

**Охорона, моделювання та прогнозування стану
навколишнього середовища**

Список літератури

1. Bееckman F., Motte H., Bееckman T. Nitrification in agricultural soils: Impact, actors and mitigation. *Curr. Opin. Biotechnol.* 2018. Vol. 50. P.166–173. URL: <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2018.01.014> (Last accessed: 25.02.2024).
2. Dhyani V., Bhaskar T. A comprehensive review on the pyrolysis of lignocellulosic biomass. *Renew. Energy.* 2018. Vol. 129, Part B. P. 695–716. URL: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.04.035> (Last accessed: 27.02.2024).
3. Gao Y., Fang Z., Van Zwieten L., Bolan N., Dong D., Quin B.F., Meng J., Li F., Wu F., Wang H. A critical review of biochar-based nitrogen fertilizers and their effects on crop production and the environment. *Biochar.* 2022. Vol. 4: 36. 19 p. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/s42773-022-00160-3> (Last accessed: 02.03.2024).
4. He Z., Chao W., Hongxia C., Jiaping L., Shuyao P., Zhijun L. Nitrate Absorption and Desorption by Biochar. *Agronomy.* 2023. Vol. 13, № 9: 2440. URL: <https://doi.org/10.3390/agronomy13092440> (Last accessed: 25.02.2024).
5. Yaashikaa P. R., Kumar P.S., Varjani S., Saravanan A. A critical review on the biochar production techniques, characterization, stability and applications for circular bioeconomy. *Biotechnol Rep.* 2020. Vol. 28: e00570. URL: <https://doi.org/10.1016/j.btre.2020.e00570> (Last accessed: 25.02.2024).

УДК [504.73:574.68](282.247.314)

**ОЦІНКА ВІДНОВЛЕННЯ ПЛАВНЕВОЇ РОСЛИННОСТІ
НИЖНОЇ ДНІСТРОВСЬКОГО НПП ПІСЛЯ ПОЖЕЖ ЗА
ДАНИМИ ДЗЗ**

Дворецький Т. В.

Інститут Гідробіології НАН України

E-mail: d.taras.v@gmail.com

Охорона, моделювання та прогнозування стану навколишнього середовища

Плавневі екосистеми, у тому числі Нижнього Дністра, акумулюють велику кількість вуглецю в біомасі рослин, що викликано їх високою продуктивністю та низькою швидкістю розкладання, за умови постійного або тривалого підтоплення ґрунтів. Великі площі та низькі затрати історично сформували випалювання як метод управління надмірною фітомасою. Реакція рослинності на пожежу в основному обумовлена життєвим циклом і функціональними особливостями видів, а також такими характеристиками як частота, інтенсивність і масштаби пожежі. Внаслідок палів відбувається втрата біомаси, зміна структури та функціонування популяцій та ценозів, а також загальні характеристики екосистем. Реакція рослинного угруповання на випалювання також залежить від сезону. Окрім впливу на структуру, пожежа також впливає на екосистемні послуги, що надаються плавневою рослинністю – зберігання вуглецю, демпфірування повені, місця нагулу на гніздування птахів і тварин.

Матеріали дистанційного зондування є потужним інструментом в дослідженнях екології пожеж у масштабах дельтових систем і дають можливість описувати відновлення рослинності після пожеж. Метою даної роботи є аналіз відновлення плавневої рослинності Нижньодністровського НПП у наступному вегетаційному періоді після пожеж, що сталися на її території в 2020 р. з використанням даних дистанційного зондування та спектральних індексів. Вихідна інформація отримана з даних багатоспектральних космічних знімків зроблених супутниками "Landsat 8-9".

Оцінка впливу випалювання на рослинність плавневих екосистем проводили з використанням вегетаційних індексів, що відображають окремі показники стану рослинності. нормалізований різностний індекс рослинності (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI); індекс зеленого хлорофілу (Green Chlorophyll Index – GCI); індекс питомої площі листової пластинці (Specific Leaf Area Vegetation Index – SLAVI); нормалізований диференціальний індекс вологості (Normalized Difference Moisture Index – NDMI); індексу стану рослинності (Vegetation Condition Index - VCI); температури поверхні землі (Land Surface Temperature – LST); температурного режиму

Охорона, моделювання та прогнозування стану навколишнього середовища

(Temperature Condition Index - TCI) та водозабезпеченості рослинності (Water Supplying Vegetation Index — WSVI). Розраховані індекси є інтегральним показником функціонування плавневих екосистем і залежать від умов місцезростань та пірогенного фактора.

Отримані результати за вегетаційний період були розбиті на чотири групи по сезонах. Перша (I) група сформована березнем і визначає початкові умови розвитку рослинності. Друга (II) об'єднає три місяці – березень, квітень і травень та узагальнює розвиток рослинності за весняний період. Третя (III) представлена червнем, липнем та серпнем (літній період). Четверта (IV) – вереснем та жовтнем (осінній період). Вплив випалювання на взаємозв'язки між індексами вивчалися з використанням методу головних компонент, імітаційного моделювання та аналізом подібності (ANOSIM). Для отримання і аналізу кількісних характеристик знімків використовували програмні продукти Quantum GIS і статистичний пакет R версії 3.4.4.

Встановлено, що на початок вегетаційного періоду 2021 р. середні значення спектральних індексів усіх ділянок що розглядаються мають досить близькі середні значення, але суттєво розрізняються показниками ексцесу та асиметрії. Найбільш мінливими є ділянки які випалювалися у лютому 2020 р. Це пояснюється формуванням на окремих територіях умов які виникли внаслідок нерівномірного вигорання мертвої органічної маси, що підтверджується великими значеннями асиметрії екологічних індексів - LST та TCI. Контрольні ділянки також характеризуються значними показниками асиметрії LST та TCI, однак це пов'язано з просторовою мінливістю плавневих систем дельти. Ділянки які горіли у весняний період (березень, квітень) на відміну від попередніх, мають значно менші значення асиметрії, та відзначаються мінливістю значень вегетаційних індексів – NDVI, LAI, VCI, та VSWI. Оцінка різниці на основі аналізу подібності (ANOSIM) між ділянками встановила, що вони сходні між собою (R дорівнювало 0,07, $p = 1e-04$). Отримані результати свідчать що на початок вегетаційного періоду розрізнялися дуже слабо.

Показано, що протягом весняного періоду на ділянках з різними термінами випалювання та контролем різниця між ними

Охорона, моделювання та прогнозування стану навколишнього середовища

дещо збільшується, але залишається нечіткою ($R = 0,14$, $p = 1e-04$). Це обумовлено двома факторами – різним розвитком едифікатора рослинних комплексів водно-болотних екосистем - *Phragmites australis* та сукупними ступенем вигорання та накопичення мортмаси протягом минулого року.

Встановлено, що різниця в розвитку рослинності на ділянках з різним термінами випалювання протягом літнього періоду суттєво збільшується ($R = 0,24$, $p = 1e-04$). Це пояснюватися подальшим формуванням просторової нерівномірності екологічних умов розвитку рослинності. Найбільш впливовими факторами виявилися нормалізований диференціальний індекс вологості (NDMI) та водозабезпеченості рослинності (WSVI).

Закінчення вегетаційного періоду сприяє зменшенню різниці між ділянками. Встановлено, що ступінь відмінності між горілими ділянками невеликий, що пов'язано з локальними умовами та інтенсивністю випалювання, а також кількістю сухої органічної речовини на окремих площах ($R = 0,10$, $p = 1e-04$). Виявлено, що лише за зимового (лютий) випалювання зберігається значна варіація значень спектральних індексів, що свідчить про формування на горілих ділянках різних екологічних умов. Вплив весняного (березень, квітень) випалювання відзначається значною варіабельністю значень ступеня схожості за сезонами протягом вегетаційного періоду.

Результати проведених досліджень свідчать про ефективність дистанційного зондування території плавневих екосистем з використанням спектральних індексів для оцінки стану рослинного покриву та доцільні для розв'язання проблеми збереження, відновлення та сталого використання водно-болотних екосистем південно-західного Причорномор'я в умовах антропогенного навантаження та глобальних кліматичних змін. Розроблений алгоритм може бути адаптований для різних типів водно-болотних угідь і використаний для отримання більш повних даних. Покращене розуміння масштабів пожеж та динаміка значень спектральних індексів показників стану рослинності має вирішальне значення для ефективного управління пірогенним навантаженням цих та інших плавневих екосистем.