

ВИКОРИСТАННЯ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ СТАНУ РОСЛИННОГО ПОКРИВУ НПП «ВИЖНИЦЬКИЙ» НА ОСНОВІ ДАНИХ СУПУТНИКОВОЇ ЗЙОМКИ

М. В. Талах, С. І. Саюк

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
вул. Рівненська, 14, 58000, м. Чернівці, Україна. E-mail: sveta.sayuk@gmail.com

В. І. Стратій

Національний природний парк «Вижницький»
вул. Центральна, 27а, 59233, смт. Берегомет, Вижницький р-н, Чернівецька обл. E-mail: nppnauka@gmail.com

На основі серії цифрових супутникових знімків Landsat території НПП «Вижницький» Чернівецької області здійснено аналіз стану рослинного покриву ґрунту заповідних територій досліджуваної області. Отримані дані із знімків Landsat території національного природного парку «Вижницький» Чернівецької області було угруповано, систематизовано та підготовлено до застосування методів неконтрольованої класифікації, які дали можливість виділити ряд основних спектральних класів для проведення подальшого аналізу досліджуваного покриву. За допомогою методу неконтрольованої класифікації виділено спектральні класи, що відображають рослинні угруповання досліджуваної території з різними рівнями продуктивності. На основі отриманих результатів проведеного дослідження встановлено закономірність та характер їх змін в часі за період 1985-2015 рр. Співставлення даних дистанційного зондування з кліматичними показниками дало змогу виявити ряд факторів, що чинять визначальний вплив на продуктивність та загальний екологічний стан фітоценозів досліджуваної території. Зокрема це градієнт температури ґрунту, температура повітря та кількість опадів. В статті на основі застосованих методів неконтрольованої класифікації описано та доведено ефективність запропонованих підходів, як складової моніторингу особливо-охоронюваних природних територій.

Ключові слова: супутникові знімки Landsat, ГС, моніторинг, неконтрольована класифікація, кластеризація, дистанційне зондування Землі.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НПП «ВИЖНИЦЬКИЙ» НА ОСНОВЕ ДАННЫХ СПУТНИКОВОЙ СЪЕМКИ

М. В. Талах, С. И. Саюк

Черновицкий национальный университет имени Юрия Федьковича
ул. Ровенская, 14, 58000, Черновцы, Украина. E-mail: sveta.sayuk@gmail.com

В. И. Стратий

Национальный природный парк «Вижницкий»
ул. Центральная, 27а, 59233, с. Берегомет, Вижницкий р-н, Черновицкая обл. E-mail: nppnauka@gmail.com

На основе серии цифровых спутниковых снимков Landsat территории НПП «Вижницкий» Черновицкой области осуществлен анализ состояния растительного покрова почвы заповедных территорий исследуемой области. Полученные данные из снимков Landsat территории национального природного парка «Вижницкий» Черновицкой области были сгруппированы, систематизированы и подготовлены к применению методов неконтролируемой классификации, которые позволили выделить ряд основных спектральных классов для проведения дальнейшего анализа исследуемого покрова. С помощью метода неконтролируемой классификации выделено спектральные классы, отражающие растительные группировки исследуемой территории с различными уровнями производительности. На основе полученных результатов проведенного исследования установлены закономерности и характер изменений во времени за период 1985-2015 гг. Сопоставление данных дистанционного зондирования с климатическими показателями позволило выявить ряд факторов, оказывающих определяющее влияние на производительность и общее экологическое состояние фитоценозов исследуемой территории. В частности, это градиент температуры почвы, температура воздуха и количество осадков. В статье на основе применяемых методов неконтролируемой классификации описано и доказано эффективность предложенных подходов, как составляющей мониторинга особо охраняемых природных территорий.

Ключевые слова: спутниковые снимки Landsat, ГИС, мониторинг, неконтролируемая классификация, кластеризация, НПП, дистанционное зондирование Земли.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Заходи для підтримки та збереження рослинного покриву, необхідність впровадження яких, наразі, не викликає сумнівів, потребують ґрунтового вивчення інформації щодо його стану в часовій динаміці. Для територій, що входять до складу природно-заповідного фонду вирішення даного питання є особливо актуальним. Стан даної ланки екосистем залежить від комплексу

чинників, що зумовлює і комплексність методів дослідження. Зокрема, до них можна віднести кластеризацію (неконтрольовану класифікацію зображень) з використанням даних супутникових спостережень. На основі даного методу можна оцінити стан біомаси, її об'єм та динаміку приросту.

Відповідно для дослідження та моніторингу стану екосистем в цілому та рослинного покриву зок-

Розробка та експлуатація систем екологічного моніторингу

рема, актуальним та досить ефективним є аналіз часових рядів супутникових знімків.

На сьогоднішній день процес аналізу стану рослинного покриву все більше автоматизується. За допомогою сучасних комп'ютерних ГІС-технологій проведення таких досліджень стало більш доступним. Багато з них здійснюється за допомогою опрацювання серій супутникових знімків за обраний період часу [7,12].

Як приклад, можна розглянути дослідження Д.Н. Андрєєва, який у своїй роботі провів аналіз динаміки екосистем заповідних територій Пермського краю з використанням різночасових космічних зображень Landsat. Проведене дослідження дало змогу виявити ділянки рослинності порушені в результаті дії антропогенного чинника та їх динаміку в часі і просторі [1].

Подібні дослідження здійснювались і на території України. Зокрема, Третьяковою О.С., Боднею О.В. та ін. проведено ідентифікацію рослинних асоціацій лівобережної частини національного природного парку «Слобожанський» на основі супутникових знімків Landsat 8 [14].

Застосування супутникових фотознімків для таксації лісових насаджень на основі супутникових знімків та методу лінійної регресії розподілу середніх висот досліджено Курбановим Е.А. [7].

В роботі В.І. Лялько, О.І. Сахацького та ін. розроблено методичні підходи для визначення площі та стану посівів озимих культур з подальшим прогнозуванням врожайності на основі їх спектральних характеристик з використанням супутникових знімків території України [8].

Дослідження часових рядів супутникових знімків як ефективний метод аналізу застосовується і закордонними вченими. Так, С.Е. Potter досліджував зміни стану рослинного покриву заболочених ділянок в Північній Каліфорнії на основі аналізу знімків Landsat (LEDAPS) 1999-2009 років [16].

Отже, довготривалі супутникові спостереження середнього просторового розрізнення, зокрема функціонуючої з 1984 р. супутникової системи Landsat [16], дозволяють виявляти і прогнозувати зміни рослинного покриву та екологічного стану рослинності [12].

Таким чином, дослідження часової динаміки стану рослинності на основі супутникових знімків можуть бути покладені в основу моніторингу екосистем загалом. Зокрема, в ході даної роботи використана методика, що надає змогу провести оцінку динаміки стану рослинних угруповань на території національного природного парку «Вижницький» за період 1985-2015 років.

Дане дослідження може слугувати основою для створення автоматизованої системи моніторингу на території об'єктів природно-заповідного фонду.

Мета роботи полягає у визначенні динаміки стану рослинного покриву території НПП «Вижницький» із застосуванням неконтрольованої класифікації на основі серій супутникових фотознімків.

МАТЕРІАЛИ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Для здійснення аналізу динаміки стану рослинності НПП «Вижницький» була зібрана серія супутнико-

вих знімків Landsat досліджуваної території в часовому діапазоні 1985-2015 рр. Всі сцени, що були взяті для аналізу характеризували стан рослинності в липні-серпні кожного з досліджуваних років. Це пов'язано з тим, що спектральні властивості досліджуваних угруповань суттєво різняться в залежності від вегетаційної фази.

Оскільки нами використовувались знімки середнього просторового розрізнення, територія однієї сцени значно перевищує область інтересу, тобто площу національного парку.

Відповідно, для подальшої роботи всі досліджувані знімки «обрізаються» до потрібної території за полігоном, створеним на основі топографічної карти НПП з відповідною географічною прив'язкою (рис.1).

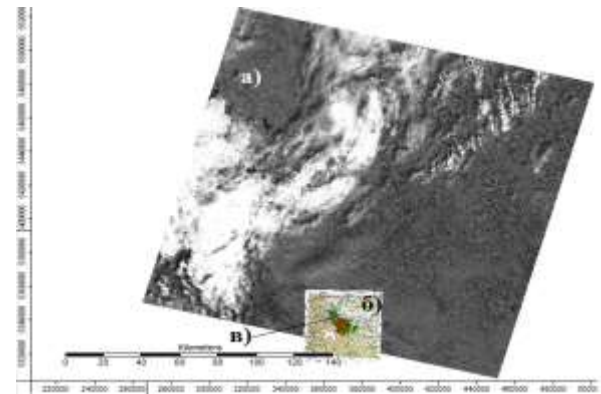


Рисунок 1 – Стівідношення території досліджень та даних отриманих на основі супутникових знімків: а) – один з каналів сцени супутникового знімку Landsat, б) – лист топографічної карти Генштабу М-35-135 в проекції Transverse Mercator, WGS84, в) – територія НПП «Вижницький»

Описана вище та всі наступні операції аналізу спектральних каналів супутникових знімків проводились з використанням відкритої настільної геоінформаційної системи SAGA (2.1.2), для аналізу використовувались 1-5 канали супутника Landsat.

Загалом, при аналізі супутникових знімків неконтрольовану класифікацію застосовують через нестачу наземної інформації або добре виражених рис ландшафту на самому знімку. В такому випадку основним завданням дешифрувальника є обґрунтування оптимального числа класів, а також визначення їх відповідності класам наземних об'єктів.

В нашому випадку, ми відштовхувались від функціонального зонування, що характерне для національних парків (рис. 2).

Оскільки, зона стаціонарної рекреації в даному випадку становить близько 1%, було прийнято рішення про виділення трьох основних типів кластерів, відповідно до основних функціональних зон (рис. 2). Крім того, необхідно зазначити, що господарські зони включені до складу НПП без вилучення із землекористування, відповідно, на даній території мають місце різні типи господарської діяльності.

Розробка та експлуатація систем екологічного моніторингу

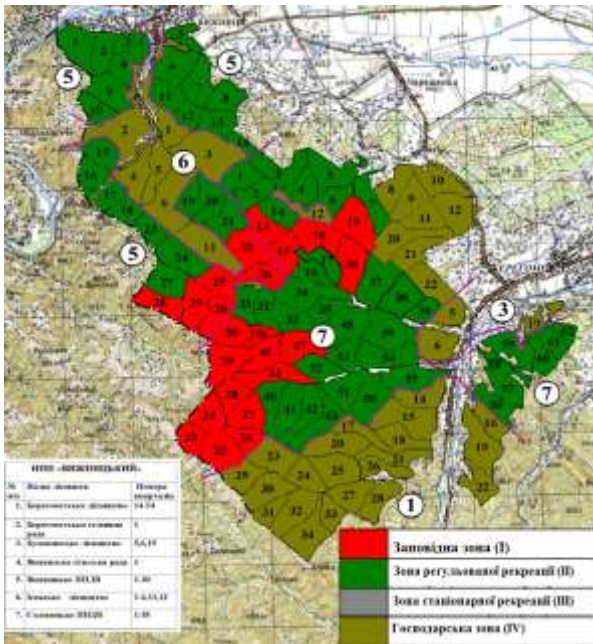


Рисунок 2 – Карта-схема функціонального зонування території НПП «Вижницький»

Зазвичай, для проведення неконтрольованої класифікації використовуються 2 основних алгоритми: метод k-середніх та метод «сходження на вершину», кожен з яких має свої переваги і недоліки. Узагальнити обидва методи покликане комбінування цих алгоритмів. В цьому випадку спочатку застосовується метод k-середніх, який розраховує центроїди початкових кластерів ґрунтуючись на мінімальних квадратах, а отримані результати передаються алгоритму сходження на вершину. Перевагою комбінування двох алгоритмів є запобігання виділенню кластерів, що займають незначну площу знімка [13].

Варто відзначити, що перед проведенням класифікації здійснювали атмосферну корекцію всіх досліджуваних знімків за загальноприйнятими методиками [3].

Таким чином, була отримана часова серія тематичних карт з трьома виділеними спектральними класами. Для кожного з них на основі частотних гістограм розподілу значень класів було проведено визначення відносних площ території (відсоток від загальної площі дослідження). На рисунку 3 наведено алгоритм обробки результатів дослідження для сцени LE71840262015189SG100.

Ідентифікація класів відбувалась на основі функціонального зонування території НПП, натурних досліджень та за допомогою аналізу композитних зображень. Зокрема, на рисунку 4 наведено приклад композитного зображення для сцени LE71840262015189SG100.

Загальноприйнята інтерпретація композитних зображень дозволяє стверджувати, що при заданій комбінації каналів (4-3-2) дерева і чагарники, а також волога рослинність матимуть відтінки від темно-червоного до червоного; агроландшафти – від червоного до рожевого, сельбищні території та відкритий ґрунт – від блакитного до сірого. Очевидно,

що така кольорова градація відображає і рівень продуктивності досліджуваних екосистем, оскільки, продуктивність лісових біогеоценозів приблизно в 1,5 – 2 рази вище продуктивності трав'яних [5].

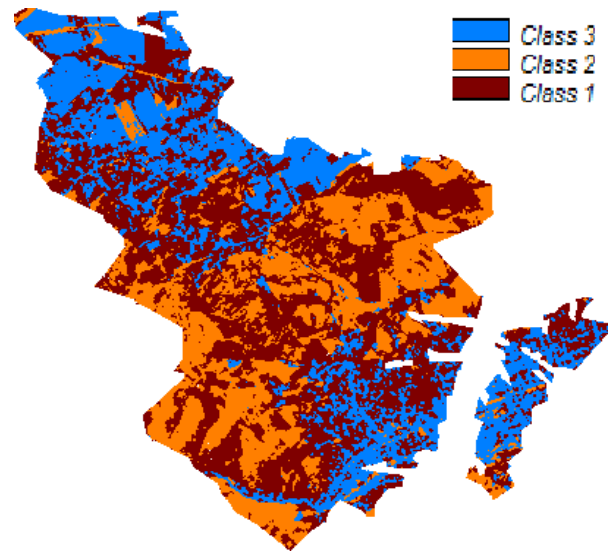


Рисунок 3 – Результати кластерного аналізу для сцени LE71840262015189SG100 за 8.07.2015

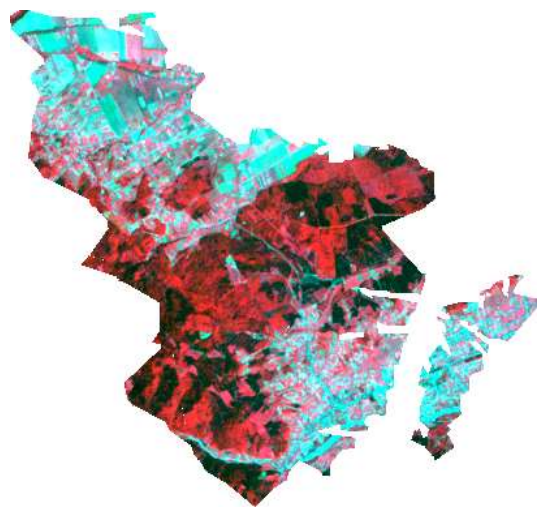


Рисунок 4 – Композитне зображення території НПП в комбінації каналів 4-3-2

Продуктивність фітоценозів сельбищних територій та водних екосистем також знижується відповідно до даної градації. На основі даного підходу була визначена і продуктивність спектральних класів, виділених на основі кластеризації. Відповідно, найбільші значення продуктивності матимуть рослинні угруповання, що потрапили до 1-го спектрального класу і найменше – ті, які представляють 3-ій спектральний клас. Така класифікація узгоджується і з функціональним зонуванням парку, в чому легко переконатись, порівнявши рисунки 2-4. Відповідно до того, що при проведенні кластеризації ми орієнтувались на функціональне зонування парку, логічним є очікувати що рослинні угруповання з найвищими якісними показниками (3-ій спектра-

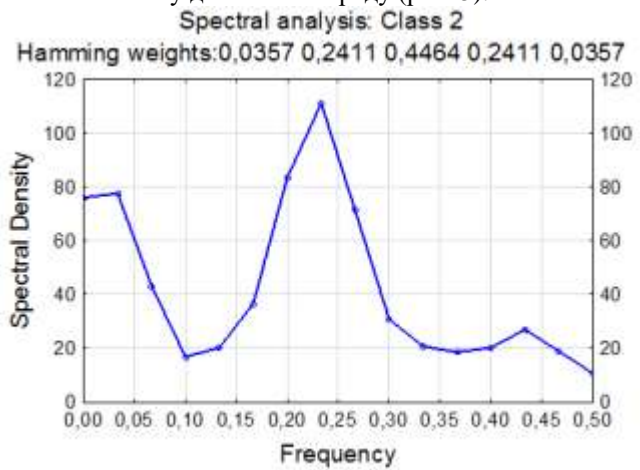
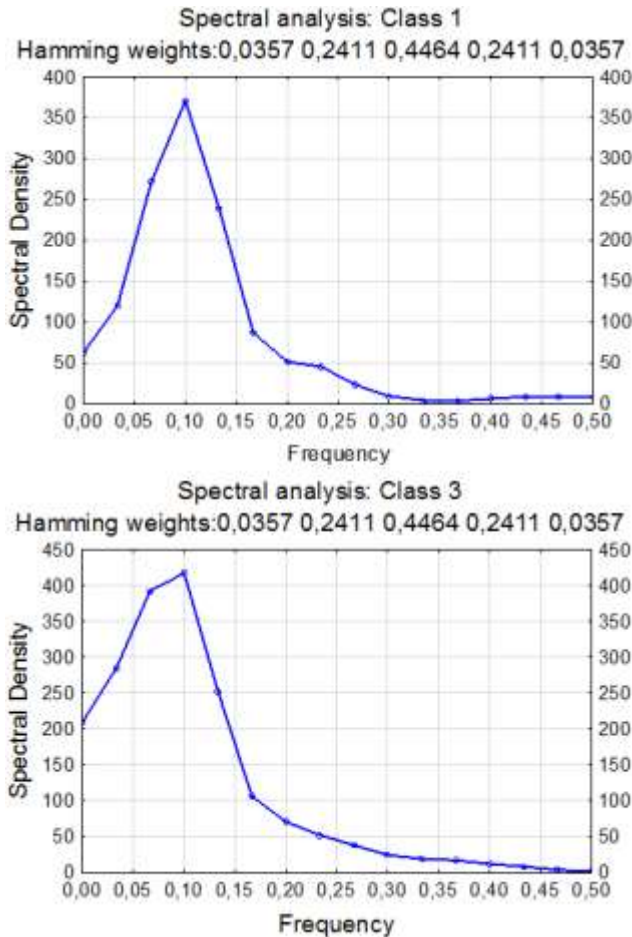
Розробка та експлуатація систем екологічного моніторингу

льний клас) будуть приурочені до заповідної зони, і навпаки. Тому надалі, ми намагались перевірити цю початкову гіпотезу

Результати неконтрольованої класифікації були узагальнені для всіх досліджуваних сцен за 20-річний період. На їх основі проводилась оцінка динаміки стану рослинності НПП «Вижницький».

Попередній аналіз отриманих часових рядів показав відсутність яскраво виражених трендів. З цієї причини було прийнято рішення про застосування статистичного апарату аналізу часових рядів.

Для вияву тенденцій розвитку проводили оцінку циклічності шляхом перетворення Фур'є. На основі отриманих періодограм було визначено циклічну компоненту для кожного ряду (рис. 5).



№ of class	№ of period	Frequency	Period	Cosine - Coeffs	Sine - Coeffs	Periodogram	Density
1	3	0,10	10,00	-2,73*	-5,81*	618,71*	370,84*
2	7	0,23	4,28	0,95	3,30*	177,55*	111,08*
3	3	0,10	10,00	2,81*	5,97*	649,72*	417,26*

Примітка: * - достовірність даних

Рисунок 5 – Спектральний аналіз згладжених часових рядів отриманих кластерів

Так, для класів 1 і 3 максимуми спектральної щільності свідчать про те, що для них період коливань розмірів площі на піку вегетаційного періоду становить 10 років. Таким чином, логічно зробити припущення, що значення площ цих класів взаємно скорельовані. Для другого класу, що характеризує якість рослинності цей період приблизно у 2 рази менший і становить трохи більше чотирьох років.

Наступним етапом наших досліджень стало встановлення зв'язків між даними, що були отримані на основі дистанційного зондування Землі та показниками клімату. Досліджувані кліматичні показники наведені у таблиці 1. Значення кліматичних параметрів отримані на основі даних метеостанції, що знаходиться на території парку. Вони визначались як середні значення досліджуваних показників за липень-серпень кожного з досліджуваних років, починаючи з 2000 року.

В таблиці 2 наведені значення коефіцієнтів кореляції між зазначеними показниками: Аналіз отриманих даних дозволяє стверджувати, що площа фітоценозів з найнижчими показниками

продуктивності є обернено пропорційною значенням градієнту температури ґрунту (максимальні та середньодобові значення). Тобто, чим вище градієнти середньодобової і максимальної температур ґрунту, тим меншою є площа рослинних угруповань з низькими показниками продуктивності на досліджуваній території. Або ж – чим більшою є різниця середньодобових та максимальних температур ґрунту під час добового ходу температур – тим більший відсоток рослинних угруповань на досліджуваній території матиме вищі показники продуктивності. Це може бути пов'язано з розширенням розмірів екологічної ніші фітоценозів за показником температури ґрунту, що в свою чергу дає можливість розширення видового складу угруповань, і, як наслідок, підвищення їх продуктивності. Таким чином, можна стверджувати, що градієнт добових змін температури ґрунту є лімітуючим фактором, що визначає продуктивність рослинних угруповань на досліджуваній території.

Після цього було вирішено провести перевірку залежності представленості фітоценозів різних рів-

Розробка та експлуатація систем екологічного моніторингу

нів продуктивності на досліджуваній території від досліджуваних кліматичних показників з викорис-

танням регресійних рівнянь. Результати перевірки наведено у таблиці 3.

Таблиця 1 – Досліджувані кліматичні показники

Позначення	Показник
КОС	кількість опадів, мм
ЧОД	число днів з опадами
ТПСД	температура повітря середньодобова
ТПmax	температура повітря максимальна
ТПmin	температура повітря мінімальна
ГТПСД	градієнт температури повітря середньодобової
ГТПmax (min)	градієнт температури повітря максимальної (мінімальної)
ДДКТП	діапазон добових коливань температури повітря
ТГСД	температура ґрунту середньодобова
Тgmax (min)	температура ґрунту максимальна (мінімальна)
ГТГСД	градієнт температури ґрунту середньодобової
ГТГmax (min)	градієнт температури ґрунту максимальної (мінімальної)
ДДКТГ	діапазон добових коливань температури ґрунту

Таблиця 2 – Кореляційна матриця досліджуваних показників

Клас	Часовий діапазон проведення досліджень						
	2000-2015						
	КОСР			ЧДОСР			
1	-0.195			-0.084			
2	-0.280			-0.098			
3	0.354			0.133			
2002-2015							
Клас	ТПСД	ТПmax	ТПmin	ГТПСД	ГТПmax	ГТПmin	ДДКТП
1	-0.150	0.177	-0.346	-0.028	0.007	-0.052	0.342
2	0.275	0.025	0.278	-0.490	-0.335	-0.520	-0.176
3	-0.096	-0.178	0.075	0.348	0.223	0.381	-0.157
2012-2015							
Клас	ТГСД	ТГmax	ТГmin	ГТГСД	ГТГmax	ГТГmin	ДДКТГ
1	-0.065	0.282	-0.344	0.843	0.869	0.650	0.866
2	0.394	0.373	0.357	0.152	0.107	0.237	-0.097
3	-0.152	-0.511	0.164	-0.962	-0.988	-0.750	-0.867

Таблиця 3 – Регресійні рівняння залежності продуктивності досліджуваних рослинних угруповань від кліматичних показників

Часовий діапазон досліджень	№ класу	Регресійне рівняння	Показники достовірності
2000-2015	3	$Y=42,82+1,39X_{КОС}$	R= 0,984 R ² = 0,741 F(2,13)=139,3623; p<0,05
2012-2015	1	$Y= 26,30 + 1,07X_{ТПmax} + 0,32X_{ТГСД}$	R= 0,999 R ² =0,999 F(2,1)=3328,3 p<0,012
	3	$Y=37,91-1,31X_{ТПmax}$	R=0,998; R ² = 0,996; F(2,1)=220,38 p<0,05

Розробка та експлуатація систем екологічного моніторингу

Аналіз отриманих рівнянь дозволив підтвердити попередньо висловлене припущення про те, що значення класів 1 і 3, що характеризують рівень продуктивності фітоценозів є взаємооберненими. В даному випадку на це вказує їх взаємна залежність від показника максимальної температури повітря. Однак, якщо зростання даного показника підвищує відсоток високопродуктивних фітоценозів на досліджуваній території, що проявляється в зростанні площ зайнятих спектральним класом 1, то його зниження веде до зниження продуктивності досліджуваних фітоценозів, відповідно, до зростання відсотку площ зайнятих фітоценозами, що належать до спектрального класу 3.

Загалом регресійне рівняння, що визначає умови розвитку найбільш продуктивних фітоценозів (спектральний клас 1) свідчить про те, що продуктивність фітоценозів на досліджуваній території прямопропорційно залежить від величини максимальної температури повітря та середньодобової температури ґрунту.

Ще одне рівняння, яке має достовірні характеристики, виявило взаємозв'язок між рівнем продуктивності фітоценозів досліджуваної території та кількістю опадів в досліджувані місяці. Цей взаємозв'язок виявився оберненим – збільшення кількості опадів призводить до зниження продуктивності фітоценозів. Це може бути пов'язано насамперед з інтенсивністю опадів.

Для території Карпат характерна ситуація, що найбільш дощовими є літні місяці, на які припадає від 33 до 44 відсотків річної кількості опадів, причому опади в цей час часто носять зливовий характер, і відповідно, в більшій мірі втрачаються у вигляді поверхневого стоку та випарів, а також стимулюють виникнення і посилення ерозійних процесів, повеней та селевих потоків, особливо в умовах пересіченого рельєфу гірської місцевості [10].

Таким чином, встановлено наявність періодичних змін продуктивності рослинних угруповань досліджуваної території та їх зв'язок зі змінами кліматичних факторів.

Співставлення даних дистанційного зондування з кліматичними показниками дало змогу виявити ряд факторів, що чинять визначальний вплив на продуктивність фітоценозів досліджуваної території. Зокрема це градієнт температури ґрунту, температура повітря та кількість опадів. Також дослідження показали необхідність подальшого накопичення експериментальних даних. Водночас, не варто абсолютизувати отримані результати, адже цінність різних типів екосистем та рослинних комплексів є різною та залежить від багатьох факторів. Перераховані вище аспекти формують напрямки подальших досліджень.

ВИСНОВКИ. В зв'язку з постійно зростаючим впливом антропогенних факторів на навколишнє середовище надзвичайної актуальності набуває створення моніторингових систем, що дозволять констатувати, аналізувати та прогнозувати явища в природних системах. Їх ефективну роботу може забезпечити впровадження сучасних інформаційних технологій збору та аналізу інформації, зокре-

ма, методів дистанційного зондування. За результатами спеціалізованої обробки багатоспектральних космічних зображень можна визначати загальну площу проективного покриття рослинності та її якісний стан.

Розглянуті на прикладі НПП «Вижницький» зазначені підходи довели свою ефективність для аналізу динаміки стану рослинних угруповань в часі та дозволили виявити загальні тенденції зміни рослинного покриву на досліджуваній території.

ЛІТЕРАТУРА

1. Андреев Д.Н. Исследование динамики экосистем на особо охраняемой природной территории «Осинская лесная дача» [Текст] / Андреев Д.Н. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – № 5. – с.116-118.
2. Выгодская Н. Н. Теория и эксперимент в дистанционных исследованиях растительности / Н.Н. Выгодская, И.И. Горшкова.–Л.:Гидрометеиздат, 1987.– 248 с.
3. Забелин С.А. Методика атмосферной коррекции снимков Landsat [Текст] / Забелин С.А., Тулегулов А. Д. // Вестник ЕНУ им. Л.Н. Гумилева. – 2011. – №6. – с. 147-154.
4. Закон України «Про природно-заповідний фонд України» від 16.06.1992 р.
5. Карпачевский М.Л., Тепляков В.К., Яницкая Т.О., Ярошенко А.Ю. Основы устойчивого лесопользования: учебное пособие для вузов// Всемирный фонд дикой природы (WWF) – М.: 2009. – 143 с.
6. Кочубей С.Н. Спектральные свойства растений как основа методов дистанционной диагностики / С.Н. Кочубей, Н.И. Кобец, Т.М. Шадчина. – К.: Наукова думка, 1990. – 136 с.
7. Курбанов Э. А. Четыре десятилетия исследований лесов по снимкам Landsat [Текст] / Курбанов Э. А., Воробьев О. Н., Губаев А. В., Лежнин С. А, Полевщикова Ю. А., Демишева Е. Н.// Вестник ПГТУ. – 2014. – № 1(21). – с.18-32.
8. Лялько В. І. Контроль площ та стану озимих культур за допомогою знімків MODIS/TERRA та SPOT XI (на прикладі Київської області) / В.І. Лялько, О. І. Сахацький, Г. М. Жолобак [та ін.] // Доповіді НАН України, 2007. — № 3. — С. 122–127.
9. Мовчан Я. И. Фитоиндикация в дистанционных исследованиях / Я. И. Мовчан, В. А. Каневский, В. Д. Семичаевский, Е. И. Левчик, А. Е. Турута // Киев: Наукова думка, 1993. – 306 с.
10. Олійник В.С. Лісознавство: курс лекцій / В.С. Олійник, Р.М. Вітер. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2011. – 264 с.
11. Пестова І.О. Методика оцінювання стану рослинності урбанізованих територій з використанням багатоспектральних космічних знімків: дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук [Текст] / Пестова І.О.// Національна академія наук України, Київ. – 2015. – 172 с.
12. Рожков Ю.Ф. Оценка нарушенности лесных экосистем после пожаров с использованием дешифрирования космических снимков) [Текст] / Рожков

Розробка та експлуатація систем екологічного моніторингу

Ю.Ф., Кондакова М.Ю.// Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9. – с. 2018-2022.

13. Свідзінська Д.В. Геоінформаційний практикум на основі відкритої ГІС SAGA: навч. Посіб./ Д.В. Свідзінська. – Київ: Логос, 2014. – 402 с.

14. Третьякова О.С. Особливості дешифрування рослинних угруповань національного природного парку «Слобожанський» із застосуванням супутникових даних Landsat 8 [Текст] / О.С. Третьяков, О.В. Бодня, М.О. Балинська, А.П. Біатов, О. О. Волкова, Т.С. Хорошун, І.А. Олійников, К.А. Біла, А.Ю. Овчаренко, К.Ю. Аксьонов, А.Ю. Пилипенко,

Н.В. Хазова, О.М. Корх// Збірник наукових праць. – Харків, 2015. – Випуск 21 – с.73-78.

15. Національний природний парк Вижницький [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.npp.cv.ua/>

16. С.Е. Potter Ten Years of Vegetation Change in Northern California Marshlands Detected Using Landsat Satellite Image Analysis [Текст] / С.Е. Potter // Journal of Water Resource and Protection, 2013, 5, с. 485-494

17. Nasa. Landsat Science [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://landsat.gsfc.nasa.gov/>

USE OF CLUSTERING FOR MONITORING THE STATE OF VEGETATION COVER OF VYZHNYTSIA NATIONAL NATURE PARK BASED ON SATELLITE IMAGERY

M. Talakh, S. Sayuk

Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University
vul. Rivnenska, 14, 58000, Chernivtsi, Ukraine. E-mail: sveta.sayuk@gmail.com

V. Stratiy

National Park "Vizhnitsky"
vul. Tsentralna, 27a, 59233, р. Berehomet, Vizhnitsya district, Chernivtsi region. E-mail: nppnauka@gmail.com

Purpose. The aim of the study is to analysis of vegetation of the National Nature Park "Vyzhnytsya" based on satellite image Landsat and the establishment of basic solutions. **Methodology.** The analysis of the clasterization was conducted based on series of satellite images Landsat for the territory of Vyzhnytsya National Nature Park. Using multi-temporal satellite images identified the possibility of their use for the monitoring of plant communities. Temporal patterns detected state changes in vegetation cover in the territory of Vyzhnytsya National Nature Park for the period 1985-2015 years and on the basis was established general trend towards improving the state of the vegetation during the study period. **Results.** The mentioned approaches have proven effective for analyzing the dynamics of plant communities over time and have identified common trends in vegetation cover in the study area. **Originality.** The comparison of data remote sensing of climate indicators allowed to identify a number of factors exert a decisive influence on the productivity of plant communities of the study area. In particular, this temperature gradient of soil, temperature and rainfall. **Practical value.** In the article proved efficiency of the proposed approaches, particularly as part of the monitoring, protected areas. *References 17, tables 3, figures 5.*

Key words: satellite images Landsat, clasterization, GIS, monitoring.

REFERENCES

1. Andreev, D.N. (2012), «Issledovanie dinamiki ekosistem na osobo ohranyaemoy prirodnoy territorii «Osinskaya lesnaya dacha»», *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk.*, pp.116-118.

2. Vyigodskaya N. N. and Gorshkova, I .I. (1987), «Teoriya i eksperiment v distantsionnyih issledovaniyah rastitelnosti», *Gidrometeoizdat*, p. 248 s.

3. Zabelin, S.A. and Tulegulov, A. D. (2011), «Metodika atmosfernoй korrektsii snimkov Landsat», *Vestnik ENU im. L.N. Gumileva.*, pp.147-154.

4. Закон України «Про природно-Заповідний фонд України» від 16.06.1992.

5. Karpachevskiy, M.L., Teplyakov, V.K., Yanitskaya, T.O. and Yaroshenko A.Yu. (2009), «*Osnovyi ustoychivogo leso-upravleniya: uchebnoe posobie dlya vuzov*» [Основы устойчивого лесоуправления: учебное пособие для вузов] Vsemirnuiy fond dikoy prirody (WWF), p.143 s.

6. Kochubey, S.N., Kobets, N.I. and Shadchina T.M., (1990), «Spektralnyie svoystva rastuniy kak osnova metodov distantsionnoy diagnostiki» / *Naukova dumka*, p. 136.

7. Kurbanov, E. A., Vorobev, O. N., Gubaev, A. V., Lezhnin, S. A., Polevschikova, Yu. A., and Demisheva, E. N., (2014), «Chetyire desyatiletiya issledovaniy lesov po snimkam Landsat» *Vestnik PGTU*, vol. 3, no. 32, pp.18-32.

8. Lyalko, V. I., Saxaczkyj, O. I., and Zholobak, G. M., (2007), «*Kontrol ploshh ta stanu ozymykh kultur za dopomogoyu znimkiv MODIS/TERRA ta SPOT XI (na prykladi Kyivskoyi oblasti)*», *Dopovidi NAN Ukrainy*, pp. 122–127.

9. Movchan, Ya. I., Kanevskiy, V.A., Semichavskiy, V. D., Levchik, E. I. and Turuta, A. E. (1993), «Fitoindikatsiya v distantsionnyih issledovaniyah», *Naukova dumka*, p. 306.

10. Olijny`k, V.S. and Viter, R.M. (2011), *Lisoznavstvo: kurs lekciy*, Ivano-Frankivs`k: Symfoniya forte, p. 264.

11. Piestova, I.O. (2015), «*Metodyka otsiniuvannia stanu roslynosti urbanizovanykh terytorii z vykory-stanniam bahatospektralnykh kosmichnykh znimkiv*», Thesis abstract for Cand. Sc. (Technic), Natsionalna akademiia nauk Ukrainy, Kyiv, Ukraine.

12. Rozhkov, Yu.F. and Kondakova M.Yu. (2014), «*Otsenka narushennosti lesnykh ekosistem*

Розробка та експлуатація систем екологічного моніторингу

posle pozharov s ispolzovaniem deshifirovaniya kosmicheskikh snimkov) Fundamentalnye issledovaniya», vol. 9, pp. 2018-2022

13. Svidzins'ka, D.V. (2014), «*Heoinformatsiynyy praktykum na osnovi vidkrytoi HIS SAGA*» [Геоінформаційний практикум на основі відкритої ГИС SAGA], Kyiv, Lohos, p. 402.

14. Tretyakova, O.S., Bodnya, O.V., Balinska, M.O., Biatov, A.P., Volkovaya, O. O., Horoshun, Olynikov, T.S., Bila, I.A., A.Yu. Ovcharenko, Aksonov, K.Yu. Pilipenko, A.Yu., Hazova, N.V. and Korh, O.M. (2015), «OsoblivostI deshifruvaniya roslinnykh grupovan natsionalnogo prirodnogo parku

«Slobozhanskiy» iz zastosuvanniyam suputni-kovih danih Landsat 8» *Zbirnik naukovih prats Harkivskoho universitetu*, vol.21, p. 73-78.

15. Natsionalnyi pryrodnyi park Vyzhnytskyi [Elektronnyi resurs]. – available at: <http://www.npp.cv.ua/>, (accessed September 18, 2016).

16. Potter, C.E. (2013), «Ten Years of Vegetation Change in Northern California Marshlands Detected Using Land-sat Satellite Image Analysis» *Journal of Water Resource and Protection*, vol. 5, pp.485-494

17. Nasa. Landsat Science [Elektronnyy resurs]. – available at: <http://landsat.gsfc.nasa.gov/>, (accessed September 18, 2016).