

УДК 528.8.04: 551.4

КОСМІЧНА УКРАЇНА ДОПОМАГАЄ ЯДЕРНІЙ ФУКУСИМІ<sup>☆</sup>

О. І. Сахацький\*, С. А. Станкевич

ДУ "Науковий Центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України", Київ, Україна

**Резюме.** Наведено інформацію про співпрацю українських та японських вчених з Наукового Центру аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України та Токійського університету для вивчення проблем аварії на АЕС Фукусіма-1 на основі супутникової інформації. Підсумком проведених семінарів, ділових зустрічей та дискусій стало рішення японської сторони використати досвід ЦАКДЗ ІГН НАНУ та заключити договір на проведення спільних досліджень. Наведено основні результати першого етапу робіт стосовно класифікації рослинного покриву в районі Фукусіма-1 та картування ризику вторинного викиду адсорбованих рослинністю радіонуклідів внаслідок пожеж на забруднених територіях.

**Ключові слова:** Фукусіма-1, українсько-японське співробітництво, дистанційні дослідження Землі, класифікація земного покриття за супутниковими даними, ризик вторинного радіонуклідного забруднення від пожеж

© О. І. Сахацький, С. А. Станкевич. 2014

Відомо, що Японія в березні 2011 року пережила жахливу аварію на атомній електростанції "Фукусіма-1". Радіаційного зараження зазнали населення, земля, вода, повітря, рослинність країни. Влада Японії зробила запит в МАГАТЕ про підтримку у сфері екологічного моніторингу та дослідження впливу радіації на флору, фауну та здоров'я людей.

Україна в 1986 році пережила подібну трагедію. Ось вже 27 років як вчені і спеціалісти різного профілю вивчають наслідки цієї катастрофи на Чорнобильській АЕС. Оскільки рівень радіації в зоні відчуження лишається достатньо високим, найбільш придатними методами ведення моніторингу є дистанційні методи, в яких використовуються матеріали космічної зйомки. Саме такі методи успішно використовують вчені Наукового Центру аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук Національної академії наук України (ЦАКДЗ) на чолі з академіком НАН України В. І. Ляльком [1–4, 6].

Розроблені в ЦАКДЗ ІГН НАНУ технології космічного моніторингу та отримані результати привернули увагу японських спеціалістів, які вивчають сьгодні проблеми, пов'язані з аварією на "Фукусіма-1". З ініціативи японської сторони було проведено два семінари (Токіо, 27 лютого–6 березня 2013 р. та Київ, 15 і 18 липня 2013 р.), на яких вчені Токійського Університету поділилися своїми проблемами щодо радіаційного забруднення довкілля, а українські учені запропонували свої варіанти вирішення цих проблем (Рис. 1–3).

Наступна зустріч-семінар пройшла в кінці листопада 2013 р. на базі Токійського університету. З української сторони в ній взяли участь співробітники Центру д. г.-м. н. О. І. Сахацький та д. т. н. С. А. Станкевич, з японської сторони — Інноваційного

центра наносупутникових технологій (INSTEC) на чолі з професором кафедри аеронавтики і астронавтики Токійського Університету Шинічі Наказука і професором Акіра Івасакі з Наукового центру передової науки і технології (RCAST) при Токійському університеті [5].

Інноваційний центр наносупутникових технологій (INSTEC) Токійського університету реалізує програму розробки серії мікросупутників Hodo-yoshi. Ця програма фінансується Урядом Японії і спрямована на розвиток інноваційних мікросупутників і їх запусків для створення ефективних способів моніторингу земного покриття, у тому числі в межах зони відчуження Фукусіма-1. Перший запуск мікросупутника серії Hodo-yoshi планується на початок 2014 року. В Науковому центрі передової науки та технології (RCAST) Університету Токіо (лабораторія проф. А. Івасакі) проводиться накопичення та аналіз даних космічних спостережень в рамках програми моніторингу зони відчуження Фукусіма-1 та Чорнобильської АЕС на основі супутникової інформації, включаючи дані мікросупутників Hodo-yoshi. Програма фінансується Міністерством освіти, культури, спорту, науки і технології (МEXT) Японії.

Підсумком проведених семінарів, ділових зустрічей та дискусій стало рішення японської сторони використати досвід ЦАКДЗ та заключити договір на проведення спільних досліджень. Між ЦАКДЗ та Токійським університетом було підписано контракт на виконання робіт з класифікації рослинних покривів в межах зони відчуження Фукусіма-1 на основі знімків супутникової системи Landsat. Згідно цього Контракту заплановано проводити роботи на забруднених територіях, використовуючи дані від різних супутників, що буде сприяти подоланню наслідків аварії на атомних станціях Фукусіма-1 та Чорнобильській АЕС.

Основним завданням першого етапу спільної роботи є вивчення можливостей обробки наявних ба-

<sup>☆</sup> Електронний бюлетень Новостей (ЭБН) // Космический дайджест, №10 (62), 8 марта 2014 г. С. 8–11.

\* e-mail: sakhatsky@casre.kiev.ua

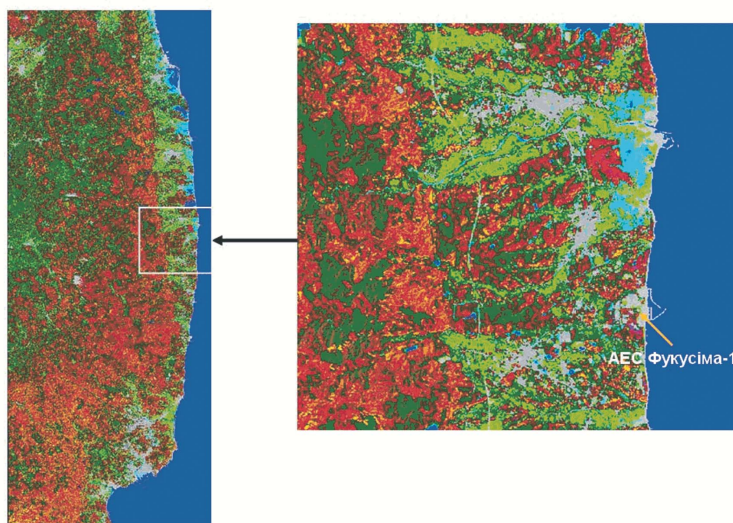


**Рис. 1.** Учасники спільних завіркових польових досліджень в районі АЕС Фукусіма-1 (березень, 2013 р.): зліва направо: д-р С. А. Станкевич (ЦАКДЗ), д-р О. І. Сахацький (ЦАКДЗ), заступник голови Державного агентства України з управління зоною відчуження Д. Г. Бобро, проф. А. Івасакі (RCAST, Токійський університет), проф. С. Наказука (INSTECS, Токійський університет), старший експерт С. Йошімото (INSTECS, Токійський університет)

гатоспектральних космічних знімків і даних підсупутникових спостережень для екологічного моніторингу територій відчуження Фукусіма/Чорнобиль, головним чином, на основі спектральних характеристик рослинності в різних спектральних діапазонах. Тому головна мета досліджень на даному етапі робіт полягає в поліпшенні використання супутникових даних для моніторингу земного покриття, особливо рослинності, в районах аварії на Фукусіма-1 і Чорнобильській АЕС, де залишається високий рівень радіонуклідного забруднення території. Дослідницькі завдання включають в себе: попередню обробку супутникових даних, класифікацію рослин-

ного покриття на основі аналізу супутникових та наземних даних, оцінку пожежного ризику, аналіз екологічного стану рослинності в зоні радіонуклідного забруднення, використовуючи різні вегетаційні індекси, структурну інтерпретацію супутникових зображень досліджуваного району з використанням лінеamentного аналізу для визначення областей інтенсивної міграції радіонуклідів в підземні горизонти.

На рис. 2 наведено відкласифікований знімок Landsat-5 (05.04.2011 р.) району аварії Фукусіма-1, що виконано фахівцями ЦАКДЗ в рамках зазначеного контракту.



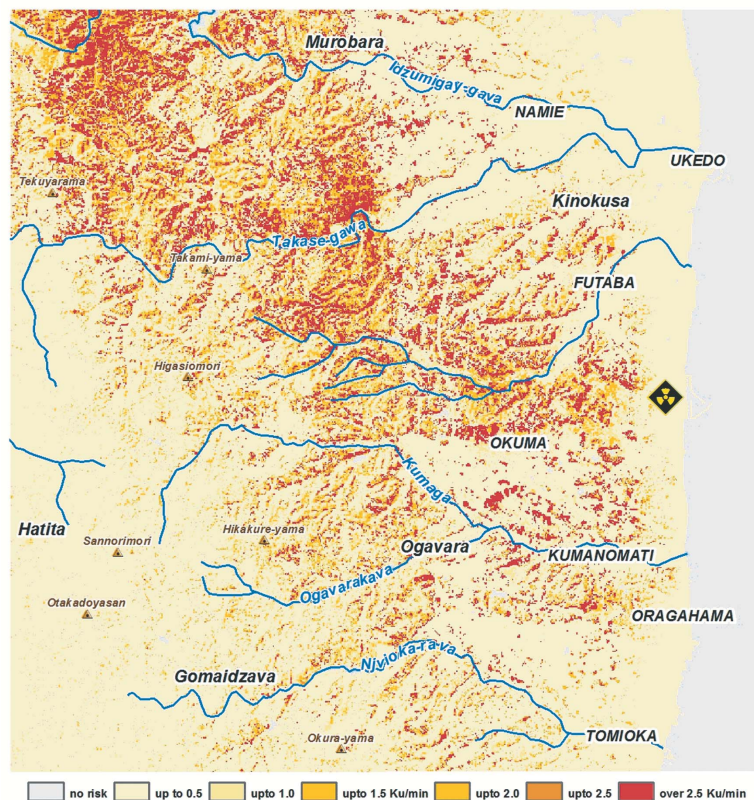
**Рис. 2.** Результати класифікації рослинного покриття на основі знімка Landsat-5 (5 квітня 2011 р.) в районі АЕС Фукусіма-1 (одержана співробітниками ЦАКДЗ)

Умовні позначення: сосна червона — червоний колір, сосна чорна — фіолетовий, кедр — помаранчевий, кипарис — жовтий, інші листяні дерева — темно-зелений, дуб — коричневий, модрина — сіна, луки — зеленувато-жовтий, водно-болотні угіддя — блакитний, населені пункти — сірий, техногенні об'єкти — світло-сірий



Фахівцями ЦАКДЗ запропоновано застосовувати супутниковий моніторинг зон відчуження Чорнобильської АЕС та АЕС Фукусіма-1 для картування ризику вторинного викиду адсорбованих рослинністю радіонуклідів внаслідок пожеж на забруднених територіях. Існуючі кількісні моделі оцінки імовірності виникнення та розповсюд-

ження пожеж адаптовано для базових типів біомів зон відчуження, вже розроблено необхідні алгоритми і програмне забезпечення кількісного картування ризиків. Попередні результати кількісного оцінювання ризику всередині зони відчуження Фукусіма-1 за багатоспектральними зображеннями Landsat проілюстровано на рис. 3.



**Рис. 3.** Карта ризику вторинної емісії радіонуклідів внаслідок природної пожежі в районі АЕС Фукусіма-1 (одержана співробітниками ЦАКДЗ)

### Література

1. Використання багатозональних космічних знімків з метою вивчення рослинності Зони Відчуження ЧАЕС / [О. І. Сахацький, В. І. Лялько, А. Я. Ходоровський, О. Т. Азімов, З. М. Шпортюк, О. М. Сибірцева, С. М. Бідна] // Нові методи в космічному землезнавстві. — К.: ЦАКДЗ ІГН НАНУ, 1999. — С. 105–113.
2. Комплексирование многозональных космических снимков различного пространственного разрешения для повышения эффективности исследований лесных массивов (на примере зоны отчуждения ЧАЭС и районов Сибири) / [В. И. Лялько, А. И. Сахацький, А. Я. Ходоровський, И. Я. Буянова, А. Т. Азімов] // Космічна наука і технологія. — 2002. — Т. 8, № 2/3. — С. 239–246.
3. “Зелений щит” проти радіонуклідів / [В. Лялько, О. Сахацький, З. Шпортюк, О. Сибірцева, А. Ходоровський, О. Азімов] // Вісник НАН України. — 2008. — № 4. — С. 23–28.
4. Estimation of Heavy Metal and Radionuclide Contamination of the Soils and vegetation within the Chernobyl Danger Zone Using Remote sensing Data / [V. I. Lyalko, V. Yu. Djary, A. I. Sakhatsky, A. J. Hodorovsky, L. D. Woolfson, Z. M. Shportjuk, O. N. Sibirtseva, K.-H. Marek, S. Oppitz, G. L. Gimel'farb, V. Ilieva] // Proceedings of the XYIII-th Congress of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Vienna, Austria, vol. XXXI, part B7, Commission VII. 1996. pp. 454 – 459.
5. Environment Monitoring of Fukushima and Chernobyl Areas using a Constellation of Micro Observation Satellites (Japan-Ukraine Cooperation Technical Demonstration Program for Supporting Aftermath Response to Accidents at Nuclear Power Station) / [S. Yoshimoto, S. Nakasuka, A. Iwasaki, Y. Aoyanagi, A. Sakhatsky, S. Stankevich, D. Bobro] // Proceedings of the 5th Nano-Satellite Symposium (November 20–22, 2013, University of Tokyo), Tokyo, Japan, 2013. p. 9.
6. Remote ecological monitoring in the Chernobyl disaster area using GIS TRIAS / [V. I. Lyalko, A. I. Sakhatsky, J. F. Filippov, L. D. Woolfson, A. J. Hodorovsky, K.-H. Marek, S. Oppitz] // Proc. of the Earsel Workshop “Pollution monitoring and Geographic Information Systems”, Brandys-nad-Labem, Czech Republic, 15–18 May 1995, pp. 89–97.

## КОСМИЧЕСКАЯ УКРАИНА ПОМОГАЕТ ЯДЕРНОЙ ФУКУСИМЕ

А. И. Сахацкий, С. А. Станкевич

**Резюме.** Приведена информация о сотрудничестве украинских и японских ученых из Научного Центра аэрокосмических исследований Земли ИГН НАН Украины и Токийского университета для изучения проблем аварии на АЭС Фукусима-1 на основе спутниковой информации. Итогом проведенных семинаров, деловых встреч и дискуссий стало решение японской стороны использовать опыт ЦАКИЗ ИГН НАНУ и заключить контракт на проведение совместных исследований. Приведены основные результаты первого этапа работ по классификации растительного покрова в районе Фукусима-1 и картированию риска вторичного выброса адсорбированных растительностью радионуклидов в результате пожаров на загрязненных территориях.

**Ключевые слова:** Фукусима-1, украинско-японское сотрудничество, дистанционные исследования Земли, классификация земного покрова по спутниковым данным, риск вторичного радионуклидного загрязнения от пожаров

## SPACE UKRAINE HELPS NUCLEAR FUKUSHIMA

O. I. Sakhatsky, S. A. Stankevich

**Abstract.** The information on cooperation between Ukrainian and Japanese scientists from the Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth IGS NAS of Ukraine and the University of Tokyo to study the problems of the accident at Fukushima-I area based on satellite data is given. As the results of the workshops, business meetings and discussions the decision by the Japanese side was to use the experience of CASRE IGS NASU and to conclude the contract on joint research. The basic results of the first phase of joint works relating to the classification of vegetation in the vicinity of the Fukushima -1 area, mapping of the risk of secondary emission of the adsorbed radionuclides due to vegetation fires in contaminated areas have been provided.

**Keywords:** Fukushima-1, Ukrainian–Japanese cooperation, remote research of the Earth, land cover classification on satellite data, the risk of secondary radioactive pollution from fires