

ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ АНОМАЛІЙ ЗА ДАНИМИ ДЗЗ MODIS (TERRA) ТА AVHRR (NOAA). ОЦІНКА ЇХ ЯКОСТІ

В.Ю.Вишняков
П.А Ткачук
(ЦПОСІ та КНП, м. Дунаївці)

У статті розглянуто методи оброблення даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) зі штучних супутників TERRA та NOAA по визначенню температурних аномалій на території України. Представлено розроблений алгоритм аналізу відповідності температурних аномалій фактичним пожегам за даними МНС України та наведено його результати.

В статье рассмотрены методы обработки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с искусственных спутников TERRA и NOAA по определению температурных аномалий на территории Украины. Представлен разработанный алгоритм анализа соответствия температурных аномалий фактическим пожарам по данным МЧС Украины и приведены его результаты.

In article the paper deals with methods for processing data of remote sensing (RS) from TERRA satellites and NOAA to determine the temperature anomalies in Ukraine. Presented by the developed algorithm analysis compliance fire temperature anomalies actual fire according to Ministry of Emergency Situations of Ukraine and shows a results.

Відомо, що можливість ліквідації пожежі на малій площі, особливо в умовах високої пожежної небезпеки, визначається оперативністю її виявлення. Виходячи з цього, основними завданнями моніторингу пожеж є:

- детектування пожеж та визначення місць загоряння;
- моніторинг та контроль розвитку пожеж;
- оцінка пожежної небезпеки в межах сезону;
- прогнозування ризиків виникнення пожеж у довгостроковій перспективі;
- оцінка наслідків пожеж.

Поєднання знімків до і після пожеж дає можливість виявити згарища, визначити їх площі на поточний час і оцінити завдані збитки.

Для виконання цих завдань в суспільстві використовуються наступні методи моніторингу лісових та торф'яних пожеж:

Візуальне виявлення людьми зі спеціалізованих конструкцій – вишок. (Переваги: наявна інфраструктура вишок, простота методу і досить висока оперативність (за наявності сприятливих погодних умов). Недоліки: необхідність постійного використання людської праці в кожній точці розташування вишки, обмеження території моніторингу кількістю встановлених вишок, висока вартість вишки).

Системи відеомоніторингу - поворотні камери, що встановлюються на вишках з виведенням відеозображення на пульт оператора. (Переваги: високий ступінь автоматизації і можливість використовувати дешеві та прості вишки. Недоліки: обмеженість території моніторингу кількістю вишок).

Виявлення пожеж з повітря, з літальних апаратів (літаки, гелікоптери, БЛА). (Переваги: можливість моніторингу самої віддаленої та дикої території. Недоліки: дуже висока вартість льотної години).

Супутниковий моніторинг з використанням даних ДЗЗ (Переваги: автоматизація процесу отримання даних, дистанційність, можливість моніторингу будь-яких ділянок місцевості. Недоліки: велика площа мінімального виявлення джерела загоряння, низька періодичність отримання даних (кілька разів на добу) і значний вплив погодних умов).

На сьогоднішній день в Україні для дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) використовуються дані зі штучних супутників Землі (ШСЗ) TERRA та NOAA (http://dzz.gov.ua/CPOSI/style/page_2/templer_page2_ua.php?id=1&table=text_monitoring&tabl=archive_anomal&papka=teplov_anomal).

Таблиця 1

Основні технічні характеристики

КА/Пристрій	NOAA/AVHRR	TERRA(AQUA)/MODIS
Смуга огляду, км.	3000	2330
Радіометричне розрізнення, біт	10	12
Просторове розрізнення, м	1100	NIR-250-1000 SWIR-500 TIR-1000
Кількість спектральних каналів в ІЧ діапазоні	NIR-1 SWIR-1 TIR-2	NIR-6 SWIR-3 TIR-16

Для кожного пристрою існують певні методи визначення температурних аномалій.

Розділ 1. Екологічна безпека

За даними MODIS дешифрування джерел пожеж здійснюється в автоматичному режимі, використовуючи яскравість температурних каналів. Алгоритми детектування пожеж засновані на значній різниці температур земної поверхні (зазвичай не вище 10-25 С) і джерела пожежі (300-900 С). Різниця в тепловому випромінюванні об'єктів фіксується на знімку, а інформація, що надходить з інших спектральних каналів, дозволяє відокремити хмари. Теплова апаратура спекторрадіометра MODIS дозволяє отримати дані з просторовим дозволом 1 км і виявити осередок пожежі площею від 1 га. [6]

За даними AVHRR дешифрування джерел пожеж також здійснюється в автоматичному режимі, використовуючи характеристики яскравості температурних каналів, але максимум потоку випромінювання чорного тіла, нагрітого до температури 800-1000 К, припадає на середню інфрачервону область електромагнітного спектра з довжиною хвилі 3-4 мкм. Виходячи з характеристик апаратури AVHRR як основної ознаки, для розпізнавання теплової аномалії приймаються дані третього каналу, що працює в діапазоні 3,55-3,93 мкм. Завдяки високій інтенсивності випромінювання в середньому ІЧ-діапазоні і високому радіометричному дозволу апаратури можливе виявлення температурних аномалій природного і техногенного характеру значно менших розмірів. В ідеальних умовах спостереження при максимальному контрасті в 3-му і 4-му каналах апаратури AVHRR є можливість виявлення пожеж з площею 0,2-0,3 га. Вона була встановлена в 1991 році, а потім неодноразово перевірена експериментальним шляхом.

Використання в пороговому алгоритмі тільки одного третього каналу (один поріг) призводить до виникнення великої кількості помилок. Це пов'язано насамперед з відображенням енергії сонячного випромінювання границею хмар (найбільше число помилкових тривог), водною поверхнею, піском, відкритими гірськими породами, асфальтовими покриттями і бетонними спорудами.

Найбільш відомі порогові алгоритми виділення осередків пожеж:

Алгоритм Кауфмана (1991 рік):

$$T3 > 316, T3 - T4 > 10, T4 > 250, (1)$$

де $T3$, $T4$, $T5$ - радіо-яскравісна температура в 3 -, 4 - і 5-му каналах апаратури AVHRR відповідно.

Алгоритм Франса (1993 рік):

$$T3 > 320, T3 - T4 > 15, 0 < (T3 - T4) < 5, A1 > 9\% , (2)$$

де $A1$ - значення альbedo в 1-му каналі.

Алгоритм Кеннеді (1994 рік):

$$T3 > 320, T3 - T4 > 10, A2 < 16\% , (3)$$

де $A2$ -значення альбедо в 2-му каналі. [4]

З метою оцінки якості визначення пожеж за даними ДЗЗ авторами було розроблено алгоритм проведення аналізу відповідності температурних аномалій фактичним пожежам (Рис 3).

Для дослідження використовувалося наступне програмне забезпечення:

ENVI4.0+IDL - програмний продукт для візуалізації і оброблення даних ДЗЗ, котрий включає в себе набір для проведення повного циклу обробки даних від ортотрансформування та просторової прив'язки до отримання необхідної інформації та її інтеграції з даними ГІС[1];

ArcGIS 10.0 - сімейство програмних продуктів американської компанії **ESRI** на основі технологій **COM**, **.NET**, **Java**, **XML**, **SOAP**. ArcGIS дозволяє візуалізувати (представляти у вигляді цифрової мапи) великі об'єми статичної інформації, яка має географічну прив'язку[2].

В якості вхідних даних використовувалась БД визначених температурних аномалій за даними NOAA(AVHRR) та TERRA(MODIS) та інформація МНС України.

БД визначених температурних аномалій за даними ДЗЗ являла собою тематичну карту (Рис. 1) та таблиці виявлених ТА (Таблиця 2).

Інформація МНС України була представлена у вигляді добової оперативної інформації щодо пожеж у природних екосистемах на території України (Рис.2). Вона не містить в собі координат пожеж. Таким чином, постало питання перетворення цієї інформації у відповідну базу даних з координатами, яка б дозволила провести автоматизований аналіз порівняння визначених теплових аномалій за даними ДЗЗ та фактичних пожеж.

У результаті було розроблено та використано наступний алгоритм аналізу:

- 1) Приведення вхідних даних у відповідний, зручний для подальшого аналізу ГІС формат.
- 2) Визначення географічних координат місць пожеж шляхом порівняння з картографічною БД населених пунктів, районів, областей.
- 3) Вибірка пожеж за часом зйомки ШСЗ.
- 4) Вибірка пожеж за площею, що може бути визначена апаратурою ДЗЗ, що використовується.
- 5) Визначення пожеж, що на момент зйомки знаходилися під хмарним покривом.
- 6) Визначення температурних аномалій, що виявлені в допустимій близькості від фактичних пожеж у радіусі 6 км.
- 7) Розрахунок вірогідності співпадіння фактичних пожеж та виявлених температурних аномалій за даними ДЗЗ.

Розділ 1. Екологічна безпека



Рис. 1. Тематична карта виявлення температурних аномалій

Таблиця 2

Дані повиявленням температурним аномаліям

№	Дата	Час	Країна	Область	Район	Населений пункт	ПнШ	СхД	Вірогідність
1	15.07	12:07	Молдова				48,05	27,69	Висока
2	15.07	12:07	Білорусія				52,85	29,98	Висока
3	15.07	12:07	Росія				52,04	38,58	Середня
4	15.07	12:07	Україна	Київська	Макарівський	Почепин	50,51	29,78	Середня
5	15.07	12:07	Україна	Київська	Макарівський	Липівка	50,50	29,79	Середня

ДОБОВА ОПЕРАТИВНА ІНФОРМАЦІЯ
щодо пожеж в природних екосистемах на території України,
які виникли 13 червня 2011 року

№ з/п	Район, назва населеного пункту, об'єкт	Кількість пожеж				Площа пожеж, га			Задучені сили та засоби	Старший при гасінні пожежі	Час повідомлення	Час ліквідації
		у лісах	на торф'яниках	на сільгоспуділянках	інших (сиріва, світля на відкритій місцевості)	у лісах	на торф'яниках	на сільгоспуділянках				
Житомирська область												
1	Олевський р-н, х. Верб	1				1			СДПЧ-17, ППЧ-24, ППЧ-59, ППЧ-43 3 АЦ, 1 МП, 12 чол. о/с	Начальник РВ	08:05	20:50
Сумська область												
2	Конотопський район, с. Лисогубівка, територія належить ДНСП «Вірвське»			1			0,3		СДПЧ-8 1 АЦ, 3 чол. о/с 1 од. пристосованої техніки 8 чол. місцевого населення	Командир відділення	12:13	12:51

Рис.2. Додаток до добувої оперативної інформації

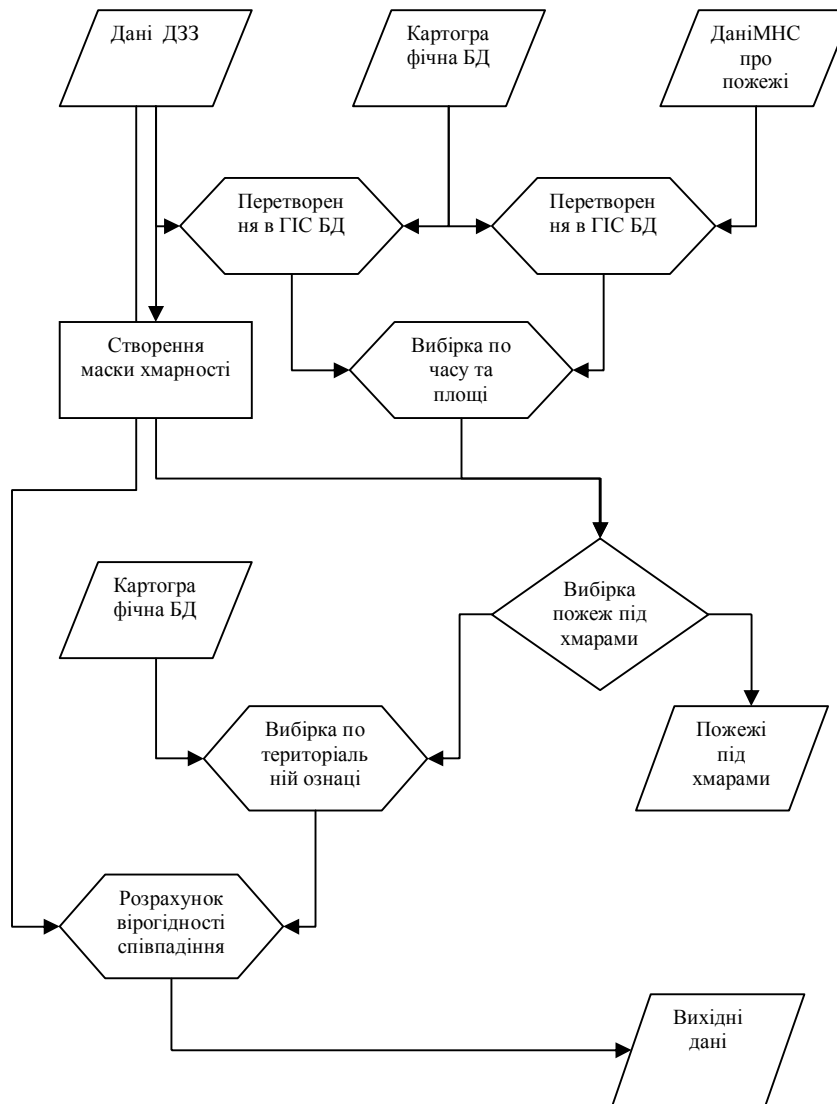


Рис.3. Алгоритм проведення аналізу відповідності температурних аномалій фактичним пожежам

У результаті порівняльного аналізу виявлених температурних аномалій за територіальною ознакою в радіусі 6 км з пожежами, заявленими МНС України, було зафіксовано **3** підтвердження, а саме:

1.7 червня 2011 року о 22.16 (за київським часом) на Дергачівському полігоні твердих побутових відходів у Харківській області.

За результатами тематичного оброблення даних з ШСЗ TERRA (MODIS) станом на 7 червня 2011 року о 22.16 (за київським часом) було виявлено теплові аномалії та сформовано наступну тематичну карту (табл. 3, рис.4).

Дані по тепловим аномаліям, виявленому ЦПОСІ та КНП

№ п/п	Дата	Час (Київ)	КА	Країна	Область	Район	Населений пункт	Геогр. широта	Геогр. довгота	Вірогідність
1	07.06.2011	22:16	T	Україна	Донецька	Маріуполь (міськрада)	Маріуполь	47,16	37,53	Середня
2	07.06.2011	22:16	T	Україна	Харківська	Дергачівський	Дергачі	50,13	36,15	Середня
3	07.06.2011	22:16	T	Україна	Запорізька	Запоріжжя (міськрада)	Запоріжжя	47,87	35,16	Середня
4	07.06.2011	22:16	T	Україна	Запорізька	Запоріжжя (міськрада)	Запоріжжя	47,86	35,15	Середня



Рис.4. Підтвердження пожежі за результатами обробки даних ДЗЗ, виявлених ЦПОСІ та КНП

2.22 червня 2011 року о 12.01 (за київським часом) в Ірпінській зоні, смт. Гостоміль Київської області.

За результатами тематичного оброблення даних з ШСЗ TERRA (MODIS) станом на 22 червня 2011 року о 12.01 (за київським часом) було виявлено ТА та створено наступну тематичну карту (рис. 5, табл. 4).



Рис.5. Підтвердження пожежі за результатами обробки даних ДЗЗ, виявлену ЦПОСІ та КНП

Таблиця 4

Дані по тепловим аномаліям, виявленим у ЦПОСІ та КНП

№ п/п	Дата	Час (Київ)	КА	Країна	Область	Район	Населений пункт	Геогр. широта	Геогр. довгота	Вірогідність
1	22.06.2011	12:01	T	Україна	Київська	Києво-Святошинський	Гостомель	50,56	30,30	Середня
2	22.06.2011	12:01	T	Україна	Київська	Згурівський	Горова Олександрівка	50,45	31,68	Середня
3	22.06.2011	12:01	T	Україна	Івано-Франківська	Роздольненський		45,84	33,58	Середня

3.8 червня о 22:58 (за київським часом) 2011 року на торфовищі поблизу с. Озеро, урочище «Бохині», Володимирецького району, Рівненської області. За результатами тематичного оброблення даних з ШСЗ TERRA (MODIS) станом на 8 червня о 22:58 (за київським часом) 2011 року було виявлено ТА та сформовано наступну тематичну карту (рис. 6, табл. 5).

Розділ 1. Екологічна безпека



Рис.6. Підтвердження пожежі за результатами обробки даних ДЗЗ, виявленіху ЦПОСІ та КНП

Таблиця 5

Дані по тепловим аномаліям, виявленіху ЦПОСІ та КНП

№ п/п	Дата	Час (Київ)	КА	Країна	Область	Район	Населений пункт	Геогр. широта	Геогр. довгота	Вірогідність
1	08.06.2011	22:58	T	Білорусія				53,00	26,20	Середня
2	08.06.2011	22:58	T	Україна	Рівненська	Рокитнівський		51,46	26,97	Середня
3	08.06.2011	22:58	T	Україна	Рівненська	Володимирецький		51,53	26,27	Висока

Висновок

У результаті проведеної роботи було проаналізовано методи визначення температурних аномалій за даними ДЗЗ MODIS (TERRA) та AVHRR (NOAA), вперше розроблено та відпрацьовано алгоритм аналізу відповідності температурних аномалій фактичним пожежам на території України. Вірогідність співпадіння фактичних пожеж та виявлених температурних аномалій за даними ДЗЗ з використанням розглянутих методів склала 33,3 %, що являє собою досить низький показник. Визначено фактори, що негативно впливають на результати

моніторингу пожеж та запропоновано шляхи їх усунення.

1. Електронна енциклопедія «Вікіпедія». Режим доступу <http://ru.wikipedia.org/wiki/ENVI> – російська.
2. Електронна енциклопедія «Вікіпедія». Режим доступу <http://ru.wikipedia.org/wiki/ArcGIS> - російська
3. Justice, C. O., L. Giglio, et al. Algorithm Technical Background Document. MODIS fire products. Version 2.3, 1 October 2006
4. http://sio.su/down_020_78_def.aspx
5. <http://gis-lab.info/qa/mod14a1.html>
6. http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/faq/about_imagery.php
7. Офіційний сайт прибору MODIS Електронний ресурс містить детальний опис ситеми TERRA та сканеру MODIS. Режим доступу <http://modis.gsfc.nasa.gov> – англійський.
8. Дубровский В., Пархисенко Я.В. Космический мониторинг лесных пожаров по снимкам NOAA в УЦМЗР. Космічна наука і технологія, т.8, №2-3, 2002, с.246-248.
9. JillMcCoy., ArcGIS 9 Работа с базами геоданных: Упражнения. г. Киев ЗАО “ЕКОММСо.”, 2006. - 227с.
10. IDLusinggide.RSI. 2002, 716с.

Отримано: 16.05.2012 р.