

Космічний моніторинг лісових пожеж за знімками NOAA в УЦМЗР

Дубровський В., Пархісенко Я.В., Петроченко О.Ю., Потапенко Л.С., Рябоконеко О.Д., Штепа Ю.Н., Український центр менеджменту землі і ресурсів (УЦМЗР).

Лісові пожежі руйнують ліси, фауну та ґрунти, забруднюють атмосферу і воду. В Україні лісові пожежі в деяких регіонах можуть привести і до поширення радіоактивного забруднення. Так, через забрудненість Полісся радіонуклідами, пожежі на цих територіях можуть супроводжуватися підняттям радіоактивних речовин у повітря із подальшим перенесенням на значні території. Місця і час фіксації лісових пожеж, як показує практика, не відповідають чітким закономірностям, а ступінь пожежонебезпечності лісів різко варіює по території країни і сезонам року. Тому своєчасне виявлення лісових пожеж та прийняття необхідних заходів з їх оперативної ліквідації є актуальною природоохоронною задачею. В зв'язку з цим необхідність залучення всіх доступних засобів оперативного виявлення пожеж на ранній стадії їх розвитку не викликає сумнівів. Традиційне використання авіації для патрулювання пожежонебезпечних районів потребує значних коштів, що обумовлює зростання інтересу до використання супутникових систем зондування земної поверхні для виявлення та моніторингу лісових пожеж. Сьогодні для проведення космічного моніторингу лісових пожеж, як правило, використовується інформація п'ятиканального радіометра AVHRR (супутники серії NOAA).

Спектральні діапазони каналів це 0,58-0,68 мкм, 0,725-1,1 мкм, 3,55-3,95 мкм, 10,3-11,3 мкм, 11,5-12,5 мкм. Метод визначення пожеж базується на інформації каналу 3 AVHRR так, як на дану область припадає максимум випромінювання об'єктів при температурі горіння 800-1000К. Необхідно зазначити, що космічна зйомка апаратами NOAA дозволяє відслідковувати пожежі в

основному у регіональному масштабі через невисоку роздільну здатність знімків (1,1 км).

Тестовий моніторинг пожеж на території України провадиться в Українському центрі менеджменту землі і ресурсів (УЦМЗР). УЦМЗР отримує до 3-х знімків NOAA на добу з різних супутників цієї серії, що дозволяє здійснювати регулярний моніторинг. Кожний знімок охоплює територію України.

Методи визначення пожеж базуються на використанні оцінки випромінювання за 3, 4, 5 каналами AVHRR [1-3], які відповідають інфрачервоному діапазону спектру. пожежі визначаються як екстремальні значення випромінювання по 3 каналу AVHRR. Шлейфи диму, викликані пожежами, добре визначаються на 1 та 2 каналах AVHRR (відповідно видимий і близький інфрачервоний діапазони)

Для більш точної ідентифікації пожеж використовуються порогові алгоритми, за якими визначається температура випромінювання по 3-му і 4-му каналах. Прилад AVHRR відкалібровано за температурою до 330° К. Шлейфи диму добре визначаються за 1-м і 2-м каналами і також успішно використовуються для ідентифікації пожеж.

При аналізі пожежонебезпечних ділянок зображення розбиваються на три типи:

- Нічні. Їх особливістю є низька вірогідність "помилкових пожеж" що могли б викликатися відбитим сонячним випромінюванням та нагрітими ділянками земної поверхні якби знімок був денний, вранішній або вечірній. Однак, на жаль, нічні знімки NOAA УЦМЗР фактично не отримує.

- Вранішні/вечірні знімки. Це ті знімки, що регулярно отримує УЦМЗР. На зображення цього класу сонячне

випромінювання здійснює певний, але незначний вплив. "Пожежні" піксели мають відповідати залежності: $T_3 > 298K$, $T_3 - T_4 > 6K$, $T_4 > 265K$, $R_2 < 35\%$. R_2 - альbedo в 2-му каналі, T_3 , T_4 , и T_5 - радіояскравісні температури в 3-му, 4-му і 5-му каналах.

- Денні зображення – для них характерна велика вірогідність "помилкових пожеж" за рахунок нагрітих ділянок, сонячних блисків. Тому за денними зображеннями складно визначати пожежі. Піксел відмічається як "потенційна пожежа" при умовах $T_3 > 308K$, $T_3 - T_4 > 8K$, $T_3 - T_4 - 3*(T_4 - T_5) > 4K$ (маскування відкритих нагрітих ділянок) и $R_1 - R_2 > 1\%$ (маскування відбиття від води) [1-3].

Для визначення місцезнаходження пожеж вихідні знімки геокодуються і формуються карти з растрового зображення та векторних шарів географічних об'єктів (адміністративні границі, населені пункти, дороги). Для цих цілей використовуються програмні пакети ERDAS IMAGINE та ArcView.

За допомогою знімку із супутника NOAA вранці 12 травня 2000 року було отримано знімок, на якому зафіксовано пожежі в Білорусі. На знімку видно дим від пожеж в південній частині Білорусі, що розповсюдився на велику відстань і досяг території України. УЦМЗР надав ці матеріали Міністерству України з надзвичайних ситуацій. Дане зображення синтезовано за даними видимого і інфрачервоного каналів AVHRR. Ділянки з пожежами мають екстремально високий рівень інфрачервоного випромінювання в діапазоні 3.55-3.95 мкм (3-й канал AVHRR), що відповідає яскравим точками на зображенні. Це добре демонструють трьохмірні гістограми інфрачервоного випромінювання, що в місцях пожеж гістограми мають чітко виражені екстремуми. Космічне зображення є результатом синтезу інфрачервоного, ближнього інфрачервоного і видимого каналів AVHRR. Завдяки такому синтезу пожежі проявляються як точки яскраво червоного кольору, дим від пожеж і хмари мають блакитний колір, земля – зелений. Часто саме така комбінація найбільш сприйнятлива для реєстрації пожеж. Так,

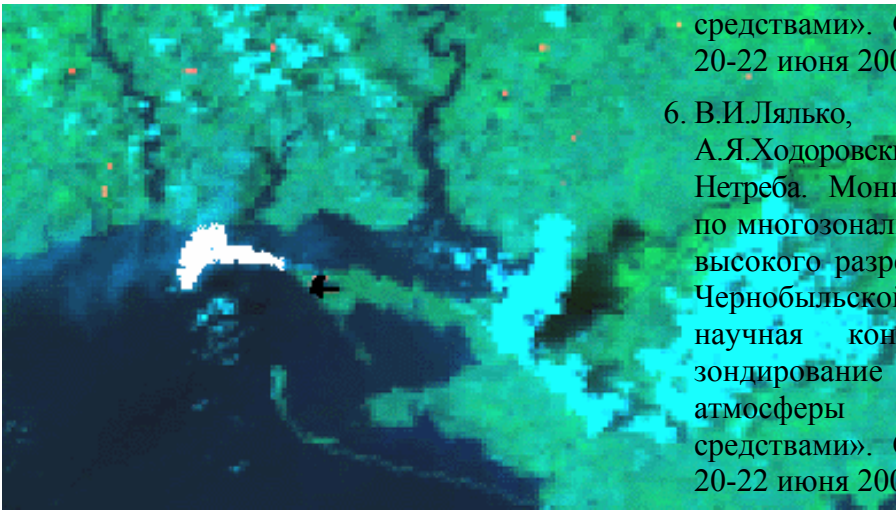
наприклад, на мал. 1 чітко помітні пожежі торф'яників і дим від них, що мало місце у Львівській області 24 жовтня 2000 року.



Мал.1. Пожежі торф'яників 24.10.2000.

В результаті моніторингу пожеж УЦМЗР у 2001 році зафіксував велику кількість пожеж, що слід пов'язувати із надзвичайно сухим та жарким літом (липень – серпень), особливо на півдні України. Так, тільки 2 серпня 2001 року на території України зафіксовано понад 100 пожеж. Це в основному, горіння стерні і соломи, але також були зафіксовано і горіння торфовищ у Київській області, степових ділянок, у тому числі у заповідних зонах. Так 22 липня 2001 року УЦМЗР виявив пожежу на Кінбурзькій косі – мал. 2. Пожежа була зафіксована вранці і до вечора інтенсифікувалась. 9 серпня 2001р. УЦМЗР зафіксував пожежу поблизу перепускного пункту Чорнобильської Зони Відчуження "Дитятки". В усіх випадках УЦМЗР підтримував робочі контакти з МНС України, надаючи фрагменти знімків разом з відповідними коментарями.

Висновки: Космічний моніторинг пожеж, за відповідних метеорологічних умов, дозволяє визначати зони потенційних пожеж, що сприятиме сталому екологічному менеджменту, допоможе органам виконавчої влади ефективніше вирішувати питання реагування та запобігання пожежам у природних екосистемах.



Мал. 2. Пожежа на Кінбурзькій косі 22 липня 2001 року. Чорним виділено територію, що горить, білим - дим від пожежі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ceccato, P., Flasse, S.P., Downey, L.D. An automatic algorithm to detect vegetation fires globally from NOAA_AVHRR data. *EARSel Advances in Remote Sensing*, Vol.4, №4-XI, 1996
2. I. Csiszar. Fire Identification, Mapping and Monitoring from AVHRR (FIMMA). <http://www.ssd.noaa.gov/PS/FIRE/Layers/FIMMA/fimmaframes.htm>
3. Абушемко Н. А., Минько Н.П., Семенов С.М. Оценка точности спутниковых методов обнаружения лесных пожаров. //Всероссийская научная конференция «Дистанционное зондирование земных покровов и атмосферы аэрокосмическими средствами». Сборник докладов. Муром, 20-22 июня 2001г., с. 202-206.
4. Барталев С.А., Беляев А.И., Ершов Д.В. и другие. Разработка ГИС мониторинга лесных пожаров России. //ArcView #1, Современные информационные технологии, 1998, с. 7-8.
5. В.В.Белов, С.В.Афонин. Опыт оперативного космомониторинга лесных пожаров со спутников NOAA. //Всероссийская научная конференция «Дистанционное зондирование земных покровов и атмосферы аэрокосмическими средствами». Сборник докладов. Муром, 20-22 июня 2001г., с. 202-206.
6. В.И.Лялько, А.И.Сахацкий, А.Я.Ходоровский, В.А.Нагорский, А. В. Нетреба. Мониторинг лесных сообществ по многозональным космическим снимкам высокого разрешения (на примере района Чернобыльской АЭС). //Всероссийская научная конференция «Дистанционное зондирование земных покровов и атмосферы аэрокосмическими средствами». Сборник докладов. Муром, 20-22 июня 2001г., с. 176-180.
7. О.А.Колодяжний, Е.Luhmann, А.Г.Машковський, Л.С.Потапенко, Ю.М.Штепа. Організація космічного моніторингу пожеж. // Матеріали першої всеукраїнської конференції з космічних досліджень, 2001.
8. Шойгу С.К., Воробьев Ю. Л., Фалеев М. И и др. Федеральная Целевая Программа "снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2005 года".