

Хоменко С.В.,
здобувач вищої освіти наукового ступеня «доктор філософії»
спеціальності 101 «Екологія»
Науковий керівник: Кірейцева Г.В.,
к.е.н., доц, доцент кафедри екології та природоохоронних технологій
Державний університет «Житомирська політехніка»
org_hsv@ztu.edu.ua

ОЦІНКА НАСЛІДКІВ ПОЖЕЖ, СПРИЧИНЕНИХ ВІЙСЬКОВИМИ ДІЯМИ НА ФІТОЦЕНОЗИ ЗАПОВІДНИКА «ДРЕВЛЯНСЬКИЙ» ЗА ДОПОМОГОЮ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ІНДЕКСУ NDVI

Воєнні дії в Україні, які розпочалися у 2014 році та повномасштабне вторгнення росії у 2022 році, призвели до численних пожеж, що завдали значної шкоди навколишньому середовищу та екосистемам.

За даними Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2023 році лісові пожежі охопили в 3 рази більшу територію в порівнянні з 2022 роком. Для порівняння: у 2022 році сталося 1052 лісових пожежі, а у 2021 році – 660. У 2023 році площа лісових земель, пройдена пожежами, склала 51 тис. га. Це в 3,2 рази більше від 2022 року та в 170 разів більше від 2021 року. Для порівняння: у 2022 році це було 15,8 тис. га, а у 2021 році – 0,3 тис. га. У 2023 році збитки через лісові пожежі склали близько 2,05 млрд грн. Це в 6,8 рази більше від 2022 року та в 975 разів більше від 2021 року. Для порівняння: у 2022 році збитки через лісові пожежі становили 302,4 млн грн, а у 2021 році – 2,1 млн грн. [1].

Кількість і площа ландшафтних пожеж збільшуються відносно відстані до лінії фронту. Так у 2023 році щільність пожеж у 5-кілометровій буферній зоні була в 49 разів вищою порівняно із значенням щільності пожеж на решті території України, у 10-кілометровій зоні – у 10,5 разів, а у 20-кілометровій зоні – майже вдвічі [2]. Особливо небезпечними є пожежі на територіях природно-заповідного фонду, адже на цих територіях містяться рідкісні та унікальні екосистеми, які формувалися протягом тривалого часу та їх втрата може бути незворотною. Метою дослідження є ефективність використання NDVI, отриманого на основі супутникових знімків для моніторингу стану лісового покриву природного заповідника «Древлянський» протягом 2021-2023 років.

Для дослідження була обрана територія природного заповідника «Древлянський», який знаходиться в Житомирській області, на південь і схід від смт Народичі, вздовж річки Уж та її правих приток - Лозниця, Ослів, Звіздаль. Площа заповідника 30872,84 га та він охоплює землі державної та комунальної власності. На даний час Древлянський природний заповідник перебуває у фазі збереження та відновлення біорізноманіття (516 видів фауни та 973 види флори), а тому представляє величезну цінність для дослідження природних процесів [3].

Використання нормалізованого різницевого вегетаційного індексу (NDVI), розрахованого за допомогою супутникових знімків, є надзвичайно важливим інструментом для моніторингу стану лісової рослинності, оскільки супутникові знімки дозволяють охопити великі площі лісів, включаючи важкодоступні райони, що неможливо зробити традиційними наземними методами, супутники надають дані з високою часовою роздільною здатністю, дозволяючи проводити моніторинг змін у лісах протягом сезону та років, це, в свою чергу, дає можливість швидко виявляти аномалії та зміни у стані лісів [4,5].

В даному дослідженні були використані знімки зроблені в квітні, серпні та жовтні 2021-2023 роках. Вибір саме цих місяців зумовлений тим, що квітень це початок вегетаційного періоду в помірному кліматі України. Він відображає стан рослинності після зимового періоду та дозволяє оцінити швидкість відновлення рослинного покриву навесні, а отже є важливим для виявлення ранніх ознак пошкоджень або змін в екосистемі. За допомогою Copernicus Open Access Hub - онлайн-платформи, яка надає безкоштовний та відкритий доступ до супутникових даних, зібраних в рамках програми Copernicus Європейського космічного агентства (ESA) був виконаний пошук і вибір конкретних зображень з урахуванням потрібних дат та регіонів. Після того, як всі необхідні знімки були знайдені вони були завантажені в програму QGIS для розрахунку Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). NDVI було розраховано з використанням (Sentinel-2) червоного (канал B4) та ближнього інфрачервоного (канал B8) діапазонів.

Розрахунок NDVI проводився на основі даних знімків супутника Sentinel-2, використовуючи формулу (1) [6]:

$$NDVI = \frac{R_{NIR} - R_{RED}}{R_{NIR} + R_{RED}} \quad 1$$

де NIR - відбиття в ближньому інфрачервоному діапазоні спектра (Band 8),

RED - відбиття в червоному діапазоні спектра (Band 4).

Значення NDVI варіюється від -1 до +1. Значення близько 0 і нижче зазвичай відповідають неживим об'єктам (вода, гірські породи, будівлі). Значення від 0,2 до 0,8 зазвичай відповідають рослинності. За допомогою калькулятора растрів в програмі QGIS були розраховані NDVI на території природного заповідника «Древлянський» протягом трьох сезонів за 2021, 2022, 2023 роки (таблиця 1).

Таблиця 1. Значення NDVI території природного заповідника «Древлянський»

Квітень 2021	Квітень 2022	Квітень 2023	Серпень 2021	Серпень 2022	Серпень 2023	Жовтень 2021 року	Жовтень 2022 року	Жовтень 2023 року
<0.0949	<0.1202	<0.0665	<0.1306	<0.1551	<0.1168	<0.1249	<0.1425	<0.1544
0.0949-0.1352	0.1202-0.1547	0.0665-0.1277	0.1306-0.1974	0.1551-0.2151	0.1168-0.1861	0.1249-0.1876	0.1425-0.1997	0.1544-0.2129
0.1352-0.1754	0.1547-0.1892	0.1277-0.1889	0.1974-0.2642	0.2151-0.2752	0.1861-0.2554	0.1876-0.2503	0.1997-0.2568	0.2129-0.2714

0.1754-0.2157	0.1892-0.2237	0.1889-0.2501	0.2642-0.3311	0.2752-0.3352	0.2554-0.3247	0.2503-0.3130	0.2568-0.3140	0.2714-0.3300
0.2157-0.2560	0.2237-0.2582	0.2501-0.3112	0.3311-0.3979	0.3352-0.3953	0.3247-0.3940	0.3130-0.3757	0.3140-0.3712	0.3300-0.3885
0.2560-0.2963	0.2582-0.2927	0.3112-0.3724	0.3979-0.4647	0.3953-0.4553	0.3940-0.4633	0.3757-0.4385	0.3712-0.4284	0.3885-0.4471
0.2963-0.3335	0.2927-0.3246	0.3724-0.4289	0.4647-0.5263	0.4553-0.5108	0.4633-0.5272	0.4385-0.4963	0.4284-0.4811	0.4471-0.5011
0.3335-0.3645	0.3246-0.3511	0.4289-0.4760	0.5263-0.5777	0.5108-0.5569	0.5272-0.5805	0.4963-0.5446	0.4811-0.5251	0.5011-0.5461
>0.3645	>0.3511	>0.4760	>0.5777	>0.5569	>0.5805	>0.5446	>0.5251	>0.5461

Аналізуючи отримані дані можна зробити висновок, по-перше, про сезонні зміни стану лісової рослинності природного заповідника «Древлянський». Найнижчі значення NDVI спостерігаються у квітні (весна), що вказує на початок вегетаційного періоду, найвищі значення NDVI зафіксовані в серпні (літо), що свідчить про пік фотосинтетичної активності. У жовтні (осінь) значення NDVI знижуються порівняно з серпнем, але залишаються вищими, ніж у квітні. Щодо річної динаміки то у квітні 2021 році максимальне значення становить >0.3645, а у 2022 максимальне значення становить >0.3511, що вказує на незначне зниження максимального значення NDVI порівняно з 2021 роком. Аналізуючи дані за серпень 2021 року та за серпень 2022 року можна побачити, що максимальне значення NDVI у 2022 році (>0.5569) також нижче, ніж у 2021 році (>0.5777). Це свідчить про меншу фотосинтетичну активність або меншу кількість біомаси на піку вегетаційного сезону. Осінні показники 2022 року (>0.5251) також нижчі порівняно з 2021 роком (>0.5446), що продовжує тенденцію, спостережену влітку.

На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що за всі досліджувані місяці 2022 року спостерігається зниження максимальних значень NDVI порівняно з 2021 роком. Отже, 2022 рік характеризувався дещо нижчою фотосинтетичною активністю та меншою кількістю біомаси порівняно з 2021 роком. Причинами цього є пожежі, що були на території природного заповідника «Древлянський» восени 2022 року, спричинені бойовими діями. Внаслідок окупації ворожими військами декількох населених пунктів у Житомирській області, а також просування ворожих бойових машин піхоти до східних меж Древлянського заповідника, на його території розгорнулися активні бойові дії. В подальшому це призвело до масштабних пожеж - зафіксовано 22 пожежі за період з 24 лютого. Загальна площа згорілої території становить 2100 гектарів. Це спричинило пошкодження рослинного покриву, зокрема деревостанів, була знищена рослинність на великих територіях, що призводить до зниження NDVI.

Список використаної літератури

1. Хоменко С.В., Бельмега І.В., Кірейцева Г.В., Хрутьба В.О. Роль фітоінвазії для природного біорізноманіття заповідних територій України. Екологічні науки: науково-практичний журнал. Видавничий дім «Гельветика», 2024. 1 (52), Том 2. С. 94 – 99.
2. Мельник-Шамрай В.В., Шамрай В.І., Пацева І.Г. Аналіз територіального розподілу об'єктів природно-заповідного фонду об'єднаних територіальних громад Коростенського району Житомирської області. Екологічні науки : науково-практичний журнал. К. :видавничий дім «Гельветика». 2023. № 4(49). С. 186-193.
3. Кузик А.Д., Товарянський В.І. Вплив воєнних дій на лісові екосистеми України та їх післявоєнне відновлення. 2023. Вісник ЛДУБЖД, 27, 16-22.
4. Мартиненко В.В., Конішук В.В. Типологічна характеристика вкритих лісовою рослинністю деревостанів природного заповідника «Древлянський». 2020. Агроекологічний журнал, 3, 33-40.
5. Н. Jones, R. Vaughan Remote Sensing of Vegetation: Principles, Techniques, and Applications. 2010. OUP Oxford. URL:<https://books.google.it/books?id=sTmcAQAAQBAJ>
6. Van Leeuwen, Willem JD, et al. Multi-sensor NDVI data continuity: Uncertainties and implications for vegetation monitoring applications. 2006. Remote sensing of environment 100.1, 67-81.
7. Kshetri, Tek. Ndvi, ndbi & ndwi calculation using landsat 7, 8. 2018. GeoWorld, 2, 32-34.