналізі було враховано тільки основні чинники: середньорічну температуру в градусах Цельсія та середньорічну кількість опадів у міліметрах. Відповідно фактор температури враховується в моделі як стимулятор збільшення небезпеки природних пожеж (рис. 1, з). Фактор опадів є дистимулятором і з його збільшенням небезпека зменшується (рис. 1, r).

Основним фактором виникнення природних пожеж виступає рослинний та ґрунтовий покрив. В залежності від його характеру ранжується потенційна небезпека пожеж. В залежності від співвідношення ступеня покриття ґрунтового покриву та видів рослинності можливо виділення різних просторових угруповань за ступенем небезпеки виникнення пожеж. Основними ознаками для рослинності виступають типізація за показниками лісовий покрив, чагарник чи трав'яний покрив; вічно-зелений або сезонний покрив лісів, хвойні чи листяні ліси; співвідношення видів рослинності та ступінь проектного покриття ґрунтів. Для ґрунтового покриву важливими факторами є відкриті території, вологість ґрунтів та умови їх формування — водно-болотні угіддя та торфові родовища. Також велике значення мають форми землекористування: сільськогосподарські території різних типів, урбанізовані території, інші типи землекористування. Лісові та степові території мають найбільший ступінь небезпеки. В тому числі вічнозелені хвойні ліси та степова територія з різним типом рослинності (рис. 1, д).

3. Мета та задачі дослідження

Метою дослідження є розробка інструментарію та методики інтелектуального аналізу для оцінювання небезпеки природних пожеж на основі геопросторових даних та інструментів ГІС-аналізу.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

1. Визначити основні фактори виникнення природних пожеж.
2. Використати алгоритм С4.5 для класифікації методом дерева рішень території України за ознаками пожежної небезпеки.
3. Розробити методику ГІС-аналізу класифікованих даних.
4. Провести ГІС-аналіз отриманих геопросторових даних.
5. Розробити рекомендації на регіональному рівні з попередження небезпек виникнення природних пожеж.

4. Аналіз літературних даних

Використання елементів інтелектуального аналізу при прогнозуванні природних пожеж досліджено у багатьох вітчизняних та зарубіжних роботах. У роботі [1] досліджувалось питання моніторингу природних пожеж засобами дистанційного моніторингу. Щорічна доповідь про стан навколишнього середовища [2] вказує на небезпеку та розповсюдження природних пожеж в Україні. Автори роботи [3] пропонують використан-

ня нейромережних алгоритмів у прогнозуванні лісових пожеж. Загальні підходи к геоінформаційній оцінці небезпек пожеж описано в [4]. Аналіз природної динаміки пожеж викладено в роботі [5]. Статистичному оцінюванню ризиків пожеж присвячено роботи [6, 7]. Просторово-часові особливості пожеж досліджено авторами роботи [8]. Питання використання інтелектуального аналізу даних про природні пожежі розглянуто у роботі [9]. Методи штучного інтелекту задіяні при аналізі пожеж в роботі [10]. Аналіз вищезгаданих робіт показав, що загальноприйнятих алгоритмів оцінки небезпек потребують значного уточнення в залежності від природних умов території.

5. Матеріали та методи дослідження

С4.5 алгоритм, заснований на алгоритмі ID3, додає функцію трансляції дерева рішень в еквівалентні правила і рішення відносно значення завдання дослідження. С4.5 адаптує метод ентропії інформації і вибирає атрибут максимальної швидкості вилучення інформації і відповідно пороговий сегмент, як кращий атрибут тестування і порогове значення сегмента.

Продуктування дерева рішень.

5.1. Розрахунок інформаційної ентропії в класифікації.

Припустимо, що S буде число прикладів в навчальних наборах, де є m класифікацій зразків C_i ($i = 1, 2, \dots, m$). S_i є числом зразків в класифікації C_i . Обчислювальна формула має наступний вигляд:

$$I(S_1, S_2, \dots, S_m) = \sum_{i=1}^m p_i \log_2(p_i),$$

де $p_i = S_i/S$ є ймовірність довільного прикладу, що належить C_i .

5.2. Обчислення інформаційної ентропії кожного атрибута.

Нехай Атрибут X володіє v значеннями $\{x_1, x_2, \dots, x_v\}$, яка поділяє S на v підмножин $\{s_1, s_2, \dots, s_v\}$. S_j включає в себе ті приклади з S , які приймають значення x_j для атрибута X ($j = 1, 2, \dots, v$). Очікувана ентропія (Умова ентропії) використання атрибута X , як атрибута класифікації:

$$E(X) = \sum_{j=1}^v \frac{s_{1j} + \dots + s_{mj}}{s} I(s_{1j}, \dots, s_{mj}),$$

де s_{ij} — це кількість прикладів, які відносяться до класифікації C_i в підмножини s_j , та:

$$I(s_{1j}, s_{2j}, \dots, s_{mj}) = \sum_{i=1}^m p_{ij} \log_2(p_{ij}),$$

в якій $p_{ij} = s_{ij}/s_j$ — це ймовірність кожного прикладу в s_j , що належать до C_i .

5.3. Розрахунок коефіцієнта посилення інформації та посилення інформації, відносно атрибута. Інформаційна функція посилення атрибутів X є:

$$Gain(X) = I(S_1, S_2, \dots, S_m) - E(X).$$

Функція інформаційного посилення має тенденцію виробляти велике значення для тестового значення, яке, ймовірно, виробляє мультигілки. Однак тест на продукування мультигілок не означає, що отримано кращий прогнозний результат для цих невідомих об'єктів. Функція швидкості посилення інформації може заповнити брак інформаційного посилення. Швидкість передачі інформації посилення є поліпшення отримання інформації, яке може усунути вплив атрибута продукування мультигілки. Функція інформаційного підсилення розглядає не тільки число вузлів, але також і розмір кожного вузла (кількість прикладів) для кожного сегменту. Те, що вона розглядає не є кількість інформації, яка включена в класифікацію, але кожен сегмент. Інформація приросту атрибутів X є:

$$A(X) = \frac{Gain(X)}{I(S_1, S_2, \dots, S_v)}$$

де v є число гілок вузла і S_i є кількість записів для i -й гілки.

5.4. Створення дерева рішень. В свою чергу обчислюється інформаційне посилення $Gain(X)$ і швидкість посилення інформації $A(X)$ кожного атрибуту і вибирається в якості тесту той атрибут, який володіє найбільшою мірою посилення інформації, а також значення коефіцієнта посилення інформації, яке не нижче, ніж у середньому для всіх атрибутів. Тест атрибуту приймається як вузол і кожний розподіл атрибута, як гілка сегментувати прикладів. Якщо всі приклади вузла належать одному і тому ж класу, то вузол є листом, який відрізняється своєю класифікацією. Було б добре сформулювати початкове рішення про дерево методом рекурсії, коли всі приклади кожної підмножини отримали те ж саме значення головного атрибуту або такого атрибута для використання, якого немає у вибірці. З використанням цього алгоритму було побудовано дерево рішень, яке визначає, до яких класів за пожежною небезпекою відносяться ділянки земного покриття.

6. Результати дослідження

6.1. Реалізація дерева прийняття рішень для пожежної небезпеки території.

Земний покрив

Лісовий покрив

Вічнозелений хвойний ліс — 0,688

Вічнозелений листяний ліс — 0,625

Сезонний хвойний ліс — 0,938

Сезонний листяний ліс — 0,750

Мішаний ліс — 0,625

Чагарники

Густі чагарники — 0,938

Відкриті чагарники — 0,875

Луки

Лісостеп — 0,563

Степ — 0,500

Різотрав'я — 1,000

Лучно-болотні угіддя — 0,063

Антропогенно змінені території

Сільськогосподарські поля — 0,250

Урбанізовані території — 0,188

Сінокоси та багаторічні насадження — 0,313

Рельєф

Кут нахилу поверхні, град.

0–5 — 0,022

6–10 — 0,067

11–15 — 0,133

16–20 — 0,222

21–25 — 0,333

26–30 — 0,467

31–35 — 0,622

36–40 — 0,800

>40 — 1,000

Експозиція схилу

Північна (316 — 45°) — 0,100

Західна (226 — 315°) — 0,300

Східна (46 — 135°) — 0,600

Південна (136 — 225°) — 1,000

Висота, м

0–483 — 1,000

484–1074 — 0,667

1075–1709 — 0,200

1710–2435 — 0,400

Кліматичні чинники

Температура, °C

0–3,2 — 0,067

3,21–6,4 — 0,200

6,41–9,59 — 0,400

9,6–12,97 — 0,667

>12,97 — 1,000

Опади, мм

429–685 — 1,000

686–861 — 0,667

868–992 — 0,4

993–1,180 — 0,2

>1,181 — 0,067

Усі чинники моделі нормалізуються у діапазоні від 0 до 1 одночасно з врахуванням їх впливу як стимуляторів та дестимуляторів у моделі.

6.2. Загальна методика оцінки небезпек. Методика складається з п'яти кроків:

1. Визначення відповідних даних для кожної загрози та характеристик цих даних.

2. Перекласифікація та трансформація даних у растровий формат.

3. Зважування вхідних даних та додавання стандартних значень в залежності від результатів обробки алгоритму С4.5.

4. Комбінування різних шарів даних.

5. Аналіз шару з даними про небезпеки.

6.3. Прикладне застосування методики. В якості первинних даних для моделювання показників рельєфу було використано дані з топографічних карт масштабу 1:200 000. За допомогою інструментів Spatial Analyst, які входять до складу ПЗ ArcGIS було проведено моделювання GRID-поверхні за допомогою алгоритмів обернено зважених відстаней. Ця модель була використана для побудови похідних карт ухилів рельєфу та експозиції схилів, а також їх перекласифікації згідно з визначеними схемами групування значень. Кліматичні дані були розраховані шляхом інтерполяції даних багаторічних спостережень метеопостів на території України. Дані про рослинний покрив та типи землекористування були отримані з топографічних даних масштабу 1:200 000 та даних про розподіл видового складу порід деревини за даними Міністерства екології та природних ресурсів України [2].

Важливим етапом розробки методики є визначення вагових коефіцієнтів під час операцій растрової алгебри, яка дозволяє зіставляти нормалізовані значення чинників та визначати їх сумарний вплив. Вагові коефіцієнти були визначені за результатами факторного аналізу. В даному випадку нормалізовані значення підсумовуються за допомогою інструменту Raster Calculator, який дозволяє обчислити нові растри на підставі тих, що існують, використовуючи ряд функцій і операторів. Небезпека пов'язана зі складом рослинного покриву та особливостями рельєфу розраховується за формулою:

Небезпека пов'язана зі складом рослинного покриву та особливостями рельєфу (N_1) розраховується за формулою:

$$N_1 = 0,54Z + 0,32R_2 + 0,09R_3 + 0,06R_1,$$

де Z — значення типу рослинного покриву; R_1 — висота рельєфу, м; R_2 — ухил поверхні рельєфу, градуси; R_3 — експозиція поверхні рельєфу.

Небезпека, пов'язана з кліматичними факторами (N_2), розраховується за формулою:

$$N_2 = 0,7375T + 0,2625O,$$

де T — значення середньорічної температури; O — значення середньорічної кількості опадів.

Інтегральна оцінка небезпеки виникнення природних пожеж (N) розраховується за формулою:

$$N = 0,81N_1 + 0,19N_2.$$

Результуючі значення отримано в діапазоні від 0 до 1, де значення 0 унеможливають можливість природних пожеж (наприклад, водні поверхні), значення близькі до 1 свідчать про високу небезпеку потенційного виникнення природних пожеж.

На останньому етапі аналізу було використано методи зональної статистики із використанням адміністративно-територіального поділу території України за районами. В цьому випадку для кожної одиниці було розраховано середнє зважене значення небезпеки природних пожеж. Ця інформація може бути використана в управлінні територіальним розвитком та попередженні надзвичайних ситуацій (рис. 2).

Аналіз статистичного розподілу показників пожежної небезпеки за районами України вказує на підвищення небезпеки природних пожеж на півдні країни в Одеській, Миколаївській областях та АР Крим. Також певні осередки спостерігаються в Закарпатській, Вінницькій, Черкаській та Харківській областях. Високі значення пожежної небезпеки характерні для хвойних лісів Карпат.

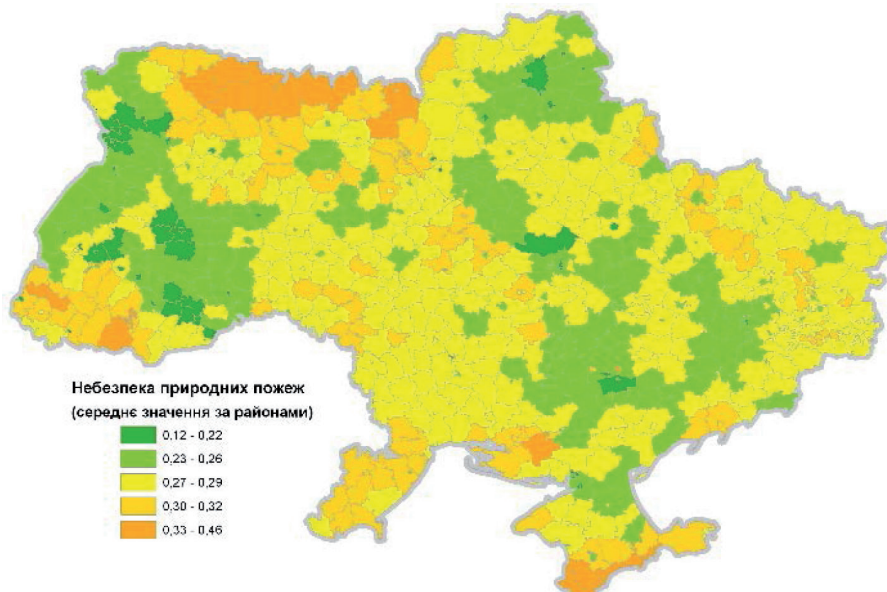


Рис. 2. Інтегральна середня оцінка небезпеки виникнення лісових пожеж за адміністративними районами

Низькі значення пожежної небезпеки спостерігаються в західних районах Львівської та Волинської областей, Придніпров'ї, деяких районах Лівобережного Полісся, хоча на півночі Рівненської та Житомирської областей спостерігаються високі значення, пов'язані з торфвищами та характером рослинності. Надання оцінки в розрізі районів дає більш генералізовану ситуацію, яка вказує загальні тенденції в розподілі небезпеки природних пожеж та може використовуватися у попередженні надзвичайних ситуацій.

7. SWOT-аналіз результатів дослідження

Серед сильних сторін даного дослідження є використання математичних методів класифікації для поділу кожної елементарної одиниці території за показниками пожежної небезпеки. Також до сильних сторін відноситься отримання значень зональної статистики для адміністративних одиниць рівня району, що дозволяє формувати заходи з протидії виникненню природних пожеж безпосередньо на нижніх управлінських ланках.

Слабкі сторони дослідження пов'язані з тим, що група кліматичних факторів характеризується значною динамікою конкретних погодних умов, які безпосередньо впливають на ризик виникнення пожеж і можуть значно відрізнитись від середньорічних моделей значень.

Тому перспективи подальших досліджень в значній мірі пов'язані з врахуванням стохастичного характеру стану атмосфери на небезпеку виникнення природних пожеж та вторинні зв'язки погодних умов та стану підстилаючої поверхні.

Сучасний характер управління ліквідацією надзвичайних ситуацій майже не передбачає інструментів моделювання, передбачення та завчасного попередження виникнення надзвичайних ситуацій. Тому використання карти пожежної небезпеки для оптимізації матеріальних витрат, в тому числі, в страховому секторі залишається без застосування.

8. Висновки

У ході проведених досліджень:

1. Встановлено основні групи факторів виникнення природних пожеж, які поділяються на фактори рельєфу, земного покриття та кліматології.
2. Проведено класифікацію методом дерева з використанням алгоритму C4.5
3. Виконано аналіз методики розробки класифікованих даних.
4. Розроблено методики ГИС-аналізу класифікованих даних.
5. Здійснено ГИС-аналіз на основі отриманих даних та коефіцієнтів.
6. Розроблено рекомендації на регіональному рівні з попередження небезпек виникнення природних пожеж.

Література

1. Колодяжний, О. А. Організація космічного моніторингу пожеж [Текст] / О. А. Колодяжний, Е. Luhmann, А. Г. Машковський, Л. С. Потапенко, Ю. М. Штепа // Космічна наука і технологія. — 2002. — Т. 8, № 2–3. — С. 246–248.
2. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2011 році [Текст]. — К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, LAT&K, 2012. — 258 с.
3. Ясинский, Ф. Н. Прогнозирование вероятности возникновения лесных пожаров с помощью нейросетевого алгоритма на многопроцессорной вычислительной технике [Текст] / Ф. Н. Ясинский, О. В. Потёмкина, С. Г. Сидоров, А. В. Евсеева // Вестник ИГЭУ. — 2011. — Вып. 2. — С. 1–4.
4. Atlas of natural hazards & risks of Georgia [Electronic resource]. — 2012. — Available at: \www/URL: http://drm.cenn.org/index.php/en/
5. Oneal, C. B. Geographic Analysis of Natural Fire Rotation in the California Redwood Forest During the Suppression Era [Text] / C. B. Oneal, J. D. Stuart, S. Steven, L. Fox // Fire Ecology. — 2006. — Vol. 2, № 1. — P. 73–99. doi:10.4996/fireecology.0201073
6. Jovanovic, R. Spatial analysis and mapping of fire risk zones and vulnerability assessment: Case study mt. Stara planina [Text] / R. Jovanovic, Z. Bjeljic, O. Miljkovic, A. Terzic // Journal of the Geographical Institute Jovan Cvijic, SASA. — 2013. — Vol. 63, № 3. — P. 213–226. doi:10.2298/ijgi1303213j
7. Brillinger, D. R. Risk assessment: a forest fire example [Text] / D. R. Brillinger, H. K. Preisler, J. W. Benoit, D. Goldstein, T. Speed (Eds.) // Statistics and Science: a Festschrift for Terry Speed — IMS Lecture Notes Monograph Series. — Beachwood, OH: Institute of Mathematical Statistics, 2003. — Vol. 40. — P. 177–196. doi:10.1214/lnms/1215091142

8. Cheng, T. Applications of spatio-temporal data mining and knowledge for forest fire [Text] / T. Cheng, J. Wang // Proceedings of the ISPRS Technical Commission VII Mid Term Symposium. — Enschede, The Netherlands, 2006. — P. 148–153.
9. Cortez, P. A Data Mining Approach to Predict Forest Fires using Meteorological Data [Text] / P. Cortez, A. Morais // Proceedings of the 13th Portuguese Conference on Artificial Intelligence «New trends in artificial intelligence» (EPIA 2007), Guimarães, Portugal, December 2007. — Lisboa: APPIA, 2007. — P. 512–523.
10. Özbayoglu, A. M. Estimation of the Burned Area in Forest Fires Using Computational Intelligence Techniques [Text] / A. M. Özbayoglu, R. Bozer // Procedia Computer Science. — 2012. — Vol. 12. — P. 282–287. doi:10.1016/j.procs.2012.09.070

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОПАСНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Рассмотрено методику построения модели оценки опасности возникновения природных пожаров на основе использования интеллектуального инструментария ГИС-анализа и алгоритма классификации C4.5. Выделены основные группы факторов, которые влияют на возникновения пожаров, реализовано методику проведения ГИС-анализа для Украины, которая содержит 5 этапов. Проведен анализ полученных результатов с целью предоставления рекомендаций для органов управления.

Ключевые слова: интеллектуальный анализ, природный пожар, факторный анализ, ГИС-анализ, классификация, зонирование, риск.

Путренко Віктор Валентинович, кандидат географічних наук, старший науковий співробітник, Навчально-наукового комплексу «Інститут прикладного системного аналізу», Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна, e-mail: putrenko@wdc.org.ua.

Путренко Виктор Валентинович, кандидат географических наук, старший научный сотрудник, Учебно-научный комплекс «Институт прикладного системного анализа», Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Украина.

Putrenko Viktor, Educational-Scientific Complex «Institute for Applied System Analysis», National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: putrenko@wdc.org.ua