

## ПРИЛОЖЕНИЕ НА ИНДЕКСИ ЗА МОНИТОРИНГ НА ПЛВАЩИТЕ ТРЪСТИКОВИ ОСТРОВИ В ЕЗЕРОТО СРЕБЪРНА ПО ДАННИ ОТ SENTINEL 2

Iva Ivanova, Nataliya Stankova, Temenuzhka Spasova

Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences, Department of Aerospace information, Acad. G. Bonchev Str., Bl. 1, 1113 Sofia, Bulgaria  
ivaivanova@space.bas.bg

**Резюме:** Мониторингът и инвентаризацията на влажните зони са важни за управлението на техните ресурси и запазването им като устойчиви местообитания за редки и световно застрашени видове. Изследванията в работата са свързани със приложението на индекс класификация за мониторинг на плаващите тръстикови острови в езерото Сребърна. Плаващите тръстикови острови имат изключително важно значение като местообитания на световно застрашени видове птици. Те са уникални за Европа местообитания, представени единствено в езерото Сребърна и Делтата на р. Дунав. За извършване на мониторинга на местообитанията се използва единствената възможност, която предоставя високотехнологичните методи, базирани на дистанционни изследвания от космоса с помощта на сензори с подходящи за целта параметри на регистрираните от тях данни. За целите на изследването са използвани спътникови данни от Sentinel 2 A/B (Коперникус, ЕКА) с помощта на които са получени резултатите за динамиката на растителността върху плаващите тръстикови острови в езерото.

**Ключови думи:** спътникови данни, влажна зона, плаващи тръстикови острови, индекси

### ВЪВЕДЕНИЕ

Спътниковите методи са най – успешни в класификацията и идентификацията на влажните зони, и тяхното разграничаване от другите типове земно покритие. Всички видове влажни зони могат да се изследват чрез използването на дистанционни методи. Една такава влажна зона е езерото Сребърна, което съхранява в себе си уникални типове местообитания – плаващите тръстикови острови, които са обект на настоящето изследване. Тези местообитания имат изключително важно значение имат изключително важно значение за гнезденето на някои от световно застрашените видове птици. Езерото Сребърна е част от биосферния резерват – „Сребърна“ (прекатегоризиран в поддържан резерват), рамсарски обект, част от европейската екологична мрежа Natura2000 със защитени зони по Директивата за птиците (2009/147/ЕО) и Директивата за местообитанията (Директива 92/43/ЕО) и обект от списъка на ЮНЕСКО.

Езерото Сребърна е единственото място в България, където понастоящем може да се наблюдават плаващите тръстикови острови. Те ограждат централното водно огледало на езерото. Поради трудната им достъпност и липсата на данни за тяхната динамика целенасочени изследвания върху площните и пространствени изменения на плаващите тръстикови острови досега почти не са провеждани. Изследвания върху динамиката на плаващите тръстикови острови в езерото Сребърна са направени за първи път от Иванова и др. (2007) на базата на аерокосмическа, GPS и наземна информация, където се установява изменения във формата, площта и местоположението на някои от плаващите острови в езерото. По късно е защитен дисертационен труд , който е едно начало върху изследванията на тези уникални типове местообитания. Настоящото изследване цели да продължи и задълбочи изследванията, за да подпомогне запазването им в бъдеще като едно устойчиво местообитание. Основна цел на изследването ще бъде насочена към приложение на някои от растителните индекси с цел оценка и мониторинг на състоянието влажната зона на базата на дистанционни аерокосмически методи и данни.

### Входни данни и методи

Използвани са данни от Европейската космическа агенция(ESA). Сателитите от мисията Коперник, "Sentinel- 1-A и "Sentinel-2-A. "Sentinel-1-A (C band с дължина на вълната от ~ 5,6 см) е радар със синтезирана апертура (SAR). В "Sentinel-2-A" инструментът Multi-Spectral Instrument (MSI) регистрира данните в оптични ленти с различни способности.

Мониторингът е направен за период от една година от месец април 2022 г., до месец май 2023 г., като са използвани спътникови данни само през вегетационния период на растителността.

### Индекс класификации

Методиката включва изчисления на спектрални вегетационни индекси и ортогонализиране на мултиспектрални сателитни данни, включително прилагане на трансформация на Tasseled-Cap (TCT) и изчисляване на индекс, базиран на TCT. За оценка на динамиката на растителността в езерото Сребърна, и по специално върху плаващите тръстикови острови са използвани няколко от най-широко използваните вегетационни индекси, като: нормализираният диференциален растителен индекс (NDVI); модифициран индекс на растителността, коригиран спрямо почвата (MSAVI2); нормализираният воден индекс (NDWI).

### NDVI

NDVI е най-широко използваният спектрален индекс за мониторинг на растителността и оценка на фотосинтетичната активност

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

### MSAVI

MSAVI2 е адаптирана версия на коригирания към почвата растителен индекс (SAVI). Разработен е за намаляване на слабостите на NDVI, свързани с неговите неточности, когато се прилага към зони с висока степен на открита почвена повърхност [6]. Този индекс е особено ефективен в райони, които имат различни коефициенти на осветеност на почвата

$$MSAVI2 = \frac{(2 * NIR + 1 - \sqrt{(2 * NIR + 1)^2 - 8 * (NIR - RED)})}{2}$$

### NDGI

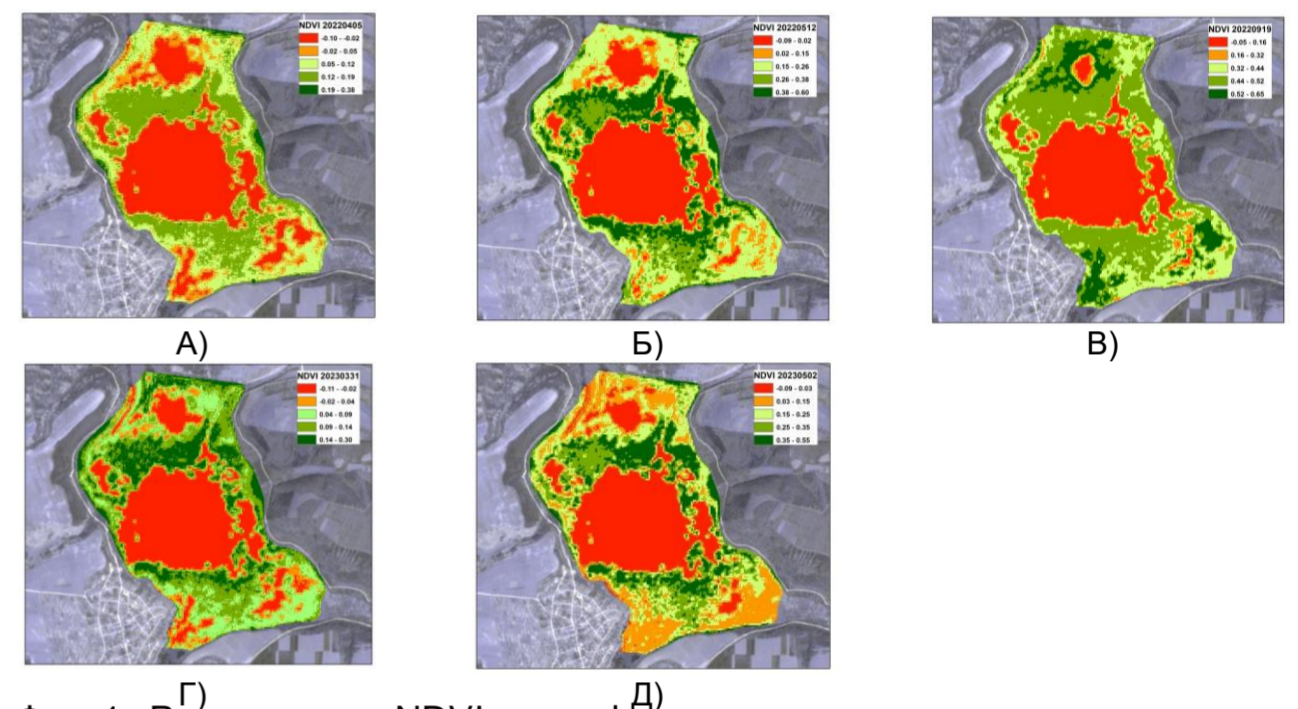
Подходът за дефиниране на NDGI индекс въз основа на ортогонализиране на сателитни изображения с помощта на компонента Greenness се основава на характеристиките на спектралното отражение на растителността. От една страна, информацията, съдържаща се в сателитните изображения, зависи главно от възможностите за спектрална и пространствена разделителна способност на сензора и от спектралните отразяващи характеристики на растенията, определени от тяхното моментно състояние (клетъчна структура и съдържание на вода/хлорофил). NDGI оценява количествено леките положителни и отрицателни стойности на изменение на зелената маса на растителността за даден период от време. NDGI варира от +1 до -1, като NDGI < 0 показва отрицателна промяна, а NDGI > 0 показва положителна промяна.

$$NDGI = \frac{GR_n(t_2) - GR_n(t_1)}{|GR_n(t_2)| + |GR_n(t_1)|}$$

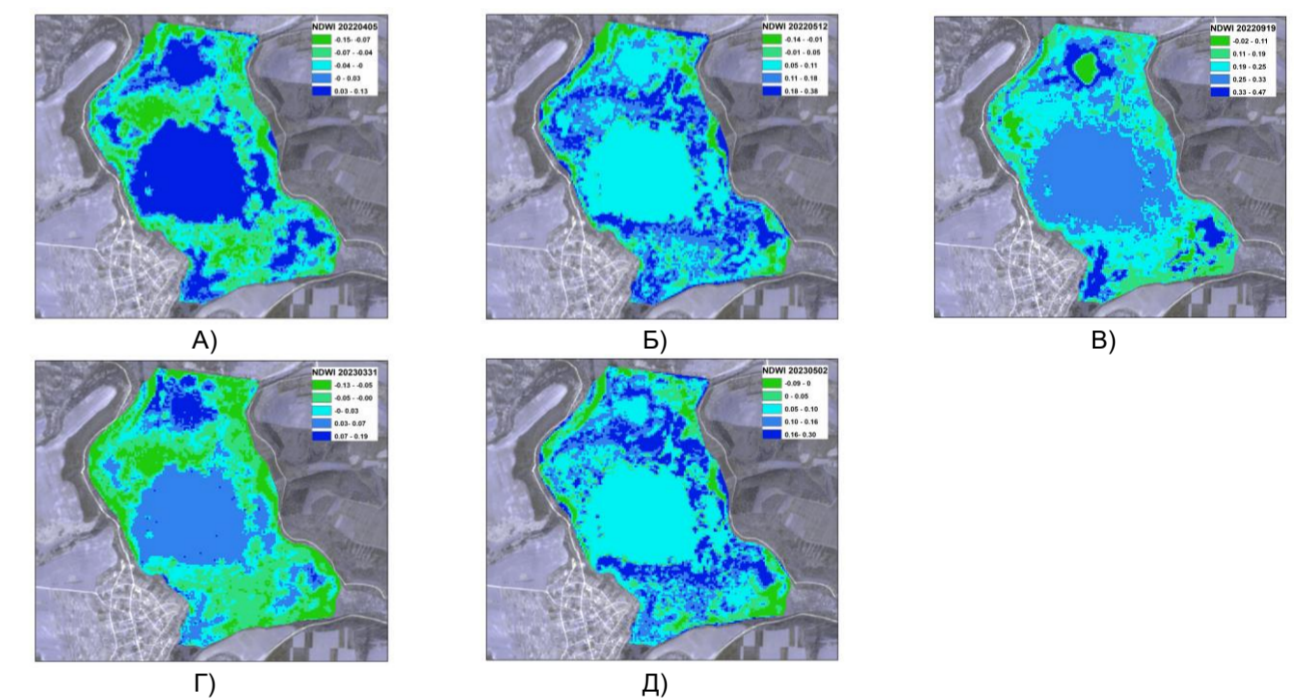
### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изследванията на вегетационния индекс върху плаващите тръстикови острови са от съществено значение за извършването на мониторинг на динамиката на тези екосистеми и могат да предоставят ценни данни за тяхното здраве и биоразнообразие. Данните от приложението на различните индекси предоставят ценна информация за физиологичното състояние на растенията върху плаващите тръстикови острови и може да служи като индикатор за техните здравословни условия и реакции на сезонните и климатични промени. Тази информация е от съществено значение за управлението и опазването на тези уникални екосистеми. Получените резултати предоставят информация, която подпомага изучаването им и допринася за опазването на тези уязвими природни обекти. Това ще подпомогне бъдещи изследвания, насочени конкретно към движението и динамиката им във времето.

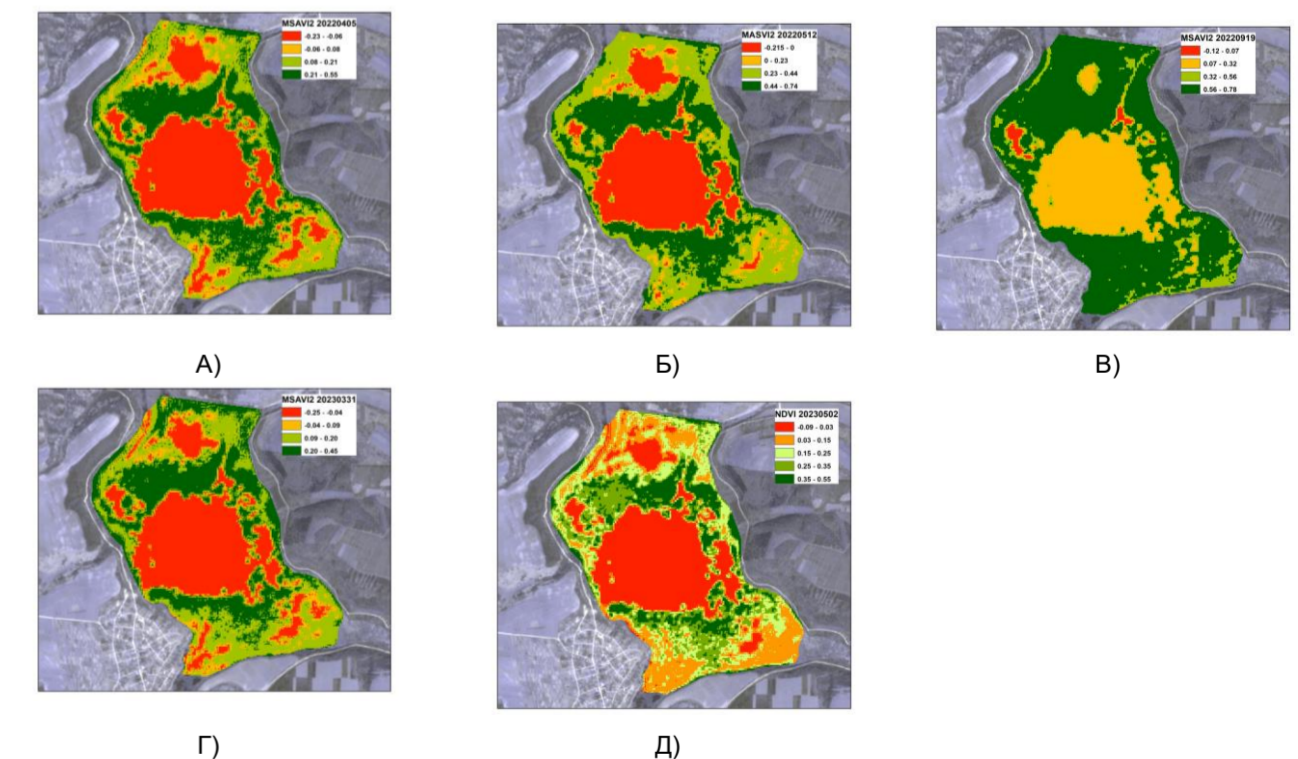
### РЕЗУЛТАТИ:



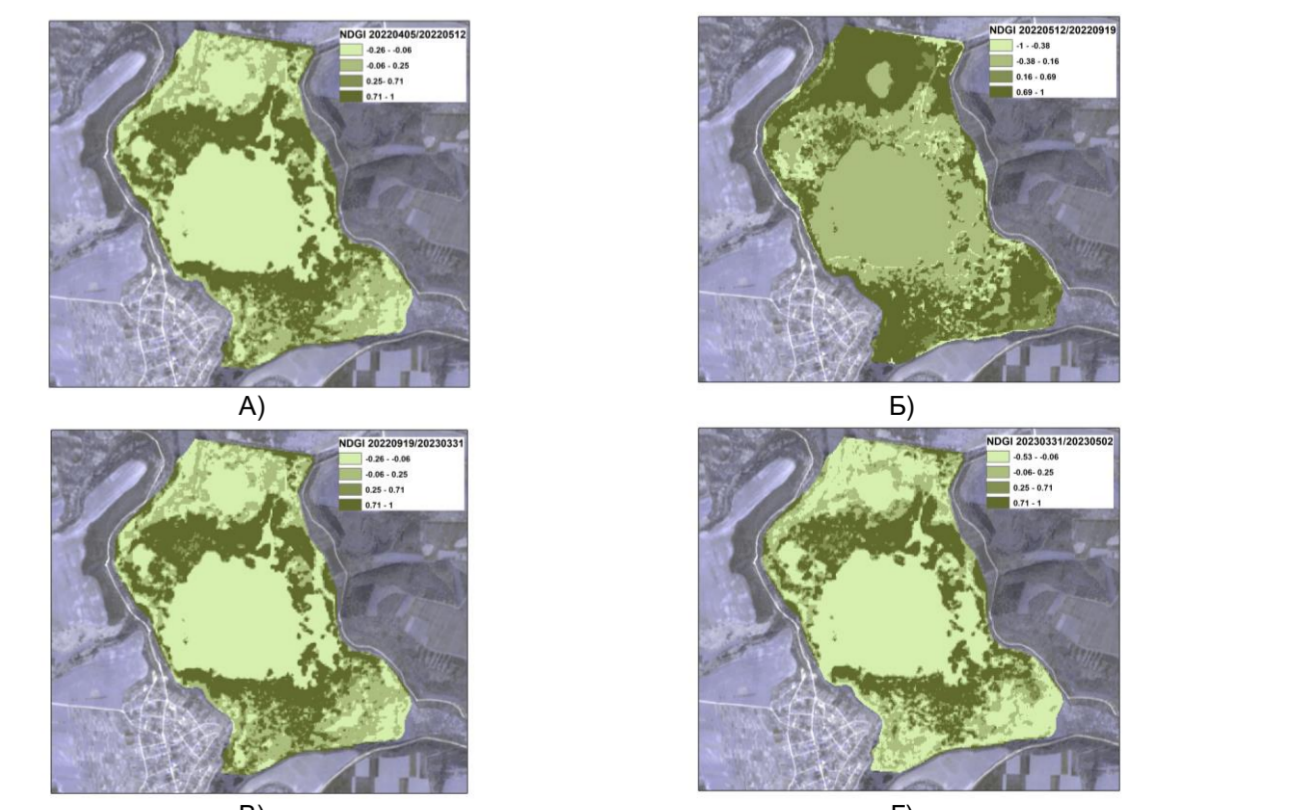
Фиг. 1. Резултати от NDVI класификацията на плаващите тръстикови острови в езерото Сребърна



Фиг. 2. Резултати от NDWI класификацията на плаващите тръстикови острови в езерото Сребърна



Фиг. 3. Резултати от MSAVI2 класификацията на плаващите тръстикови острови в езерото Сребърна



Фиг. 4. Резултати от NDGI класификацията на плаващите тръстикови острови в езерото Сребърна