

УДК 528.831:(528.93:556.18)(477.75)

Про можливість залучення космічних знімків Sentinel-2 для аналізу імовірних причин хімічного викиду на заводі “Кримський Титан”

М. О. Попов, С. А. Станкевич, О. В. Седлерова, О. В. Титаренко, А. О. Козлова *, І. О. Пестова, М. С. Лубський, М. О. Свіденюк

ДУ “Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України”, Київ, Україна

В роботі пропонується підхід до оцінки стану зволоженості кислотонакопичувача заводу “Кримський Титан” на основі водного індексу MDNWI, обчисленого з використанням багатоспектральних знімків Sentinel-2, як однієї з імовірних причин викиду хімічного забруднення, що спостерігалось наприкінці серпня 2018 р.

Ключові слова: хімічне забруднення, багатоспектральні знімки Sentinel-2, водний індекс

© М. О. Попов, С. А. Станкевич, О. В. Седлерова, О. В. Титаренко, А. О. Козлова, І. О. Пестова, М. С. Лубський, М. О. Свіденюк. 2018

За повідомленням інформантства УНІАН, вночі 24 серпня на півночі Криму стався викид отруйних хімікатів з кислотонакопичувача заводу “Кримський Титан”. 30 серпня кримські екологи та експерти дійшли висновку, що джерелом випаровування міг стати вміст кислотовідстійника заводу через спеку і відсутність води з Північно-Кримського каналу [1].

Для оперативного виявлення водних об’єктів на значних за площею територіях, а також для аналізу їх висихання, давно та успішно використовують багатоспектральні космічні знімки. При цьому, на основі космічних знімків обчислюються спектральні водні індекси. Одним з найбільш широко-вживаних є модифікований водний індекс нормалізованої різниці (MDNWI — Modified normalized difference water index) [2]. Він розраховується на основі каналів у зеленому (GREEN) і короткохвильовому інфрачервоному (SWIR) діапазоні електромагнітного спектру:

$$MNDWI = (Green - SWIR) / (Green + SWIR) \quad (1).$$

Останнім часом, важливим джерелом інформації для картування водних об’єктів з використанням водних індексів стали багатоспектральні космічні знімки супутників Sentinel-2 Європейського космічного агентства [3]. Знімки Sentinel-2 забезпечують просторову розрізненість 10 м у каналі зеленого діапазону та 20 м у короткохвильового інфрачервоного. Поєднання відносно високої просторової і високої спектральної розрізненості, значної смуги захоплення та високої частоти повтору знімання (до 2–3 діб у північних широтах) є унікальною перевагою знімальної системи Sentinel-2 порівняно із ба-

гатьма іншими супутниковими системами, знімки яких наявні у вільному доступі. Космічні знімки Sentinel-2 доступні через відкритий веб-сервіс Copernicus Open Access Hub (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>).

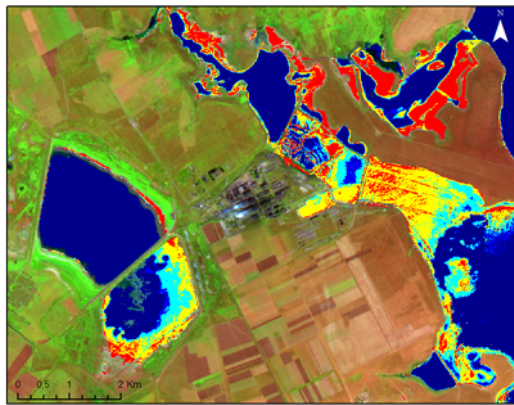
Для аналізу стану водних поверхонь в районі заводу “Кримський Титан” було відібрано шість знімків Sentinel-2 у період з 20 серпня до 9 вересня 2018 року. Відсутність хмар над територією інтересу у заданий період дозволило зібрати знімки з максимальною повторюваністю знімання. Два знімки, за 20 та 23 серпня 2018 р., відображають стан водних об’єктів і кислотонакопичувача до припустимого викиду забруднюючої речовини. Знімки за 25, 28 та 30 серпня 2018 р. характеризують обрані об’єкти в період найбільшого прояву негативного впливу забрудника на довкілля та здоров’я місцевих жителів. Знімок за 9 вересня 2018 р. зроблено на момент зупинки роботи заводу.

Для усіх знімків було здійснено атмосферне коригування та приведення до 10 м просторової розізнаності каналів, необхідних для обчислення водного індексу MDNWI за формулою (1). Усі операції попередньої обробки комірних знімків здійснювалися у середовищі кроссплатформеного програмного забезпечення з відкритим вихідним кодом ESA SNAP (Sentinel Application Platform). Часовий ряд індексів MDNWI обчислено у відкритому середовищі програми Scilab. Маскування об’єктів, які не становили предмет дослідження, здійснювалося шляхом встановлення порогових значень обчисленого індексу. Результат обчислень у вигляді серії тематичних карт представлено на рисунку.

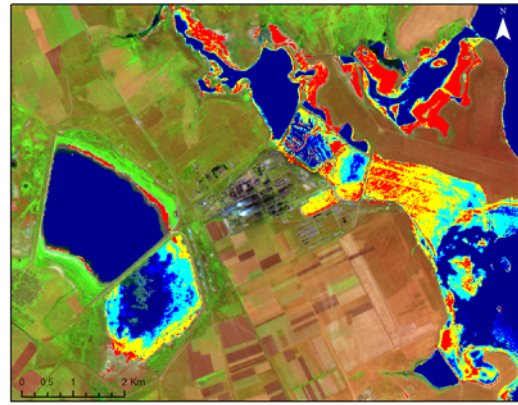
Просторовий розподіл індексу MDNWI в межах водних об’єктів та кислотонакопичувача поблизу заводу “Кримський Титан” в період з 20 серпня до 9 вересня 2018 року.

На представлених зображеннях водні поверхні

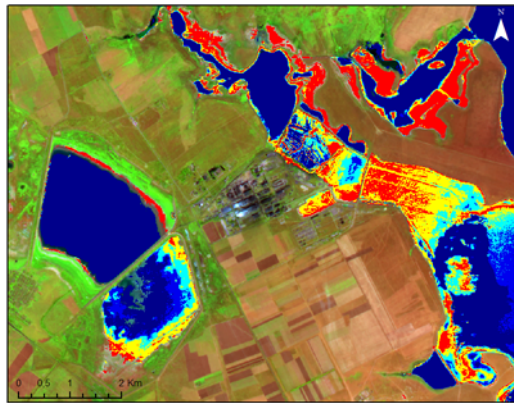
* E-mail: ak.koann@gmail.com



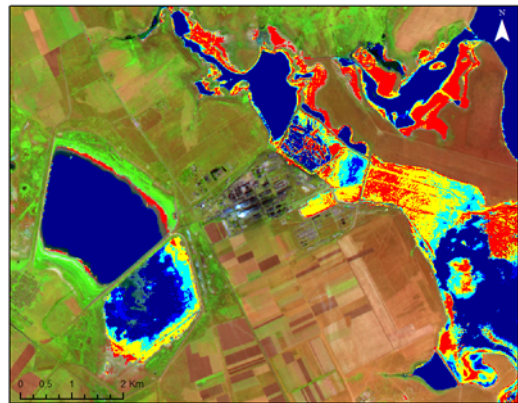
20-08-2018



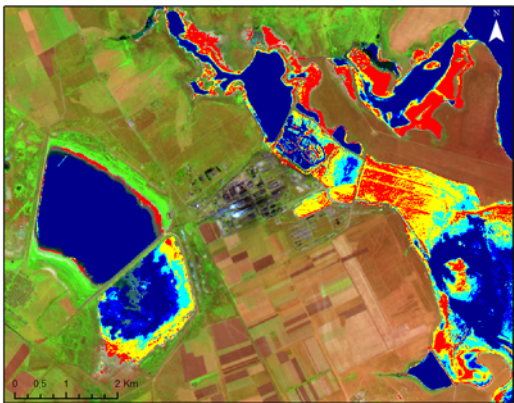
23-08-2018



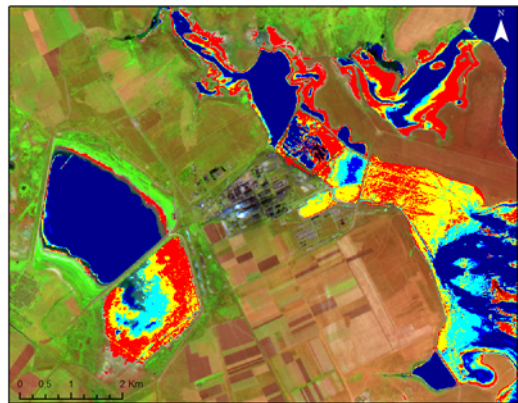
25-08-2018



28-08-2018



30-08-2018



09-09-2018



Просторовий розподіл індексу MDNWI в межах водних об'єктів та кислотонакопичувача поблизу заводу "Кримський Титан" в період з 20 серпня до 9 вересня 2018 року

характеризуються діапазоном значень індексу MDNWI від 0.3 до 1.0. Ділянки різного ступеня зволоженості — від 0.1 до 0.3. Сухі та пересохлі ділянки відповідно — 0.0 ... 0.1 та -0.5 ... 0.0.

Аналіз отриманих матеріалів свідчить, що північна частина заводського кислотонакопичувача до моменту прояву забруднення (20 та 23 серп-

ня) не була зволоженою і почала пересихати. Площа пересохлих ділянок почала стрімко зростати 25 серпня. З 28 серпня і до кінця досліджуваного періоду спостерігається поява значних осередків низької зволоженості та пересохлих ділянок на решті території кислотонакопичувача.

Слід також зауважити, що краще зрозуміти харак-

тер та динаміку зміни стану зволоженості кислотонакопичувача заводу дозволить більш розгорнутий ретроспективний аналіз знімків Sentinel-2 у меженні та паводкові періоди починаючи з 2015 р. Проведення такого аналізу є перспективним напрямком подальших робіт, які дадуть змогу забезпечити наукову обґрунтованість та об'єктивність в оцінці можливих причин хімічного викиду на заводі “Кримський Титан”.

Література

1. “Крымский титан” использует кислотный накопитель, половина которого расположена на Херсонщине [Електронний ресурс] // УНИАН. — Режим доступу: <https://www.unian.net/society/10251450-krymskiy-titan-ispolzuet-kislotnyy-nakopitel-polovina-kotorogo-raspolozhena-na-hersonshchine.html>. — Назва з екрану.
2. Xu H. Modification of Normalised Difference Water Index (NDWI) to Enhance Open Water Features in Remotely Sensed Imagery / H. Xu // International Journal of Remote Sensing 27. — 2006. — No. 14. — P. 3025–3033.
3. Water Bodies' Mapping from Sentinel-2 Imagery with Modified Normalized Difference Water Index at 10-m Spatial Resolution Produced by Sharpening the SWIR Band [Електронний ресурс] / Yun Du, Yihang Zhang, Feng Ling, Qunming Wang, Wenbo Li and Xiaodong Li // Remote Sens. — 2016. — 8(4). — P. 354. — Режим доступу до журналу: <https://doi.org/10.3390/rs8040354>. — Назва з екрану.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИВЛЕЧЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ SENTINEL-2 ДЛЯ АНАЛИЗА ВОЗМОЖНЫХ ПРИЧИН ХИМИЧЕСКОГО ВЫБРОСА НА ЗАВОДЕ “КРЫМСКИЙ ТИТАН”

М. А. Попов, С. А. Станкевич, О. В. Седлорова, О. В. Титаренко, А. А. Козлова, И. А. Пестова, Н. С. Лубский, М. О. Свиденюк. В работе предлагается подход к оценке состояния увлажненности кислотонакопителя завода “Крымский Титан” на основе водного индекса MDNWI, рассчитаного с использованием многоспектральных снимков Sentinel-2, как одной из возможных причин выброса химического загрязнения, которое наблюдалось в конце августа 2018. Для оперативного выявления состояния водных объектов, а также для анализа их высыхания авторами использованы шесть снимков Sentinel-2 в период с 20 августа по 9 сентября 2018, до и после проявления загрязнения. Анализ полученных результатов показывает, что северная часть заводского кислотонакопителя до момента проявления загрязнения (20 и 23 августа) не была увлажненной и начала пересыхать. Площадь пересохших участков начала расти 25 августа. С 28 августа и до конца исследуемого периода наблюдается появление значительных очагов низкой увлажненности и пересохших участков на остальной территории кислотонакопителя.

Ключевые слова: химическое загрязнение, многоспектральные снимки Sentinel-2, водный индекс

PROSPECTS OF INVOLVING SENTINEL-2 IMAGERY FOR ANALYSIS OF POSSIBLE CAUSES OF CHEMICAL EMISSIONS AT THE CRIMEAN TITAN PLANT

М. О. Попов, S. A. Stankevich, O. V. Sedlerova, O. V. Titarenko, A. O. Kozlova, I. O. Piestova, M. S. Lubsky, M. O. Svidenuk. The paper proposes an approach to assessing the humidity within the acid storage tank of the “Crimean Titan” plant based on the water index MDNWI, calculated using Sentinel-2 multispectral images as one of the likely causes of chemical pollution, which was observed at the end of August 2018.

Key words: chemical pollution, Sentinel-2, water index