

здіймачів, застосовуючи прогресивні умови преміювання та оплати праці. А також передавати на конкурсній основі у користування (оренду) ділянки для проведення підсочування як юридичним, так і фізичним особам, згідно з Лісовим кодексом України.

Література

1. Акимов Ю.А., Нилов Г.И., Лаштванова Л.Н. Количественное содержание компонентов эфирных масел сосны обыкновенной и сосны крымской в течении вегетации// Раст. ресур. – 1975, т. IX, вып. 4. – С. 562-568.
2. Бардышев И.И. Изменчивость свойств и состава скипидаров, полученных из индивидуальных деревьев хвойных пород, произрастающих в пределах СССР// Сб. научн. работ БелЛТИ. – Минск: Изд-во Белгосуниверситета, 1958, вып. IX. – С. 105-114.
3. Высоцкий А.А. Насаждения сосны обыкновенной целевого назначения (для добычи живицы)// Лесоводство, лесоразведение, лесные пользования (обзорн. инф.). – М.: ВНИИЦлесресурс Госкомлеса СССР. – 1991, вып. 3. – 44 с.
4. Гордеев А.В. Создание на Нижеднепровских и Нижедонских песках сырьевых баз длительного подсочного хозяйства за счет разведения сосны крымской (*Pinus pallasiana* Lamb)/ Автореф. дис. . . . д-ра. с.-х. наук/ Латв. с.-х. акад. – Елгава, 1964. – 31 с.
5. Дрочнев Я.Г. Зависимость между выходом живицы и составом скипидара// Лесохимия и подсочка (реф. сб.). – 1977, вып. 3. – С. 7-8.
6. Зандерманн В. Природные смолы, скипидары, талловое масло (Химия и технология): Пер. с нем. – М.: Лесн. пром-сть, 1964. – 576 с.
7. Котов М.М. Организация лесосеменной базы. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 136 с.
8. Рекомендации по использованию в лесохозяйственном производстве высокосмолопродуктивной формы сосны обыкновенной/ А.А. Высоцкий. – Воронеж: ЦНИИЛГИС, 1983. – 34 с.
9. Чудный А.В. Создание высокосмолопродуктивных насаждений сосны обыкновенной// Лесохимия и подсочка (реф. сб.). – 1976, вып. 7. – С. 12-13.
10. Antkowiak L. Możliwości wzrostu wydajności żywicy u sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.)// Sylwan, 1992, Nr.5. – S. 43-49.

УДК 630*587.5

Ст. викл. О.Г. Часковський, канд. с.-г. наук;
доц. С.І. Миклуш, канд. с.-г. наук – УкрДЛТУ

ЗАСТОСУВАННЯ ГІПЕРСПЕКТРАЛЬНИХ СУПУТНИКОВИХ ЗНІМКІВ ДЛЯ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА ЛІСОВИМИ МАСИВАМИ

Застосування сучасних супутникових знімків великої спектральної роздільної здатності для лісів Західної України дає великі можливості для моніторингу. Використання такої інформації потребує розроблення спеціальних методів для автоматичної класифікації, зважаючи на особливі умови та особливості цих лісових насаджень. Експертна інтерпретація зображень супутника на території Західної України дала змогу використати властивості зображень і знання про об'єкт для успішної інтерпретації лісових насаджень.

Senior teacher O.G. Chaskovskyy; doc. S.I. Myklush – USUFWT

Application of hyperspectral satellite images for supervision over forests stands

Application of modern satellite pictures of the big spectral resolution for forests stands of the Westukraine carries ample opportunities for monitoring. Use of such information demands development of special techniques for the automatic classification in view of conditions of an environment. Expert interpretation of satellite images on territory of the Westukraine has allowed to use properties of images and knowledge about object for successful interpretation forests stands.

В останні роки для моніторингу довкілля широко застосовуються матеріали дистанційного зондування Землі різного виду [3]. Крупномасштабні знімки дають змогу отримати оперативну інформацію про стан навколишнього середовища. Супутникові знімки середньої та великої роздільної здатності на одну і ту ж територію отримують з інтервалом в часі 14 і більше днів, проте, через погодні умови на час знімання, не кожен отриманий знімок придатний до опрацювання. На великі території необхідна значна кількість знімків великої роздільної здатності, що позначається на вартості матеріалів знімання та їх опрацювання. Менш затратними є дрібномасштабні знімки, але вони мають недоліки, обумовлені малою роздільною здатністю. Поряд з тим для дрібномасштабних знімків можемо відзначити такі переваги:

- висока частота знімання території, що підвищує імовірність отримання більшої кількості якісних знімків;
- велика територія, яка охоплюється на одному знімку;
- легка доступність отримання (безкоштовні знімки);
- гіперспектральність.

Одними з найпоширеніших є дрібномасштабні знімки системи MODIS, американської платформи Terra. Аналогічний інструмент для спостережень за поверхнею світового океану встановлений і на платформі AQUA. Знімки з обох платформ можна переглянути і отримати через Internet.

Для дослідження можливості використання гіперспектральних знімків при дешифруванні земель лісового фонду використані знімки системи MODIS, що зроблені 28 жовтня 2001 року та 21 серпня 2002 року. Знімки підібрані таким чином, щоб на них було якомога менше хмар та інших затінь. Досліджувана територія повинна бути в центрі знімка, оскільки через особливості дрібномасштабних знімків по їх краях є великі спотворення.

Програмою досліджень передбачалась автоматична інтерпретація лісових масивів західної частини України на супутникових знімках MODIS та встановлення їх відповідності планам лісонасаджень. Дрібномасштабні знімки застосовуються рідко для дешифрування лісової рослинності, тому необхідно опрацювати нові, ефективні шляхи автоматизації процесу їх дешифрування з метою отримання найповнішої інформації.

За будь-якого автоматичного дешифрування постає питання встановлення кількості можливих класів при класифікації рослинності. Чим більше класів – тим інформативніші карти отримують в кінцевому результаті, та кількість класів обмежується точністю, з якою вони можуть бути отримані [2].

Відомо, що листяні насадження в Україні є листопадними, а тому величина фітомаси їх листя змінюється посезонно. Для хвойних насаджень такої зміни немає. Ці особливості лісових насаджень використані в наших дослідженнях. Цифрове опрацювання супутникових знімків дає змогу оцінити характер рослинності на досліджуваній території за допомогою допоміжних індексів, що розраховуються на підставі прямих величин окремих зон знімання. Певні індекси застосовуються для оцінки динаміки фітомаси листя в насадженні [1].

Найпоширенішим і найбільш придатним для диференціації рослинного покриву є спосіб розрахунку індекса NDVI за формулою:

$$\frac{ir - r}{ir + r} = \text{NDVI},$$

де: ir – значення каналу діапазону ближнього інфрачервоного випромінювання;
 r – значення каналу діапазону червоних хвиль.

Для подальшої роботи використовується комбіноване зображення, складене з оригінальних каналів і додатково обчисленого за допомогою алгебраїчних операцій NDVI-каналу. Для останнього методу алгебраїчних перетворень використано тільки ближній інфрачервоний і червоний канали, оскільки з літературних джерел відомо, що вони є найінформативнішими для досліджень лісового покриття [3].

Підсумовуючи наведене, можна стверджувати, що індекс рослинності NDVI – має зменшуватись при опаданні листя, що властиво тільки для листяних насаджень. Така особливість стала основою для інтерпретації листяних та хвойних насаджень на супутникових знімках різних сезонів знімання.

Розрахунок рослинного індексу проводився за допомогою програмного забезпечення ERDAS Imagine, що дає змогу використовувати вже готові блоки програм і, що особливо зручно, програмувати на візуальному рівні (рис. 1).

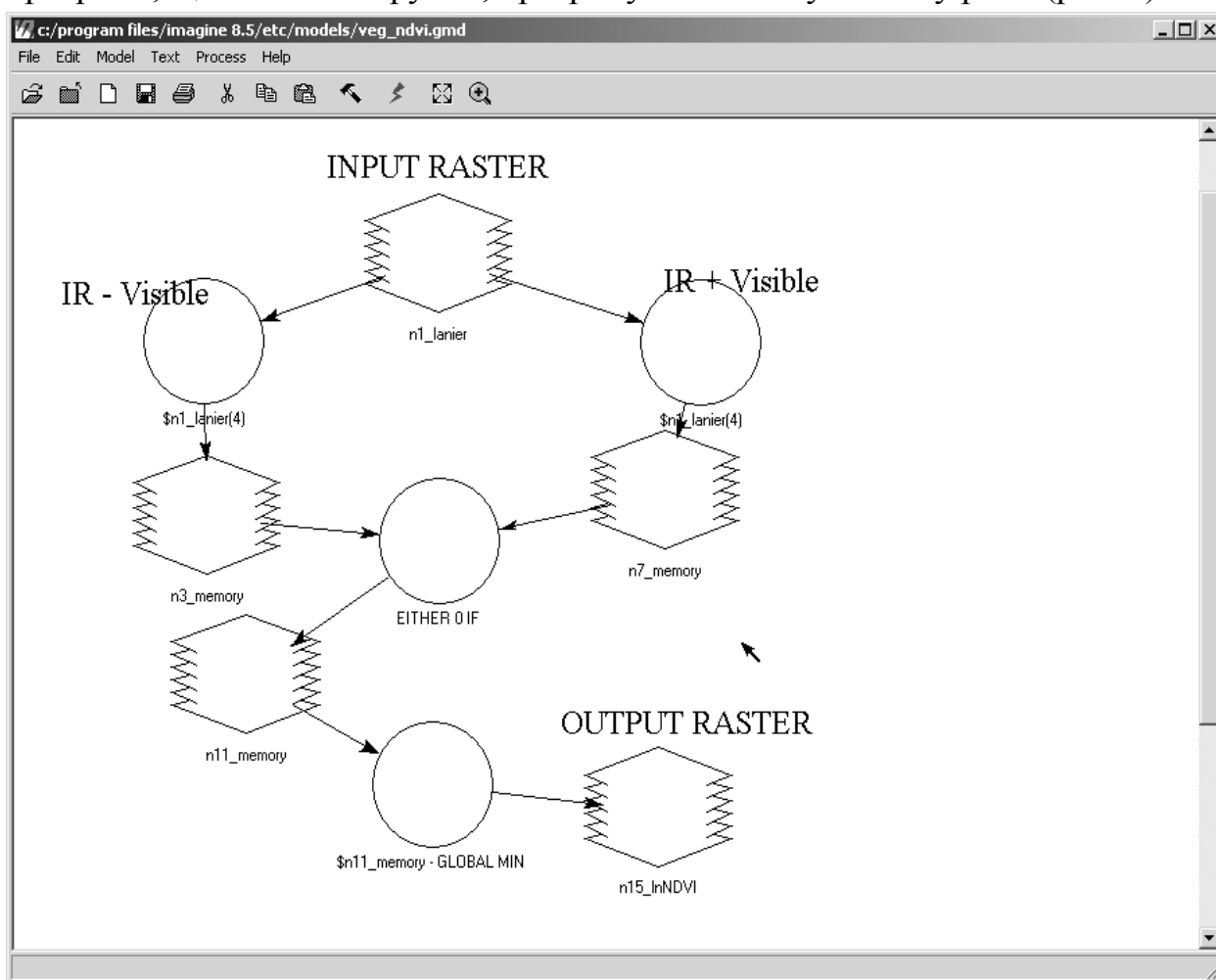


Рис. 1. Алгоритм програми для розрахунку NDVI-індексу

Програма передбачає дії над каналами червоного та інфрачервоного кольорів. Спочатку проводяться дії додавання і віднімання між каналами, потім – ділення різниці на суму. Оскільки отримані числові значення створено-

го додаткового каналу невеликі, то наступним кроком є розширення всього розподілу отриманих значень в межах від 0 до 255. Отримане нове зображення послужило вихідним для подальшої класифікації. На знімках за допомогою тестових ділянок визначено зміну рослинного індекса для листяних чи хвойних насаджень на супутникових знімках залежно від сезону (табл. 1).

Табл. 1. Зміна рослинного коефіцієнта залежно від сезону знімання

№ тестових ділянок	дата класи	28.10.2001			21.08.2002			різниця		
		значення NDVI-коефіцієнту			значення NDVI-коефіцієнту			значення NDVI-коефіцієнту		
		min	max	середнє	min	max	середнє	min	max	середнє
	Листяні	130	157	141,7	211	215	211,667	81	58	70
		126	201	170,7	204	232	222,764	78	31	52,08
		99	199	138,2	196	229	214,321	97	30	76,151
		109	190	147,1	200	227	213,545	91	37	66,415
		119	194	151,6	212	231	222,625	93	37	71
		140	183	163	222	230	226	82	47	63
	Хвойні	136	181	157,6	178	213	194,421	42	32	36,833
		108	189	158	173	201	187,944	65	12	29,944
		99	168	127,4	168	206	185,842	69	38	58,402
		126	203	164,3	165	216	190,27	39	13	25,989
		135	183	157	180	210	195,957	45	27	39,002
		114	181	151,5	166	207	191,333	52	26	39,811

Значення NDVI-індексу залежить від властивостей знімка, тому для аналізу використано різницю між показниками на знімках двох різних дат знімання, а саме між мінімальним середнім та максимальним значеннями. Для листяних насаджень різниця стабільно вища, ніж для хвойних, що підтверджує гіпотезу про залежність динаміки рослинного індексу залежно від породи.

Встановлено залежності між динамікою рослинного індексу та складом лісових насаджень використані для експертної класифікації супутникових знімків дрібної роздільної здатності. Введення нових правил для такої класифікації підвищує її точність, тому головне завдання при експертній класифікації – підбір якомога більшої кількості правил, які описують необхідний об'єкт класифікації [1]. У досліджуваному випадку – хвойні та листяні насадження.

Література

1. Günther, Oliver Wissensbasierte Methoden zur Fernerkundung der Umwelt/ hrsg. von Oliver Günther.... – Karlsruhe: Wichmann, 1992. – 216 S.
2. Hildebrandt, Gerd Fernerkundung und Luftbildmessung: für Forstwirtschaft, Vegetationskartierung und Landschaftsökologie/ Gerd Hildebrandt. – 1. Aufl. – Heidelberg: Wichmann, 1996. – 676 S.
3. Lillesand, T.M., Kiefer, R.W. Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley & Sons, 1979. – 198 p.