

УДК 911.52

ДЕЄВ Д.С., КЛИМЕНКО М.О.

**МОНІТОРИНГ ЗМІН ВОДНО-БОЛОТНИХ УГІДЬ ШАЦЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ДАНИХ
ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ**

Використання даних дистанційного моніторингу є одним з перспективних шляхів розвитку моніторингу навколишнього природного середовища. Нині зйомку поверхні Землі виконують супутники типу Ресурс, Океан, Січ, Landsat,

SPOT, NOAA, ERS, IRS та ін. Вони оснащені багатоспектральною сканувальною апаратурою типу МСУ, MSS, TM, HRV, MOMS, LISS, SAR та ін. Сканери налічують до 5 каналів у видимому оптичному діапазоні від 0,4 до 0,75 мкм з роздільною здатністю на місцевості від 10 до 360 метрів та канали інфрачервоного діапазону від 0,75 до 14 мкм з роздільною здатністю 12-170 метрів. Також широко використовуються данні аерофотозйомки на рівні моніторингу локальних змін.

Слід відмітити, що в Україні також приділяється значний інтерес методам дистанційного моніторингу. Так Звенигородський Е.Л., Лялько В.І., Федоровський А.Д., Кондратьєв К.А., Востокова Е.А., Голоудін Р.І., Григо'єв А.А. Брук В.В., Поздняков Д.В., Сиренко Л.І. приділяють увагу як вивченню процесів, що протікають в природних системах, так і оцінці стану природних систем на основі інформації отриманої за допомогою дистанційних методів. [3]

На нашу думку, доцільним є використання методів дистанційного моніторингу для дослідження водно-болотних угідь, а саме змін, що протікають внаслідок антропогенного впливу та природних явищ. Використання дистанційних методів є доцільним в зв'язку з тим, що основними параметрами, які визначають спектральну яскравість досліджуваного об'єкту є гідрологічні, едафічні та флористичні характеристики. Тобто саме ті параметри, які є визначальними для водно-болотних угідь.

В більшості випадків для дистанційного моніторингу з використанням даних супутників використовується пасивне сенсорне обладнання, яке використовує відбите сонячне випромінювання для отримання даних. З точки зору енергетичного балансу все сонячне випромінювання що попадає на поверхню будь-якого об'єкту відбивається, поглинається або проходить скрізь нього. Рослинні угруповання унікальні в співвідношенні кожного з цих 3 типів випромінювання. В видимому спектрі (400-700 нм) відбиття низьке, прозорість для випромінювання близька до нуля, поглинання високе. Найбільше впливають на взаємодію системи енергія-матерія в цьому спектрі рослинні пігменти. В більш довгих довжинах хвилі близького ІЧ випромінювання як відбиття так і пропускання високі, а поглинання дуже низьке. Тут головну роль відіграє внутрішня будова листків. Основними рослинними пігментами є хлорофіли. Данні речовини відповідають за поглинання блакитного(400-500 нм) та червоного(600-700нм) спектру. Випромінювання, яке не було поглинуто хлорофілами, відбивається в зв'язку з дуже низьким пропусканням випромінювання даної довжини. Відповідно рослинність, що містить багато хлорофілів, виглядає зеленою, з піком відбиття в сегменті 500-600 нм. Найчастіше дана розбіжність в спектральних характеристиках використовується для ідентифікації широколистяних та хвойних лісів. В середньому відбиття широколистяного лісу буде більше на 10% ніж хвойного. Відбиття близького ІЧ спектру також залежить від кількості шарів листя. Причину є те, що поглинання цієї частини спектру дуже низьке і тому випромінювання, що не було відбите, проходить скрізь листову пластинку. Відбиття листям середнього інфрачервоного діапазону(СІЧД) випромінювання залежить також від вмісту вологи в тканинах листка. Відбиття випромінювання збільшується з зменшенням кількості вологи в тканинах листя. Серед СІЧД найбільш помітні зміни внаслідок зміни кількості вологи листя можна спостерігати в діапазоні 1.45, 1.9, 2.7 мм, тобто саме в тих діапазонах які характеризуються найбільшим поглинанням вологи. Діапазони 0.96

та 1.2 характеризуються меншою чутливістю щодо зміни вологи в листі.

Наша задача була - дослідження змін водно-болотних угідь на території Шацького НПП. Для оцінки змін та процесів, що відбуваються на досліджуваній території можливо використати данні отримані при порівнянні 2-х знімків зроблених в різний час. Нами були використані 2 знімки супутників Landsat 5 та Landsat 7(табл. 1).

Таблиця 1

Супутникові знімки використанні при дослідженні водно-болотних угідь

Параметр	№1	№ 2
Wrs	186/024	186/024
Satellite	Landsat_5	Landsat_7
Acquisition_Date	1988-07-27	2003-08-14
Satellite Instrument	Tm	ETM+

Ми виходили з того, що кожна точка на знімку має числове значення від 0 до 256. При відніманні значень отриманих в різний час ми отримуємо тим більше кінцеве значення, чим більше змінився коефіцієнт спектральної яскравості(КСЯ), а відповідно чим більше змінилась і досліджувана територія. Яскравість відбитого випромінювання буде знижуватись при:

- збільшені вмісту органічної речовини;
- збільшені вмісту вологи в ґрунті;
- зміні рослинного покриву.

Відповідно збільшення КСЯ може бути викликано оберненими процесами.

Першим етапом було створення 2 композитних зображень. Нам була обрана комбінація сенсорів R7-G4-B2. З метою зменшення впливу різної яскравості вихідних даних ми вирівняли яскравість та контрастність зображень на всіх 3 каналах, використовуючи гістограми та криві яскравості.

Для отримання необхідної картограми ми відняли значення яскравості кожного пікселя знімку 2003 року від значення яскравості відповідного каналу 1988 року за допомогою модуля "Modeler" програми Erdas Imagener. Ми отримали 3 каналне зображення, кожний канал якого відображає зміни КСЯ відповідного каналу. Далі для спрощення аналізу ми перевели 3-х каналне зображення в відтінки сірого та розбили на 5 класів в залежності від яскравості точки. Для наочності зображення ми змінили кольори цих класів, так для класу який відповідає найбільшим змінам ми обрали червоний колір, найменшим – білий. Отримане зображення наведене на рис. 1

Для аналізу отриманих змін ми використали як отримані композитні знімки так і отриману карту змін КСЯ. Виходячи з того, що КСЯ тісно пов'язаний з рослинним покривом, водним режимом та ґрунтовими характеристиками ми можемо вважати, що отримана карта, є картою змін природних ландшафтів на протязі 1988-2003 років.

Лісові масиви характеризуються найменшими змінами. В більшості випадків зміни або відсутні, або слабкі. Помірні зміни та вищі класи зустрічаються невеликими ділянками та свідчать про заростання ділянок що були вирублені та вирубки нових ділянок.

Слід відмітити наявність ділянок з аномальними значеннями КСЯ на болоті Рипецьке та прямокутними ділянками на території Верхньоприп'ятської осушувальної системи. На нашу думку низьке значення яскравості спектрального

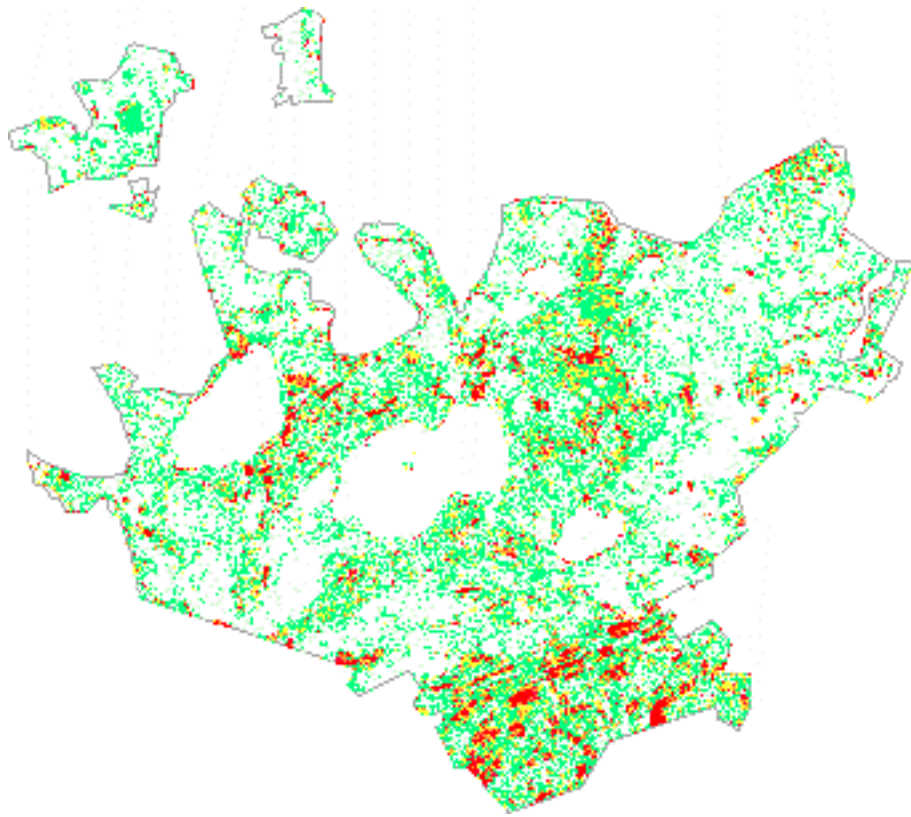


Рис. 1. Зміни КСЯ протягом 1988 / 2003 років.

Категорії змін наведені на карті наступні: 1) зміни відсутні (білий); 2) зміни слабкі (світло-зелений); 3) помірні зміни (жовтий); 4) помітні зміни (оранжевий); 5) сильні зміни (червоний)

каналу 2 (7(110/130)-4(80/90)-2(140/160)) свідчить про значне зменшення рослинного покриву, що відбулося внаслідок сінокосіння.

При аналізі наявних ділянок з сильними змінами ми відзначили, що в більшості випадків це ділянки з лучною рослинністю, с/г землі або водно-болотні угіддя.

Так, на території Верхньоприп'ятської осушувальної системи ми відмітили значне скорочення с/г земель та заміщення їх лучними угрупованнями та водно-болотними угіддями. Виходячи з отриманої карти рослинних угруповань, даними польових досліджень, та картою змін природних ми можемо зробити висновок, що на території осушувальної системи іде процес ренатуралізації території. Слід відмітити, що трав'янисті болота та заболочені ділянки на території осушувальної системи в більшості випадків є сезонними водно-болотними угіддями. Також слід відмітити ділянки з сильними змінами, які відповідають сільськогосподарським землям які були виведені з використання.

На території трав'янистих боліт та заболочених ділянок помітне збільшення КСЯ з (R7(120/140)-G4(110/130)-B2(70/90)) до (R7(140/150)-G4(130/150)-B2(100/110)). На нашу думку це свідчить про зменшення вологості ґрунту або про збільшення ролі чагарнику в рослинному покриві.

Також слід відмітити збільшення вагової ролі чагарнику та угруповань листяних порід. Так площа чагарнику збільшилась на південному заході о. Пулемець та о. Климовське помітне значне збільшення ролі чагарників. Також

на північ від о. Климовське ми відмітили зменшення площі трав'янистих угруповань і заміщення їх чагарниковими. Зменшення площі трав'янистих угруповань також помітно на південному заході о. Луки та південному-заході о. Перемут. Тут виходячи з даних супутникових знімків та даних польових досліджень трав'янисті угруповання майже повністю заміщені лісовими та чагарниковими. На території боліт, що оточують о. Карасинець та о. Плотичі також помітні зміни КСЯ, що на нашу думку пов'язані з збільшенням доли чагарнику в рослинному покриві. Відмічені зміни навколо о. Ліновець, а саме збільшення КСЯ характерне і для інших трав'янистих водно-болотних угідь.

Нами відмічене зменшення площі водного дзеркала о. Кругле, о. Довге, о. Плотичче, о. Климовське.

Інший шлях оцінки змін є використання вегетаційних індексів. Для оцінки кількості біомаси листя на основі описаного вище ефекту використовуються різноманітні індекси, що являють собою співвідношення яскравості відбитого близького, середнього, дальнього інфрачервоного випромінювання та червоного відбитого випромінювання.

В нашій роботі ми використали наступні індекси NDVI, RVI. На основі даних каналів 3 та 4 знімку отриманого за допомогою супутника Landsat_7 від 14 серпня 2003 року сенсор ETM+. За допомогою модуля Modeler нами були складені моделі для обрахування індексів NDVI, RVI.

Нормалізований різничний вегетаційний індекс (NDVI) [1] обраховується за наступною формулою:

$$NDVI = \frac{БЧ-Червоне}{БЧ+Червоне} \quad (1)$$

Тобто даний індекс являє собою відношення різниці близького ІЧ та червоного випромінювання та їх суми. З метою нормалізації значення індексу, можливості використання його для мультиспектральних зображень та порівняння знімків з різною яскравістю при обчисленні цього індексу використовується саме відношення суми та різниці цих двох спектрів. Даний індекс базується на тому, що рослинність є єдиним з трьох основних типів поверхні землі для якого характерне значне поглинання червоного випромінювання та відбиття близького ІЧ спектру.

Численні дослідження з використанням мультиспектральних зображень встановили залежність НРВІ та ППІ (індекс площі листя). ППІ – це загальна площа поверхні листя на одиницю площі. Він широко використовується для опису фотосинтетичної та транспіраційної поверхні рослинності.

Відносний вегетаційний індекс (RVI) [2] – найпростіший та найбільш поширений індекс на даний момент рідко використовується для аналізу рослинності а частіше для усунення різноманітних шумів. Також дуже часто використовується при аналізі, як вегетаційна складова зображення.

$$RVI = \frac{БЧ}{Червоне} \quad (2)$$

Після проведених розрахунків ми отримали 2 карти (рис. 2, 3). зі значеннями індексів RVI та NDVI для території Шацького НПП. Виходячи з залежності вегетаційних індексів площі листової поверхні [1], ми можемо зробити висновок, що ділянкам з найбільшим значенням вегетаційних індексів RVI та NDVI відповідають ділянки з найбільшим значенням індексу листової поверхні. На

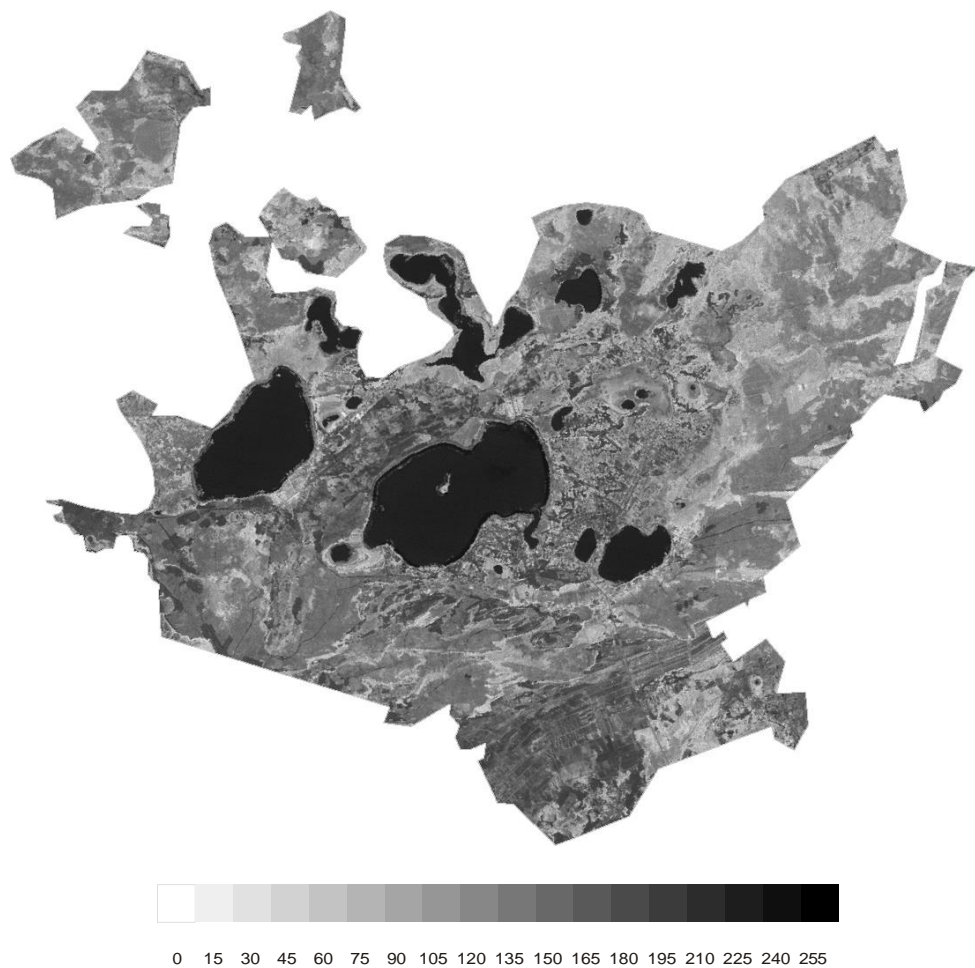


Рис. 2. Індекс RVI для Шацького НПП

нашу думку, використовуючи цю залежність, ми можемо оцінити стан рослинності трав'янистих водно-болотних угідь порівнюючи їх з значеннями відповідних індексів подібних угідь та оцінити щільність рослинності водно-болотних угідь різних класів. Так найнижчі значення індексів, RVI (0-40) та NDVI (0-120), ми отримали для водної поверхні, сільськогосподарські землі, лучні угруповання та осушені трав'янисті болота характеризуються наступними значеннями індексів: RVI (70-90) та NDVI (150-180), значення індексів для хвойних лісів – RVI (100-130) та NDVI (180-200), для трав'янистих боліт значення вегетаційних індексів – RVI (110-140) та NDVI (190-220), для широколистяних лісів – RVI (160-200) та NDVI (220-240), чагарників, RVI (210-220) та NDVI (220-250).

Отже ми можемо зробити висновок, що найбільші значення мають чагарникові ділянки, при чому максимальні значення відповідають чагарниковим заболоченим ділянкам. Також слід відмітити високі значення вегетаційних індексів для широколистяних лісів та трав'янистих боліт. Для широколистяних лісів теж характерне максимальне значення для ділянок які заболочені або межують з болотами. В більшості випадків це є асоціації чорної вільхи.

Слід відмітити, що осушені території, сільськогосподарські території та лучні угруповання характеризуються меншими значеннями вегетаційних індексів. Також слід відмітити мінімальні значення вегетаційних індексів RVI (100-110) та

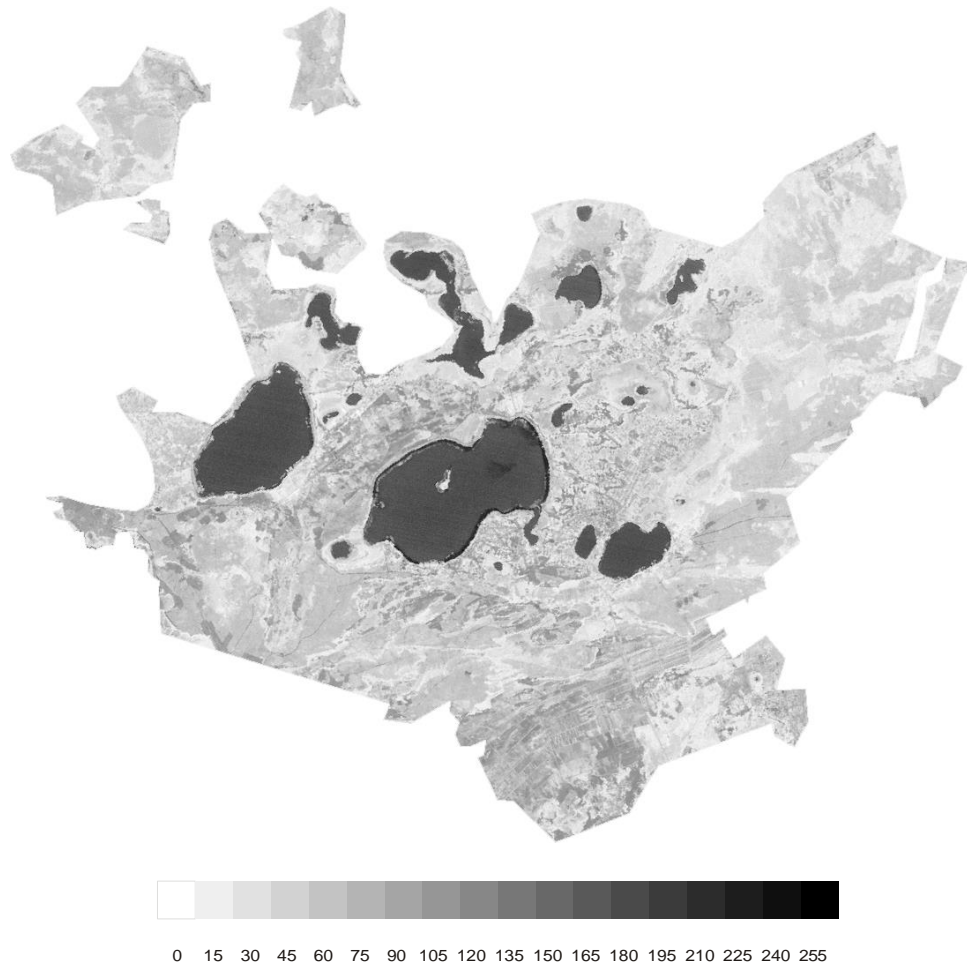


Рис. 3. Індекс NDVI для Шацького НПП

NDVI (190-200) для болота Рипицьке, яке на час польових досліджень характеризувалось пересушенням.

На нашу думку високі значення вегетаційних індексів для водно-болотних угідь класів Т, W, Xf, U, Xp свідчить про значну площу листя, а відповідно і про більшу масу листя ніж в хвойних лісів, с/г ділянок, луків та осушених боліт. Слід відмітити, що хоч трав'янисті болота мають і менші значення вегетаційних індексів ніж листяні ліси та чагарникові ділянки, рослинність в них представлена в більшості однорічними рослинами та багаторічними рослинами поверхнева частина яких відмирає, а отже данні угіддя можуть характеризуватися більшими значення органічної речовини, що фіксуються ніж чагарникові та лісові угіддя, а отже їх роль в фіксації вуглецю теж більша.

Виходячи з вищенаведеного матеріалу ми можемо зробити висновок, що на території парку наявні процеси заміщення трав'янистих угруповань водноболотних угідь чагарниковими, зменшення загальної площі трав'янистих угруповань водноболотних угідь, та збільшення ролі чагарникових та лісових (асоціації чорно вільхові і т.д.), що на нашу думку є проявом аридизації. На території Верхньоприп'ятської осушувальної системи відбуваються процеси ренатуралізації.

1. David P. Lusch Introduction to microwave remote sensing. – Center for remote sensing and geographic information science Michigan state university. – Michigan, 1999. – 83 p.
2. Jordan, C.F. Derivation of leaf area index from quality of light on the forest floor // Ecology. – vol. 50. – P. 663-666.
3. Інформатизація аерокосмічного землезнавства / За ред. С.О. Довгого, В.І. Лялька. – К.: Наукова думка, 2001. – 606 с.

The changes in wetlands of Shatsk national park were analyzed using remote sensing data. According to the comparison of the two satellite images and values of vegetation indexes the process grassy associations replacement with shrub and forest, and also processes of renaturalization on the territory of Verhnepryatskaya irrigation system.