

Гусак О. М.

## ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗПІЗНАВАННЯ І КЛАСИФІКАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ НА СУПУТНИКОВИХ ЗНІМКАХ

На основі даних геоінформаційних систем можливий прогноз поведінки пожеж та їх наслідків, що в свою чергу дозволяє здійснити планування заходів у рамках певних територій та періоду лісопожежного сезону з попередження загорання лісових ділянок і усунення наслідків пожеж.

**Ключові слова:** дистанційне супутникове зондування, операторська діяльність, багатоспектральні космічні зображення, оперативний моніторинг

### 1. Вступ

Реалізовані у сучасних геоінформаційних системах технології можуть стати основою для організації дистанційного моніторингу багатьох процесів, що відбуваються на поверхні Землі, зокрема лісових пожеж. На знімках, зроблених із космосу, можна побачити все — світлі плями вирубки лісів, льодову обстановку на річках і озерах, вогнища та шлейфи димів пожеж.

Більшість геоінформаційних систем містять програмне забезпечення для комп'ютерної обробки даних моніторингу, а також відкривають широкі можливості для реалізації алгоритмів обробки зображень, розроблених користувачем.

### 2. Аналіз відомих методів дистанційного зондування

Застосування багатоспектрального космічного сканування має ряд переваг перед іншими методами дистанційного зондування. Однією з них є можливість періодичного отримання космічного зображення. Це дає підстави для вивчення просторово-часової динаміки розповсюдження лісових пожеж.

Одним із основних результатів в галузі застосування даних дистанційного супутникового зондування для оперативного моніторингу лісових пожеж є створення багатоступінчастого алгоритму виявлення осередків загорянь, що дозволяє надійно реєструвати пожежі на площі 0,2–0,3 га, тобто в початковій стадії розвитку. Можливість визначення площ, вигорілих під час дії великих лісових пожеж, дозволяє проводити інвентаризацію післяпожежного стану лісів.

На основі даних геоінформаційних систем можливий прогноз поведінки пожеж та їх наслідків, що в свою чергу дозволяє здійснити планування заходів у рамках певних територій та періоду лісопожежного сезону з попередження загорання лісових ділянок і усунення наслідків пожеж.

Сучасні комплекси приймають інформацію із супутникових систем, однією з яких є американська супутникова система NOAA, що має середню просторову роздільну здатність 1 км і володіє високою оперативністю — зйомка проводиться 4–6 разів на добу. Використовуються дані п'ятиканальних радіометрів типу AVHRR в поєднанні з пороговими алгоритмами виявлення вогнищ, які базуються на застосуванні сукупності фік-

сованих порогових значень до вимірюваних характеристикам інтенсивності висхідного випромінювання. Основними інформативними ознаками тут є радіаційна температура (Т3) у третьому каналі і різниця температур (Т3 – Т4) третього і четвертого каналів. Інші комбінації вимірюваних характеристик зазвичай використовуються для контролю хмарності і найпростішого обліку варіацій впливу атмосфери. Очевидно, що точність роботи таких порогових алгоритмів залежить від варіацій оптико-геометричних умов спостережень:

- молекулярних, аерозольних і хмарних оптичних характеристик;
- змін оптичних параметрів траси спостереження за рахунок кута візування осі приладу;
- геометричних параметрів положення Сонця.

Система супутникового моніторингу лісових пожеж працює в автоматичному режимі, що дозволяє цілодобово, протягом пожежонебезпечного періоду вести прийом і обробку інформації з метою виявлення лісових пожеж.

До основних проблем застосування даного класу систем є: підвищення точності виявлення вогнища пожежі; скорочення помилкових сповіщень; виявлення різних типів загорянь; а також розробка загальної математичної моделі лісових пожеж, яка дозволить удосконалити методику прогнозу лісової пожежної небезпеки, так як за допомогою цієї моделі можна врахувати такі суттєві фактори, як вплив випромінювання Сонця, тип ґрунту і тип рослинності на сушіння шару лісових горючих матеріалів. Крім того, в рамках цієї моделі можна визначити поля щільності випромінювання над вогнищем лісової пожежі в різні моменти часу, що в принципі дозволяє створити нову методику виявлення та діагностики лісових пожеж за даними аерокосмічного моніторингу.

Сьогодні розвиваються більш сучасні технології та методи, наприклад, багатоспектрального космічного сканування високої роздільної здатності та їх інтерпретації в географічній інформаційній системі (ГІС).

Використання багатоспектральних зображень дозволяє підвищити ефективність розпізнавання та класифікації об'єктів. Однак при досить високій спектральній роздільній здатності, виникає проблема, пов'язана з необхідністю обробки ознак (спектральних сигнатур) в просторах високої розмірності. Вирішення цієї проблеми полягає в тому, що доцільно спочатку знизити розмірність простору і вже в новому просторі виконати розпізнавання (класифікацію).

### 3. Формування цілей і задач

Суть іншого підходу до вирішення завдання класифікації зображень на багатоспектральних космічних знімках полягає в тому, що для кожного чергового об'єкта, який класифікується, використовується стільки спектральних каналів, скільки необхідно, щоб задовольнити умови достовірності його класифікації. Для цього на етапі навчання оцінюється інформативність кожного спектрального каналу щодо заданої множини об'єктів різних класів і здійснюється ранжування спектральних каналів за величиною інформативності. При виконанні процедури класифікації об'єкта спочатку задіюється найбільш інформативний канал, далі, при необхідності, підключається інформація наступного за величиною інформативності спектрального каналу та ін.

Використання багатоспектральних знімків для вивчення космічних знімків базується на аналізі варіацій параметрів відбитого сонячного випромінювання в різних діапазонах спектру електромагнітних хвиль в результаті його взаємодії з рослинами [1]. Спектри відбиття в різних спектральних діапазонах надають принципово різну інформацію щодо рослинності, тому доцільно їх сумісно використовувати для дослідження стану рослинних покривів Землі та їх класифікації. З цієї точки зору бажано збільшення кількості робочих спектральних діапазонів. І дійсно, кількість робочих спектральних діапазонів у сучасних іконічних системах космічного дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) обчислюється десятками і навіть сотнями. Однак при цьому виникає низка проблем, серед яких найбільш актуальними є такі: як відібрати найбільш корисні (найбільш інформативні) спектральні канали і яким чином переробити з мінімумом помилок величезні масиви іконічної інформації. Існує багато різноманітних підходів до оцінки інформативності спектральних каналів іконічних засобів дистанційного зондування Землі [2], але переважає прагматичний підхід, за яким канал вважається тим інформативніше, чим більше інформація, яку він надає, сприяє вирішенню поставленої конкретної тематичної задачі. Для оброблення величезних масивів іконічної інформації (зображень) в останні часи залучають спеціальні прикладні програми, серед яких найбільш відомі програмні системи ERDAS Imagine, PCI Geomatic, ErMapper. Чисельні задачі оброблення зображень, візуалізації даних і створення тематичних карт вирішують за допомогою використання геоінформаційних систем (ГІС) ArcView, MapInfo, SPANS MAP [3, 4].

Досвід показує, що вищезазвані або інші подібні прикладні програмні системи надають унікальні можливості для роботи з даними дистанційного зондування Землі як при проведенні наукових досліджень, так і при вирішенні широкої гами практичних задач. Але разом з тим існують деякі обмеження. По-перше, кожна така прикладна програмна система є високотехнологічним продуктом, повноцінне використання якого неможливо без наявності потужної апаратної (технічної) бази і високої кваліфікації користувача [5].

По-друге, широкому розповсюдженню таких високотехнологічних продуктів заважає їх відповідно висока ціна. Тому актуальною залишається проблема створення спеціалізованих алгоритмів та програм, орієнтованих на вирішення тематичних задач, які можуть бути реалізовані на комп'ютерах типової конфігурації, і робота,

з якими потребує мінімальної комп'ютерної підготовленості оператора. Підхід до вирішення однієї з таких задач, а саме — до класифікації стану лісових ресурсів по багатоспектральним космічним зображенням у своїй теоретичній частині базується на синергетичній концепції злиття даних, його програмна реалізація передбачає використання елементів ГІС-технологій [6].

Основні обмеження на підвищення якості розпізнання зображень накладає бортова апаратура реєстрації зображень. Сюди належить насамперед, оптична розрізненість, обумовлена співвідношенням робочої довжини хвилі до розміру реєструючої апаратури об'єктиву, а також ступінь усереднення зображень і крок дискредитації перед їх передачею на Землю штучними супутниками. Інші обмеження пов'язані з геометричними спотвореннями [7].

Підвищення розділової здатності вирішує два взаємопов'язані завдання: поліпшення візуальної якості та реконструкція зображень. Рішенню першої задачі служить метод фрагментації і зонування зображень. Вирішенню другої — метод деконволюції [8, 9].

Поєднання зональної обробки зображень і їх реконструкції дозволяє підійти до вирішення завдань прогнозу розвитку пожеж і вибору методів гасіння. Вочевидь, при цьому доцільно використовувати сучасні геоінформаційні технології і оболонки документування результатів моніторингу лісових пожеж та прийняття своєчасних рішень по боротьбі з лісовими пожежами.

28 червня 2013 року спутнорадіометр MODIS, встановлений на борту супутника НАСА «Аква», зафіксував в районі заливу Джеймс на заході канадської провінції Квебек лісові пожежі (рис. 1). Безумовно важливим є те, що космічні знімки дозволяють одночасно фіксувати декілька процесів та слідкувати за їх динамікою. Так, на знімку зі сходу від заливу можна чітко розрізнити шлейфи диму, на півночі можна виявити процеси танення льоду. Велика кількість річок несуть у залив мул та органічні речовини, фарбуючи його води у коричневий колір, що теж добре видно на знімку [10].



Рис. 1. Супутниковий знімок лісових пожеж на сході від заливу Джеймс

Головним результатом математичного моделювання лісових пожеж є визначення граничних умов поширення

лісових пожеж, при яких процес горіння припиняється. Розроблені до теперішнього часу математичні моделі лісових пожеж дозволяють правильно описувати механізми їх розповсюдження і класифікувати основні режими запалювання.

В якості розвитку програм та технології геоінформаційних систем у майбутньому передбачається моделювати розвиток пожеж залежно від справжньої ситуації лісового фонду та видів діючих пожеж, з метою координації роботи лісопожежних служб і призначення оптимального переліку заходів з гасіння та усунення наслідків пожеж.

Вирішення цих питань дозволить в першому наближенні завершити створення математичної теорії лісових пожеж і використовувати її для створення як способів і засобів для боротьби з лісовими пожежами, так і прогнозів екологічних наслідків лісових пожеж.

#### 4. Висновки

В наведеній роботі викладені можливості підвищення якості розпізнання зображень із застосуванням геоінформаційних технологій, а також якості документування результатів моніторингу. Показані можливості використання багатоспектральної апаратури при дослідженні значних площ земної поверхні.

#### Література

1. Лупян, Е. А. «Дни космической науки 2010» — дистанционное зондирование Земли [Текст] : сборник научных статей / Е. А. Лупян, О. Ю. Лаврова, С. А. Баргалева, Г. А. Аванесов, Е. А. Шарков, О. Закутная // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2010. — Т. 7, № 4. — С. 319–328.
2. Абушенко, Н. А. Спутниковый мониторинг лесных пожаров в России. Итоги. Проблемы. Перспективы [Текст] / Н. А. Абушенко, С. В. Афонин, Д. А. Алтынцев, С. А. Тащилин, А. В. Татарников и др. // Аналит. обзор. — Новосибирск, 2003. — Вып. 68.
3. Язев, С. А. Мифы минувшего века [Текст] / С. А. Язев. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2003. — 341 с.
4. Попов, М. О. Сучасні погляди на інтерпретацію даних аерокосмічного дистанційного зондування Землі [Текст] // Космічна наука і технологія. — 2002. — Т. 8, № 2/3. — С. 110–115.
5. Леви, К. Г. Современная геодинамика и гелиогеодинамика. 500-летняя хронология аномальных явлений в природе и социуме Сибири и Монголии [Текст] / К. Г. Леви, Н. В. Задонина, С. А. Язев. — Иркутск : ИрГТУ, 2003. — 383 с.
6. Спутниковый мониторинг лесных пожаров в России. Итоги. Проблемы. Перспективы: Аналит. обзор [Текст] / СО РАН. ИОА. ГПНТБ; ред. В. В. Белов. — Новосибирск, 2003. — 135 с., ил. — Вып. 70.
7. Keeler, R. Sea truth measurements for remote sensing of littoral water [Текст] / R. Keeler, V. Bondur, D. Vithanage // Sea Technology. — April, 2004. — pp. 53–58.
8. Keeler, R. Optical satellite imagery detection of internal wave effects from a submerged turbulent outfall in the stratified ocean [Текст] / R. Keeler, V. Bondur, C. Gibson // Geophysical Research Letters. — 2005. — Vol. 32. — L12610, doi: 10.1029/2005GL022390.
9. Bondur, V. Features of Formation of Remote Sensing and Sea truth Databases for The Monitoring of Anthropogenic Impact on Ecosystems of Coastal Water Areas [Текст] / V. Bondur, M. Tsidilina // Proc. of 31 Int. Symp. on Remote Sensing of Environment, St. Petersburg, 2005.
10. Гисметео [Электронный ресурс] / Новости Гисметео. — Режим доступа: \www/ URL: http://www.gismeteo.ru/news/label/714/ — 28.06.2013 р. — Спутник НАСА сделал снимок природных процессов в Канаде.

#### ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСПОЗНАВАНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ НА СПУТНИКОВЫХ СНИМКАХ

На основе данных геоинформационных систем возможен прогноз поведения пожаров и их последствий, что в свою очередь позволяет осуществлять планирование мероприятий в рамках определенных территорий и периода лесопожарного сезона по предупреждению возгорания лесных участков и устранения последствий пожаров.

**Ключевые слова:** дистанционное спутниковое зондирование, операторская деятельность, многоспектральные космические изображения, оперативный мониторинг.

*Гусак Елена Михайлівна, аспірант, викладач кафедри автоматизованих систем управління, Приватний вищий навчальний заклад «Буковинський університет», Україна, e-mail: faucon30@yandex.ru.*

*Гусак Елена Михайловна, аспирант, преподаватель кафедры автоматизированных систем управления, Частное высшее учебное заведение «Буковинский университет», Украина.*

*Husak Olena, Private Higher Educational Institution «Bukovina University», Ukraine, e-mail: faucon30@yandex.ru*

УДК 655.3.066.51

**Чеботарева И. Б.,  
Захарченко В. В.**

## ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ ПОРТРЕТОВ

*В статье представлены алгоритмы действий для ретуширования цифровых портретов и варианты автоматизации этих действий, исследовано влияние условий съемки и характеристик фотоаппарата, с которого взят снимок, на различные параметры процедур автоматизации. Выделены основные дефекты, которые возникают при работе с портретами.*

**Ключевые слова:** ретуширование, портрет, автоматизация, алгоритмы, дефекты, полиграфия, фотография, сканирование, цифровая обработка

#### 1. Введение

Искусство фотографии сегодня тяжело представить без ретуширования и обработки. В большинстве слу-

чаев, наравне с обычными фотографиями, исправления требуют фотографии, сделанные очень дорогими и качественными фотоаппаратами в руках у настоящих профессионалов, имеющих мировую известность.