20. Tabios G. Q. A comparative analysis of techniques for spatial interpolation of precipitation / G. Q. Tabios, J. D. Salas // Water Resour. Bull. — 1985. — N. 21. — P. 365-380.

21. Tveito O.E. The use of Geographic information systems in climatology and meteorology / O.E. Tveito, M. Wegehenkel, F.v.d. Wel, H. Dobesch. — Final report of COST Action 719, Cost Office, Brussels, EUR 23461. — 2008. — 246 p.

22. Ustrnul Z. System informacji geograficznej jako narzedzie do konstrukcji cyfrowych map klimatycznych / Z. Ustrnul // Klimatyczne aspecty srodowiska geograficznego. Pod red. J. Trepinskiej i Z. Oleckiego. — Krakow, 2006. — P. 365-374.

УДК 528.94

В. В. Путренко

Національний авіаційний університет

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕКИ ВИНИКНЕННЯ ПРИРОДИХ ПОЖЕЖ НА ОСНОВІ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Розглянуто методику побудови моделі оцінки небезпеки виникнення природних пожеж на основі використання інтелектуального інструментарію ГІС-аналізу. Розроблено методику і виділено основні групи факторів та їх показники, які впливають на небезпеку виникнення пожеж. Реалізовано методику проведення ГІС-аналізу геопросторових даних для території України, яка містить 5 етапів та складається зі збору, підготовки, нормалізації та інтегрального оцінювання небезпеки. Проведено аналіз отриманих результатів з метою надання рекомендацій для органів управління та попередження надзвичайних ситуацій.

Ключові слова: природна пожежа, факторний аналіз, ГІС-аналіз.

В. В. Путренко

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОПАСНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Рассмотрена методика построения модели оценки опасности возникновения природных пожаров на основе использования интеллектуального инструментария ГИС-анализа. Разработано методику и выделено основные группы факторов и их показателей, которые влияют на опасность возникновения пожаров. Реализована методика проведения ГИС-анализа геопространственных данных для территории Украины, которая содержит 5 этапов и состоит из сбора, подготовки, нормализации и интегрального оценивания опасности. Проведен анализ полученных результатов с целью предоставления рекомендаций для органов управления и предупреждения чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: природный пожар, факторный анализ, ГИС-анализ.

V. V. Putrenko

INTELLECTUAL ANALYSIS OF THE RISK OF NATURAL FIRES ON THE BASIS OF GIS TECHNOLOGIES

The methodology of constructing of the assessment model of wildfire risk by the means of GIS-analysis intellectual tools of was considered. The technique was developed and main groups of factors and indicators that influence the risk of fires were allocated. The methods of conducting GIS-analysis of geospatial data for the territory of Ukraine was realized; it contained 5 stages and consisted of collecting, preparing, normalization and integral danger evaluation. The analysis of the results in order to provide recommendations for the management and prevention of emergencies was obtained.

Keywords: wildfire, factor analysis, GIS-analysis.

Вступ. В структурі надзвичайних ситуацій природного походження пожежі традиційно займають провідні позиції за своєю небезпекою та потенційним збитком. У 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.

Вихідні передумови. Використання елементів інтелектуального аналізу при прогнозуванні природних пожеж досліджено в роботах Колодяжного О. А., Luhmann E., Машковського А. Г., Потапенко Л. С., Ясинського Ф. Н., Потемкиної О. В., Сидорова С. Г.[1, 3]. Цей напрям активно розвивається в роботах Christopher B. Oneal, John D. Stuart, Radmila Jovanovic, Zeljko Bjeljac та інших дослідників [4, 5, 6].

Метою дослідження є розробка інструментарію та методики інтелектуального аналізу для оцінювання небезпеки природних пожеж на основі геопросторових даних та інструментів ГІС-аналізу. Завданнями дослідження є визначення підходів до методики оцінки небезпек, збір, обробка та аналіз геопросторових даних, оцінка результатів інтелектуального ГІС-аналізу.

Виклад основного матеріалу дослідження. 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 небезпеки 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 ландшафтної 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. 1а]. Ухил рельєфу впливає на кут падіння сонячних променів, тому зі збільшенням куту ухилу збільшується вірогідність виникнення пожежі [Рис. 1б]. 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°), далі — західною (226-315°), східною (46-135°) та найбільшу вірогідність мають південні схили (136-225°) [Рис. 1в].

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. 1г]. Фактор опадів є дистимулятором і з його збільшенням небезпека зменшується [Рис.1д].

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; вічнозелений 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.1е].

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

Загальна методика оцінки небезпек 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.

4. Комбінування різних шарів даних.

5. Аналіз шару з даними про небезпеки.

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:

*(Тип рослинності * 0,54) + (Ухил * 0,32) + + (Експозиція * 0,09) + (Висота * 0,06)*

Небезпека пов'язана з кліматичними факторами розраховується за формулою:

*(Температура * 0,7375) + (Опади * 0,2625)*

Інтегральна оцінка природних пожеж розраховується за формулою:

*(Рослинний покрив * 0,81) + (Кліматичні фактори * 0,19)*

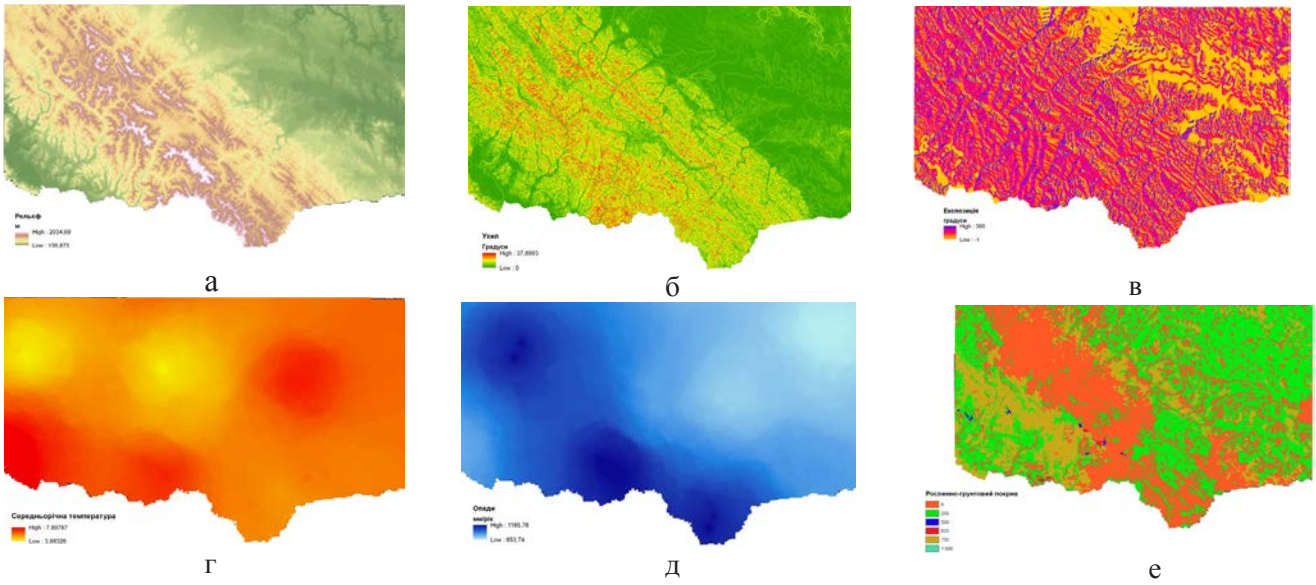

Рис. 1. Фрагмент побудови растрових моделей для оцінки факторів впливу на небезпеку виникнення природних пожеж для території південної частини Українських Карпат: а — рельєф; б — ухил рельєфу; в — експозиція схилів; г — середньорічна температура повітря; д — середньорічна кількість опадів; е — рослинний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

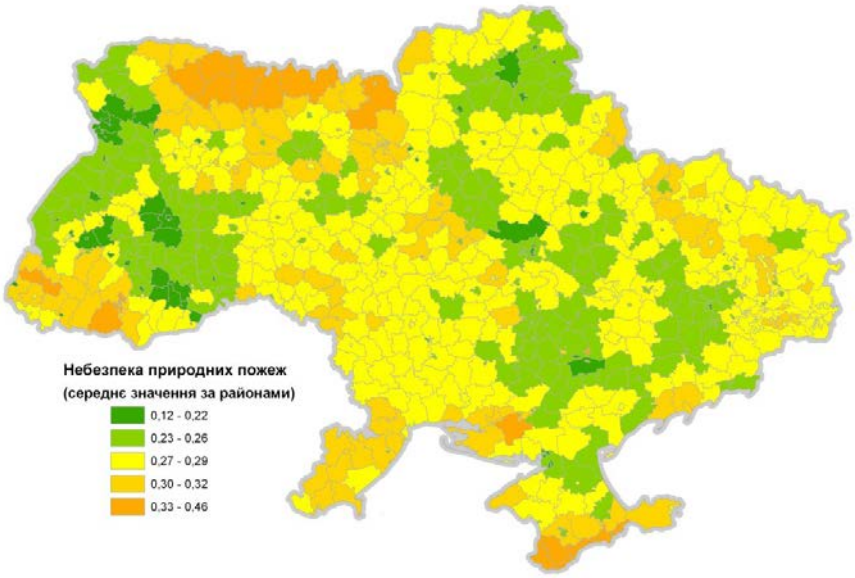

Рис. 2. Інтегральна середня оцінка небезпеки виникнення лісових пожеж за адміністративними районами.

Результуючі значення отримано в діапазоні від 0 до 1, де значення 0 унеможливлюють 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 південь 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. 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 торфовищами 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 попереджені надзвичайних ситуацій.

Висновки. Геоінформаційне моделювання дозво-

ляє будувати оціночні моделі різного ступеня складності. В тому числі оцінка небезпек природних та техногенних надзвичайних ситуацій є важливим завданням, яке потребує вирішення на основі використання географічних даних. Інтелектуальний аналіз факторної моделі небезпеки виникнення природних пожеж показав доцільність та ефективність використання операцій інтерполяції растрових поверхонь та їх подальшого аналізу за допомогою методів перекласифікації, нормалізації, зваженого числення та зональної статистики, що надає змогу отримання кількісної оцінки показника небезпек природного характеру.

Рецензент: д. геогр. н., проф. Л. М. Даценко

Література:

1. Колодяжний О. А. Організація космічного моніторингу пожеж / О. А. Колодяжний, E. Luhmann, А. Г. Машковський, Л. С. Потапенко, Ю. М. Штепа // Космічна наука і технологія. — [т.8, №2-3]. — 2002. — С. 246-248.

2. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2011 році. — 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/ Ф. Н. Ясинский, О. В. Потёмкина, С. Г. Сидоров, А. В. Евсеева // Вестник ИГЭУ. — [Вып. 2]. — 2011. — С. 1- 4.

4. Atlas of natural hazards & risks of Georgia // Caucasus Environmental NGO Network, 2012 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://drm.cenn.org/index.php/en/

5. Christopher B. Oneal, John D. Stuart, Steven J. Steinberg, Geographic analysis of natural fire rotation in the California redwood forest during the suppression era [Електронний ресурс] // Fire Ecology, Volume02, Issue01, Spring, 2006. — Режим доступу : http://fireecology.org/docs/Journal/pdf/Volume02/Issue01/073.pdf

6. Radmila Jovanovic, Zeljko Bjeljac,. Olgica Miljkovic, Aleksandra Terzic Spatial analysis and mapping of fire risk zones and vulnerability assessment — case study mt. Stara Planina [Електронний ресурс] // Prevention and Education in Natural Disasters, 2013. — Режим доступу : http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0350-7599/2013/0350-75991303213J.pdf

УДК 911.9:631.459.21

А. А. Светличный, А. В. Пяткова

Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ ПОЧВ

Рассмотрена проблема пространственного моделирования водной эрозии почвы как основы оптимизации эрозионной геосистемы агроландшафта. Представлена разработка реализованной с использованием аналитических возможностей ГИС-пакета PCRaster (Нидерланды) и языка программирования Visual Basic пространственной физико-статистической математической модели смыва-аккумуляции почвы, учитывающая пространственную неоднородность всех факторов водной эрозии. Пространственное моделирование смыва почвы с использованием модели проиллюстрировано на примере экспериментального водосбора Грачева Лощина (Курская область).

Ключевые слова: смыв-аккумуляция почвы, пространственная модель, ГИС-реализация, PCRaster.

О. О. Світличний, А. В. П'яткова

ГЕОІНФОРМАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВОДНОЇ ЕРОЗІЇ ҐРУНТІВ

Розглянуто проблему просторового моделювання водної ерозії ґрунту як основи оптимізації ерозійної геосистеми агроландшафту. Представлено розробку реалізованої з використанням аналітичних можливостей ГІС-пакету PCRaster (Нідерланди) та мови програмування Visual Basic просторової фізико-статистичної математичної моделі змиву-акумуляції ґрунту, яка враховує просторову неоднорідність всіх факторів водної ерозії. Просторове моделювання змиву ґрунту з використанням моделі проілюстровано на прикладі експериментального водозбору Грачова Лощина (Курська область).

Ключові слова: змив-акумуляція ґрунту, просторова модель, ГІС-реалізація, PCRaster.

A. A. Svetlitchnyi, A. V. Pyatkova

GIS MODELING OF WATER EROSION OF SOIL

The problem of spatial modeling of water soil erosion as the bases of optimization of erosive geosystem of agrolandscape is considered. The development of the spatial physical and statistical mathematical model of the soil washing-accumulation is presented. The model is realized with the use of analytical possibilities of GIS-package of PCRaster (Netherlands) and programming of Visual Basic language. The model is taking into account spatial heterogeneity of all factors of water soil erosion. The spatial design of the soil washing off with the use of model is illustrated on the example of experimental basin of Gracheva Dale (Kursk region).

Keywords: washing-accumulation of the soil, spatial model, GIS-realization, PCRaster.