

ство", студенти которой на протяжении последнего десятилетия принимают самое активное участие в работах по его восстановлению и реконструкции.

**Заключення.** За полстолетия существования дендрария ЮФ НУБиП Украины "КАТУ" здесь было испытано не менее 350 видов и форм различных древесно-кустарниковых растений. Вполне понятно, что не все из высаживаемых растений смогли прижиться и закрепиться в насаждениях дендрария, однако многие из них не только прижились, но и сформировали прекрасную парковую зону агроуниверситета. Многочисленные сосновые насаждения, великолепные экземпляры елей и пихт, живописные платаны и клены, дубы, липы, каркасы, конские каштаны, орехи, туи, можжевельники, тисы – все они служат живыми памятниками тем, кто отдал свои силы и знания, создавая экзотический оазис среди голой крымской степи.

Сегодня дендрарий Крымского агротехнологического университета служит излюбленным местом отдыха студентов и жителей городка, здесь проводятся занятия и учебные практики по дендрологическим и иным дисциплинам, организуются различного рода исследования. Многие из присутствующих в коллекциях дендрария растений используются в качестве маточных. С них заготавливаются черенки и семена с целью производства декоративного посадочного материала. Таким образом, дендрарий успешно выполняет все те функции, которые изначально предусматривались его основателями.

### Литература

1. Гостев В.Ф. Проектирование садов и парков / В.Ф. Гостев, Н.Н. Юскевич. – М. : Изд-во "Стройиздат", 1991. – 340 с.
2. Севастьянов В.Е. Практическая интродукционная деятельность Ю.К. Подгорного и его вклад в создание дендрария ЮФ НУБиП Украины "Крымский агротехнологический университет" / В.Е. Севастьянов // Современные проблемы ландшафтной архитектуры и озеленения : тез. докл. Междунар. науч. конф., Ялта, 25-29 октября 2010 г. – Ялта, 2010. – С. 68-69.
3. Черняев В.П. Парку – 20 лет / В.П. Черняев // За сельскохозяйственные кадры. – 1981. – № 23 (237). – С. 1-2.

### **Севастьянов В.Е. Історія створення дендрарію Південного філіалу НУБіП України "Кримський агротехнологічний університет"**

Розглянуто 50-річну історію створення дендрарію на території Кримського агротехнологічного університету. Перераховано види і культивари, що пройшли інтродукційне випробування в дендрарії. Зазначено, коли і звідки вони залучалися. Відзначено особистий внесок вчених і фахівців у створення дендрарію.

**Ключові слова:** дендрарій, інтродукція, деревно-чагарникові рослини.

### **Sevastyanov V.E. The history of arboretum of the Southern branch of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine "Crimean Agrotechnological University"**

The 50-years history of the arboretum at the Crimean agrotechnological university is elucidated. Species and cultivars tested during their introduction at the arboretum are listed with showing origin of their seedlings. Contribution of scientists and specialists to the creation of the arboretum is emphasized.

**Keywords:** arboretum, introduction, woody plants.

УДК 630\*(100).9

Здобувач А.М. Цуняк<sup>1,2</sup>;

доц. О.Г. Часковський<sup>3</sup>, канд. с.-г. наук; доц. М.М. Король<sup>3</sup>, канд. с.-г. наук

### **РОЗПОДІЛ НАЗЕМНОГО ВКРИТТЯ СТРИЙСЬКО-СЯНСЬКОЇ ВИСОЧИНИ НА ОСНОВІ СУПУТНИКОВИХ ЗНІМКІВ LANDSAT**

Описано просторову структуру лісових масивів Стрийсько-Сянської височини. Для цього використано чотири супутникових знімки Landsat, які містять 7 спектральних каналів. Під час дослідження використано метод опорних векторів (Support Vector Machines англ.) як основний для класифікації супутникових знімків. Дешифрування космічних знімків проводили сучасним методом опорних векторів (SVM) у програмному середовищі ENVI. Для підвищення точності дешифрування даних ДЗЗ проведено перехресну перевірку моделі інтерпретації для класифікації кожного знімка індивідуально. Для зменшення затрат на проведення польових досліджень використано метод ланцюгової класифікації знімків, що перекриваються. На основі супутникових знімків Landsat побудовано карти розподілу лісових масивів, обчислено їх достовірність та зроблено висновки щодо структури.

**Ключові слова:** Стрийсько-Сянська височина, супутникові знімки Landsat, просторова структура лісових масивів.

**Вступ.** Дистанційні методи дослідження надземного вкриття характеризуються високою оглядовістю, можливістю одержання одночасної інформації про великі території, а також можливістю переходу від дискретної картини значень показників стану навколишнього середовища в окремих пунктах території до безперервної картини просторового розподілу показників, що є особливо актуальним у лісовому і мисливському господарстві.

Природа Українських Карпат представлена складною системою територіальних одиниць, що створюють високогірний, середньогірний, низькогірний та передгірський яруси.

Ландшафти низькогірного ярусу простягаються двома смугами всередині гір та формують їхні крайові структури. Міжгірно-верховинські ландшафти (перевищення до 400 м) пов'язані з Головним Карпатським вододілом (Стрийсько-Сянська, Воловецька та інші верховини, а також Міжгірська, Верхньобистрицька, Ясінська, Ворохтянська та Верховинська улоговини). Тут містяться основні Карпатські перевали (Ужоцький, Верещий, Воловецький та інші).

**Методика дослідження.** Для забезпечення повного покриття території дослідження було використано чотири супутникових знімки Landsat (табл. 1). Під час вибору знімків керувались доступністю для користувачів, достатньою кількістю якісних знімків з мінімальною хмарністю, та зроблених у незначному часовому проміжку. Знімки містять сім спектральних каналів.

Попередня оброблення зображень полягала у "маскуванні" хмар на знімках вручну. У разі використання різночасових знімків "вимаскувані" ділянки на одному компенсуються іншими. Значні поперечні та поздовжні покриття знімків компенсують такі ділянки. Цей крок усунув помилки класифікації, спричинені хмарами.

<sup>1</sup> Львівський НАУ;

<sup>2</sup> Наук. керівник: проф. Ю.Й. Каганяк, д-р с.-г. наук – НЛТУ України, м. Львів;

<sup>3</sup> НЛТУ України, м. Львів

Табл. 1. Сцени Landsat, використані для аналізу територій

Стовбець-рядок	Дата знімання	Стовбець-рядок	Дата знімання	Стовбець-рядок	Дата знімання
186-026	30.09.2000	185-026	02.05.2000	184-026	27.05.2000
–	10.06.2000	–	22.08.2000	–	21.05.2002
–	–	185-027	22.08.2000	184-027	12.06.2000
–	–	–	28.08.2002	–	04.07.2002

Під час дешифрування використовували шість однорозмірних каналів однієї сцени. Через складну будову рельєфу Українських Карпат сонце створює ділянки затінення, що ускладнює процес дешифрування. Для вирішення цього, завдання в процесі розпізнання кожного знімку вводили додатковий канал затінення побудований на основі цифрової моделі рельєфу і точних даних розміщення світила в момент проведення знімання. Отже, у процесі опрацювання одної ділянки ми використали 14 каналів. Це забезпечило можливість виділення зміни поверхні ділянок листяних і хвойних лісів та сільськогосподарських угідь.

Метод опорних векторів (Support Vector Machines), розроблений в університеті імені Гумбольдта, використано як основний для класифікації супутникових знімків. Зазначений метод не вимагає радіометричної корекції, він надійний, відносно швидкий і апробований в різних тематичних дослідженнях. Алгоритм реалізувався в програмі ENVI мовою IDL. Класифікація за методом опорних векторів (МОВ) базується на пристосуванні розподільних лінійних гіперплощин між двома класами в багатомірній площині ознак [1-3]. Оптимальну гіперплощину будували, максимізуючи роздільність між тренувальними полями протилежних класів. У такий спосіб використовували тільки інформацію, яка характеризує межу поділу, так звані опорні вектори [5, 6, 10]. Для розмежування класів з нелінійними межами функція перебудовує дані у вищу розмірність, у якій лінійний поділ є можливим [3]. Це дає змогу МОВ використовувати в різних модифікаціях (а саме, нелінійна, мульти-модель), котрі потребують невелику кількість тренувальних точок [7, 9]. Детальний математичний аспект наведено в Бургеса [2], а опис його застосування в опрацюванні зображень міститься у працях Гуанга [6] та Фодді і Мартура [8]. Під час дослідження використано МОВ для створення карти наземного вкриття. Як головну використали базову радіальну функцію Гаусса [6], котра потребує визначення параметра ( $\gamma$ ). Параметризування МОВ здійснює контролювання регуляційного параметра  $C$ , що зменшує визначення невдалих класів [9]. Мале значення  $C$  тягнє до середини, водночас, ігнорує викиди, проте велике значення  $C$  може перебільшити результат. Отже, визначення найкращої комбінації змінних  $C$  і  $\gamma$  залежить від тренувальних даних і не приймається в апіорі. Протестовано систематично різні параметри комбінації цих змінних ( $\gamma$  від 0.00001 до 100 і  $C$  від 0.1 до 1000) застосовуючи індивідуальну МОВ для кожної пари параметрів та проводили перекресну перевірку моделі [7, 9]. Це дало змогу використати оптимальні значення та їх комбінації для класифікації для кожного знімка індивідуально.

У процесі розвитку попереднього методу виник метод ланцюгової класифікації (Chain classification), який базується на перенесенні дешифрованих ді-

лянок з одного знімка на інші за допомогою масиву репрезентативних ділянок кожного класу [10]. Мета цього методу забезпечення класифікацію серії сусідніх знімків, які взаємно перекриваються. Використовуючи цю особливість та попередній метод, розроблено такий підхід. Спочатку класифікували перший знімок. Наступним кроком було виділення ділянки перекриття суміжних знімків. У межах цієї ділянки кожному класу присвоювалося випадковим чином не менше ніж 150 точок. Далі точки переносили на сусідній знімок. Використовуючи інформацію, яку несуть точки, визначали спектральні особливості кожного класу, отримані дані використовували для подальшої класифікації. Повторюючи алгоритм необхідну кількість разів, можна дешифрувати знімки на значну територію. За недостатньої кількості точок для верифікації класів використано високої роздільності супутникові знімки QuickBird.

Деякі ділянки було виділено в невірний клас, у зв'язку з близькими оптичними характеристиками. Наприклад, кам'яні розсипи на вершинах гір інтерпретовано як житлові будинки. Для усунення таких помилкових ділянок використано цифрову карту висот. Також для невірно класифікованих річок використано програмне забезпечення Definition, котре дає змогу виділяти окремі об'єкти (у цьому випадку річки) за особливостями їх форми. Використовуючи просторові особливості кожного з класів, проведено перевірку достовірності виділених класів.

**Результати досліджень.** На підставі проведеного дослідження та методичних підходів за допомогою даних знімків створено карту наземного вкриття для Стрийсько-Сянської височини (рис.).

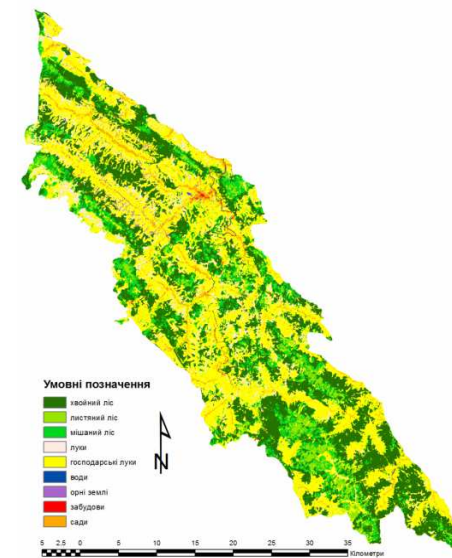


Рис. Карта наземного вкриття Стрийсько-Сянської височини

Під час порівняння з даними наземних спостережень, наявними лісовими та топографічними картами, запропонована карта є достатньо точною. Точність класифікації, визначена за незалежними тестовими ділянками, становить 83 %, що є достатнім для карт такого масштабу [10]. На карті відсутні тіні від хребтів, невдало класифіковані річки і т.ін. Отриману карту можна використати під час досліджень наземного вкриття та його динаміки. Відповідно до проведеного аналізу класифікації регіону за цими знімками, отримано такі результати: вкрита лісом площа у 2000 р. становила 46 % від загальної площі. Листяні, мішані та хвойні ліси, відповідно, 29 %, 5 % та 12 %. Землі під сільськогосподарське користування покривали 43 % від загальної площі (табл. 2)

**Табл. 2. Розподіл площ наземного вкриття, визначених на основі супутникових знімків**

Вид наземного вкриття	Площа, га	
	га	%
Хвойний ліс	38098	29,3
Листяний ліс	6548	5,0
Мішаний ліс	15545	11,9
Луки	9077	7,0
Господарські луки	54800	42,1
Води	98	0,1
Орні землі	953	0,7
Забудова	1487	0,1
Сади	4987	3,8
Разом	130254	100

Така карта дає змогу проводити аналіз наземного вкриття, а в цьому випадку – вкритих лісовою рослинністю земель. Дані, отримані за супутниковими знімками, є найактуальнішими і близькими до дійсних, оскільки точнішими з них є тільки наземні спостереження, котрі є набагато ресурсо- і часозатратнішими і в останні роки не проводились.

Для отримання карт за даними супутникових знімків необхідно враховувати властивості знімків, а також територію досліджень. Для цього в роботі використано найсучасніші методи опрацювання зображень.

Такий підхід демонструє способи опрацювання супутникових знімків на значну територію досліджень. Використання наведених методів скорочують час на опрацювання та вивірення знімків, з забезпеченням необхідної точності.

**Висновок.** Результати проведених досліджень свідчать про високу ефективність і доцільність застосування супутникових знімків Landsat для оцінки просторової структури лісових масивів Стрийсько-Сянської височини. Для побудови карт розподілу лісових масивів необхідно застосовувати найсучасніші методи опрацювання супутникових знімків. Такі карти лісових масивів є найоптимальнішим джерелом отримання інформації про просторову структуру лісових насаджень. Вони є інструментом для прийняття рішень в галузі лісового господарства та екології. Отримані результати можна використовувати для вирішення низки природоохоронних завдань, а також підвищити обґрунтованість управлінських рішень щодо невиснажливого використання біотичних ресурсів.

Розроблену методіку може бути рекомендовано для проведення оперативних повномасштабних досліджень та моніторингу стану наземних екосистем, а також для створення відповідних інтегрованих інформаційних систем.

### Література

1. Козлова А.О. Методика оцінювання та картування біорізноманіття з використанням багатоспектральних даних дистанційного зондування Землі : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.07.12 / А.О. Козлова; НАН України, Ін-т геологічних наук, Наук. центр аерокосміч. дослідж. землі. – К. : Вид-во "Либідь", 2007. – 19 с.

2. Burges, C.J.C. (1998). A tutorial on support vector machines for pattern recognition. *Data Mining and Knowledge Discovery*. – Vol. 2. – Pp. 121-167.

3. Foody, G.M., & Mathur, A. (2004). A relative evaluation of multiclass image classification by support vector machines. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*. – Vol. 42. – Pp. 1335-1343.

4. Foody, G. M., & Mathur, A. (2004). Toward intelligent training of supervised image classifications: directing training data acquisition for SVM classification. *Remote Sensing of Environment*. – Vol. 93. – Pp. 107-117.

5. Foody, G.M., & Mathur, A. (2006). The use of small training sets containing mixed pixels for accurate hard image classification: training on mixed spectral responses for classification by a SVM. *Remote Sensing of Environment*. – Vol. 103. – Pp. 179-189.

6. Huang, C., Davis, L. S., & Townshend, J. R. G. (2002). An assessment of support vector machines for land cover classification. *International Journal of Remote Sensing*. – Vol. 23. – Pp. 725-749.

7. Janz, A., vander Linden, S., Waske, B., & Hostert, P. (2007). image SVM – a user-oriented tool for advanced classification of hyperspectral data using support vector machines. In I. Reusen & J. Cools (Eds.), *EARSel SIG Imaging Spectroscopy Bruges, Belgium*.

8. Pal, M., & Mather, P.M. (2005). Support vector machines for classification in remote sensing. *International Journal of Remote Sensing*. – Vol. 26. – Pp. 1007-1011.

9. Kuemmerle, T., Hostert, P., Radeloff, V. C., van der Linden, S., Perzanowski, K., & Krulov, I. (2008). Cross-border comparison of post-socialist farmland abandonment in the Carpathians. *Ecosystems*. – Vol. 11. – Pp. 614-628.

10. Kuemmerle T., Chaskovskyy O., Knorn J., Radeloff Volker C., Krulov I., and Hostert P. (2009). Forest cover change and illegal logging in the Ukrainian Carpathians in the transition period from 1988 to 2007. *Remote Sensing of Environment*. RSE-D-08-00683R1.

### **Цуняк А.Н., Часковский О.Г., Король Н.М. Распределение наземного покрова Стрийского-Сянской возвышенности на основе спутниковых снимков Landsat**

Описана пространственная структура лесных массивов Стрийско-Сянской возвышенности. Для этого использовано четыре спутниковых снимка Landsat, которые содержат 7 спектральных каналов. При исследовании использован метод опорных векторов (Support Vector Machines) как основной для классификации спутниковых снимков. Дешифрирование космических снимков проводили современным методом опорных векторов (SVM) в программной среде ENVI. Для повышения точности дешифрирования данных ДЗЗ проведено перекрестную проверку модели интерпретации для классификации каждого снимка индивидуально. Для уменьшения затрат на проведение полевых исследований использован метод цепной классификации снимков, которые перекрываются. На основе спутниковых снимков Landsat построены карты распределения лесных массивов, вычислена их достоверность и сделаны выводы относительно их структуры.

**Ключевые слова:** Стрийско-Сянская возвышенность, спутниковые снимки Landsat, пространственная структура лесных массивов.

### **Cunjak A.M., Chaskovskyy O.G., Korol M.M. Landcover distribution of Stryj-Sjan sublimity on the basis of Landsat satellite images**

Terrestrial structure of forest massif Stryj-Sjan sublimity is carried out. Four Satellite images Landsat are used. The Support Vector Machines method is used as main for the satellite image classification. For the satellite images interpretation is used SVM-Method in ENVI-software implemented. The cross validation of interpretation model of any scene is carried out for the best result of classification. Maps of forest massif distribution on the basis of satellite images Landsat are produced, the accuracy of their maps is calculated and the conclusions are made.

**Keywords:** Stryj-Sjan sublimity, satellite images Landsat, terrestrial structure of forest massif.