



Д.В. ДУБИНА¹, Л.П. ВАКАРЕНКО¹, Т.П. ДЗЮБА¹, М.Б. ЄРМАКОВ², І.А. ПЄСТУНОВ²

¹ Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України
вул. Терещенківська, 2, м. Київ, 01601, Україна
geobot@ukr.net

² Інститут обчислювальних технологій Сибірського відділення РАН
просп. акад. Лаврентьєва, 6, м. Новосибірськ, 630090, Росія

КАРТОГРАФІЧНА МОДЕЛЬ ГАЛОФІТНОЇ РОСЛИННОСТІ ПРИМОРСЬКОГО СЕКТОРА КІЛІЙСЬКОГО ГИРЛА ДУНАЮ

К л ю ч о в і с л о в а: рослинність, космічний моніторинг, дистанційне зондування, картографічна модель рослинності, приморський сектор Кілійського гирла Дунаю, Україна

Вступ

Космічний моніторинг біологічних ресурсів — один із найсучасніших і найперспективніших наукових напрямів, який дає змогу об'єктивно реєструвати та узагальнювати дані стосовно змін рослинного покриву, що відбуваються на різних за площею ділянках, визначати та оцінювати вплив людини або природних чинників на природне середовище. Дослідження серії повторних космічних знімків територій допомагає прогнозувати подальший розвиток антропогенного впливу на екосистеми та розробляти рекомендації щодо запобігання його негативним наслідкам.

© Д.В. ДУБИНА, Л.П. ВАКАРЕНКО, Т.П. ДЗЮБА,
М.Б. ЄРМАКОВ, І.А. ПЄСТУНОВ 2014

До появи методів дистанційного зондування з використанням супутникових знімків геоботанічне картографування технічно було досить складним і тривалим процесом, що потребував значних затрат часових і людських ресурсів. Через технічні труднощі точного географічного прив'язування результат такого картування часто мав характер картосхеми, а межі виділів були недостатньо чіткими, що призводило до системних помилок при оцінці площ окремих виділів чи фітоценозів.

Використання технологій геоінформаційних систем і GPS-навігації із залученням просторових даних, отриманих на супутникових зображеннях, дає змогу здійснювати великомасштабне геоботанічне картографування з меншими затратами та визначати межі виділів і площі картографічних об'єктів із високою точністю.

Методики дистанційного картування рослинного покриву та дешифрування супутникових знімків постійно вдосконалюються. Насамперед це стосується частини дешифрування супутникових зображень високої й надвисокої роздільної здатності (5—1 м/піксель), зокрема таких сенсорів, як WorldView-2, Quick Bird, IKONOS, Pleiades та інших. Основною проблемою дешифрування є мозаїчність рослинного покриву та розмитість меж між угрупованнями. Тому ці особливості відбиваються й на спектральній характеристиці пікселів космознімка високої роздільної здатності: фрагмент, що відповідає тому чи іншому угрупованню, часто є мозаїкою пікселів різної яскравості. Така ситуація значно ускладнює процес дешифрування і потребує особливих підходів, які відрізняються, зокрема, від методів дешифрування агроландшафтів та інших об'єктів антропогенного походження, які зазвичай мають більш однозначні спектральні ознаки та чіткіші межі (Кузьманенко та ін., 2012).

Метою нашого дослідження було створення картографічної моделі галофітної рослинності первинної дельти Кілійського гирла Дунаю на основі комплексного підходу з використанням класичних методик польових геоботанічних досліджень і методики дешифрування космознімків високої та надвисокої роздільної здатності, розробленої в Інституті обчислювальних технологій Сибірського відділення (СВ) РАН (м. Новосибірськ) (Пестунов, Синявский, 2006, 2012).

Методика досліджень

Факти та узагальнення, представлені в публікації, є результатом досліджень рослинності, здійснених у 2013 р. на полігоні, розташованому в приморському секторі первинної дельти Кілійського гирла Дунаю (с. Приморське Кілійського р-ну Одеської обл.). Польові дослідження, виконані із застосуванням класичних геоботанічних методів, включали геоботанічні описи рослинності різних типів організації, картографічні роботи з використанням космознімків і з визначенням географічних координат опорних точок за допомогою навігаційних систем GPS, а також розроблення робочого варіанта легенди. Камеральні дослідження включали створення відповідної бази даних, згідно з вимогами TURBOVEG, побудову фітоценотичних таблиць і класифікаційної схеми, що є основою для опрацювання завершального варіанта легенди до

геоботанічної карти полігону та аналіз варіантів дешифрування рослинного покриву на супутникових знімках високої й надвисокої роздільної здатності (5—1 м/піксель). Дешифрування космознімків здійснювала лабораторія Інституту обчислювальних технологій СВ РАН із використанням алгоритмів опрацювання даних, які є власною розробкою лабораторії, зокрема непараметричні алгоритми кластеризації на основі GRID-підходу (Пестунов, Синявский, 2006, 2012), методи ансамблевої кластеризації ЕССА (Пестунов, Добротворский, Синявский, 2008; Пестунов, Бериков, Синявский, 2010) та методи спектрально-текстурної сегментації (Пестунов, Рылов, 2012).

Географічне приурочення, фізико-географічні особливості регіону, де розташований полігон, та геоботанічна характеристика його рослинного покриву викладені в попередній роботі (Дубина, Дзюба, Вакаренко, 2014).

Рослинний покрив полігону досить своєрідний, що пов'язано з особливостями рельєфу території та з тим, що вона ніколи не розорювалася, а здавна використовувалася як пасовище для худоби. Останніми роками спостерігається значне зниження пасовищного навантаження. Сучасний рослинний покрив полігону є поєднанням на відносно невеликій площі напівпустельних, пустельно-степових, степових, засолено-лучних, солонцевих, солончаків і засолено-болотних угруповань. Із висоти пташиного польоту в південній і північно-східній частинах він має вигляд вузьких і видовжених смуг рослинності різного проективного покриття, що розміщуються за градієнтом підвищення рельєфу, помережаних різними за формами та величинами територій включеннями інших угруповань рослинності. Попри загальну значну строкатість, більш однорідними масивами рослинності відзначаються центральні та північно-східні території полігону. Синтаксономія рослинності полігону, здійснена на засадах еколого-флористичної класифікації, представлена в попередній статті (Дубина, Дзюба, Вакаренко, 2014). У цій публікації виділені синтаксономічні одиниці рослинності використані для побудови легенди, їх геоботанічна характеристика дана в аспекті розв'язання завдання створення картографічної моделі галофітної рослинності на основі дистанційного зондування.

Процес створення картографічної моделі рослинності полігону складався з декількох етапів.

Перший етап включав, звичайно, польові геоботанічні дослідження території та виявлення опорних точок із географічною прив'язкою. На полігоні добре виділяються візуально й займають найбільші площі угруповання полинових степів із домінуванням *Artemisia santonica* L. і *A. austriaca* Jacq. зі значною участю ефемерів (*Poa bulbosa* L., *Trifolium retusum* L., *Cerastium semidecandrum* L., *Thlaspi perfoliatum* L. тощо), які належать до асоціації ***Poo bulbosae-Artemisietum santonicae*** Dubyna, Dziuba, Vakarenko 2014 класу *Festuco-Puccinellietea* Sob ex Vicherek 1973. Вони займають підвищені ділянки з деградованими лучно-степовими солонцюватими ґрунтами. У центральній частині головним домінантом є *Artemisia santonica* (40–50 %) (субасоціація ***typicum***), а в північній і на дещо багатших ґрунтах до нього в значній кількості домішується *A. austriaca* (15–50 %) (субасоціація ***artemisietosum austriacae***). Співдомінантом обох угруповань є *Poa bulbosa*. Структура та флористичний склад угруповань досить подібні. Загальне проективне покриття коливається від 70 до 100 %. Угруповання мають два під'яруси: перший — заввишки 60 см, другий — 5–8 см. Флористичний склад налічує 45–50 видів. Серед них досить значна частка однорічників, таких як *Bromus japonicus* Thunb. (10–15 %), *B. hordeaceus* L., *Hordeum murinum* L., *Myosurus minimus* L., *Matricaria recutita* L. (10–15 %), *Trifolium retusum* (10–15%) тощо. З високим ступенем постійності трапляються *Camphorosma monspeliaca* L. (5–10 %), *Puccinellia distans* (Jacq.) Parl., *Kochia prostrata* (L.) Schrad. (до 5 %). Угруповання з домінуванням обох видів полину відрізняються від попередніх наявністю у флористичному складі групи лучно-степових видів, *Plantago lanceolata* L. (1–15 %), *Achillea setacea* Waldst. & Kit., *Erodium cicutarium* (L.) L'Her., *Poa stepposa* (Kryl.) Roshev., *Vicia cracca* L., а також участю (на деяких ділянках) рудеральних видів *Atriplex prostrata* Boucher, *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Consolida regalis* S.F.Gray, *Thlaspi perfoliatum* L., *Lepidium ruderales* L. Останнє пояснюється тим, що ці угруповання сформувалися як на пасовищних ділянках полігону, так і на старих перелогах. Полинові угруповання влітку мають сріблясто-сірий аспект, проте добре розрізняються візуально за його відтінками та за архітектонікою самих рослин, що є важливим моментом для розпізнавання цих угруповань на космоснімках.

Угруповання з домінуванням *Puccinella distans* і *Camphorosma monspeliaca* (субасоціація ***Poo bulbosae-***

Artemisietum santonicae camphorosmetosum monspeliacae Dubyna, Dziuba, Vakarenko 2014) формуються на більш засоленних ґрунтах, ніж попередні, й займають знижені ділянки полігону. Вони також візуально чітко виділяються завдяки своєму рожево-зеленуватому аспекту і характерні для ділянок, розташованих по периферії солончаків і солонців. Ці угруповання, що займають невеликі за площею території, досить рівномірно розміщуються по всьому полігону, крім його північної частини. Проективне покриття угруповань коливається від 30 до 80 %. Структура травостою рівномірна, висота не перевищує 25 см. Його формують *Camphorosma monspeliaca* (50–65 %), *Puccinellia distans* (5–40 %), *Cerastium semidecandrum* L. (30 %), *Chamomilla recutita* (1–5 %) та *Puccinellia fominii* Bilyk (25–50 %). На деяких ділянках спостерігається зменшення ценотичного значення названих видів, натомість посилюється роль однорічників — *Bromus hordeaceus*, *B. japonicus*, *Aegilops cylindrica* Host, *Hordeum murinum* L., а відповідно, й зміна аспекту на сірувато-жовтий у липні, а згодом (після повного висихання рослин) — на темно-сірий за рахунок збільшення площ відкритого ґрунту.

Подекуди трапляються ділянки засоленних ґрунтів, зайнятих заростями *Camphorosma monspeliaca* та *Frankenia hirsuta* L., з домішкою *Salicornia perennans* Willd., а також ділянки солонців із дуже розрідженими агломераціями *Camphorosma monspeliaca*.

У смузі солончаків (периферії південної та південно-східної частин), що є природною межею між підвищеною частиною полігону й обводненими плавневими територіями, розміщуються короткозаливні ділянки з глейовими ґрунтами, які в минулому зазнавали впливу алювіальної діяльності водотоків Дунаю та моря. На вологіших ділянках виявлені піонерні угруповання, утворені *Salicornia perennans* і *Suaeda salsa* L., до складу яких входять переважно однорічні сукулентні галофітні види (асоціація ***Salicornio perennantis-Suaedetum salsae*** Freitag, Golub et Yuritsyna 2001). Протягом майже всього вегетаційного сезону їм властивий темно-червоний аспект, який вирізняє їх від інших ценозів. Загальне проективне покриття цих угруповань 60–80 %, у їхньому складі зафіксовано 10 видів. З високою постійністю та значним проективним покриттям трапляються *Salicornia perennans* (50 %), *Suaeda salsa* (25–45 %), *Halimione pedunculata* (L.) Aellen (до 5 %) і *Camphorosma monspeliaca* (5–40 %).

Угруповання асоціації з домінуванням *Halimione verrucifera* (ас. ***Halimionetum verruciferae*** (Keller

Характеристики мультиспектральних супутникових зображень проектних ділянок

Назва проектної ділянки	Назва сенсора	Наявні спектральні канали	Просторова роздільна здатність	Дата зйомки	Загальна площа території, км ²
Приморське	IKONOS-2 (DigitalGlobe, США)	Red, Blue, Green, Near-IR	3,2 м (0,8 м PS)	17 серпня 2010 р.	26

У межах території, виокремленої на знімку, були виділені контури зони інтересу (межі проектних ділянок) (рис. 1), на основі яких створили векторні файли у форматі *.shp.

1923) Тора 1939) трапляються частіше, ніж попередні, й займають більші площі в екотонній смузі між вологими солончаками та пустельно-степовою частиною полігону. Вони відзначаються помітним сріблястим відтінком. Загальне проективне покриття ценозів коливається в широких межах — від 30 до 90 %. Травостій має висоту до 50 см і мозаїчну будову — на тлі бузково-зеленуватого покриву, утвореного *Halimione verrucifera* (M. Bieb.) Aellen (15–60 %), *Agrostis maeotica* Klokov (до 40 %), *Limonium caspium* (Willd.) Gams (15–60 %), *Tripolium pannonicum* (Jacq.) Dobrocz. (до 5 %), *Aeluropus littoralis* (Gouan) Parl. (15–50 %), виділяються темно-зелені куртини *Juncus gerardii* Loisel. (до 5 %) та рідше — *Juncus maritimus* Lam. (до 15 %).

Другим етапом процесу створення картографічної моделі рослинності полігону було дешифрування рослинного покриву на космознімку, яке здійснювалося співробітниками лабораторії обробки даних Інституту обчислювальних технологій СВ РАН (м. Новосибірськ). Методи для обробки даних обиралися авторами методики ситуативно, залежно від наявності та характеру вихідної інформації про об'єкт, зокрема від кількості та якості отриманих польових даних. Цей непараметричний метод кластеризації на основі GRID-підходу дає змогу класифікувати спектральну інформацію за умов, коли наперед невідома точна кількість класів або щільність їх розподілу. Перевагами цього методу є відсутність обмеження на розмір і форму класів, що виділяються. Ансамблевий алгоритм кластеризації ЕССА дає можливість розбити зображення на визначену кількість однорідних за спектральними ознаками областей.

Вихідними даними для їх обробки з метою створення моделі рослинності полігону були мультиспектральні супутникові зображення цієї території (рис 1.), отримані з різних сенсорів і придбані на умовах академічної ліцензії. До вибору архівних знімків висувалися такі критерії: відсутність значної кількості хмар та оптимальний час зйомки. Характеристику отриманих спектральних зображень наведено в таблиці.



Рис 1. Контури меж території полігону «Приморський» на космічному знімку

Fig. 1. Borderline of the territory of the «Prymors'ky» plot on a satellite image

Усього було отримано сім варіантів попереднього дешифрування рослинності полігону за допомогою непараметричних алгоритмів кластеризації на основі GRID-підходу. Вони мають вигляд кольорових карт із нанесеними на них польовими опорними точками з метою здійснення прив'язки. В кожному варіанті міститься легенда з тією кількістю кластерів (кольорів), за якими проводилася класифікація. Кількість таких класів на різних знімках коливалася від 16 до 90.

Аналіз отриманих варіантів дешифрування показав, що найбільшу відповідність виділених кластерів певним складовим рослинного покриву та встановленим медам рослинних угруповань, за даними польових досліджень, має картографічна модель з 15-ма класами в легенді. На основі цього варіанта була розроблена картографічна модель рослинності полігону «Приморський», представлена на рис. 2 (див. кольорову вклейку).

Умовні позначення

1	6	11
2	7	12
3	8	13
4	9	14
5	10	15

● - точки координат

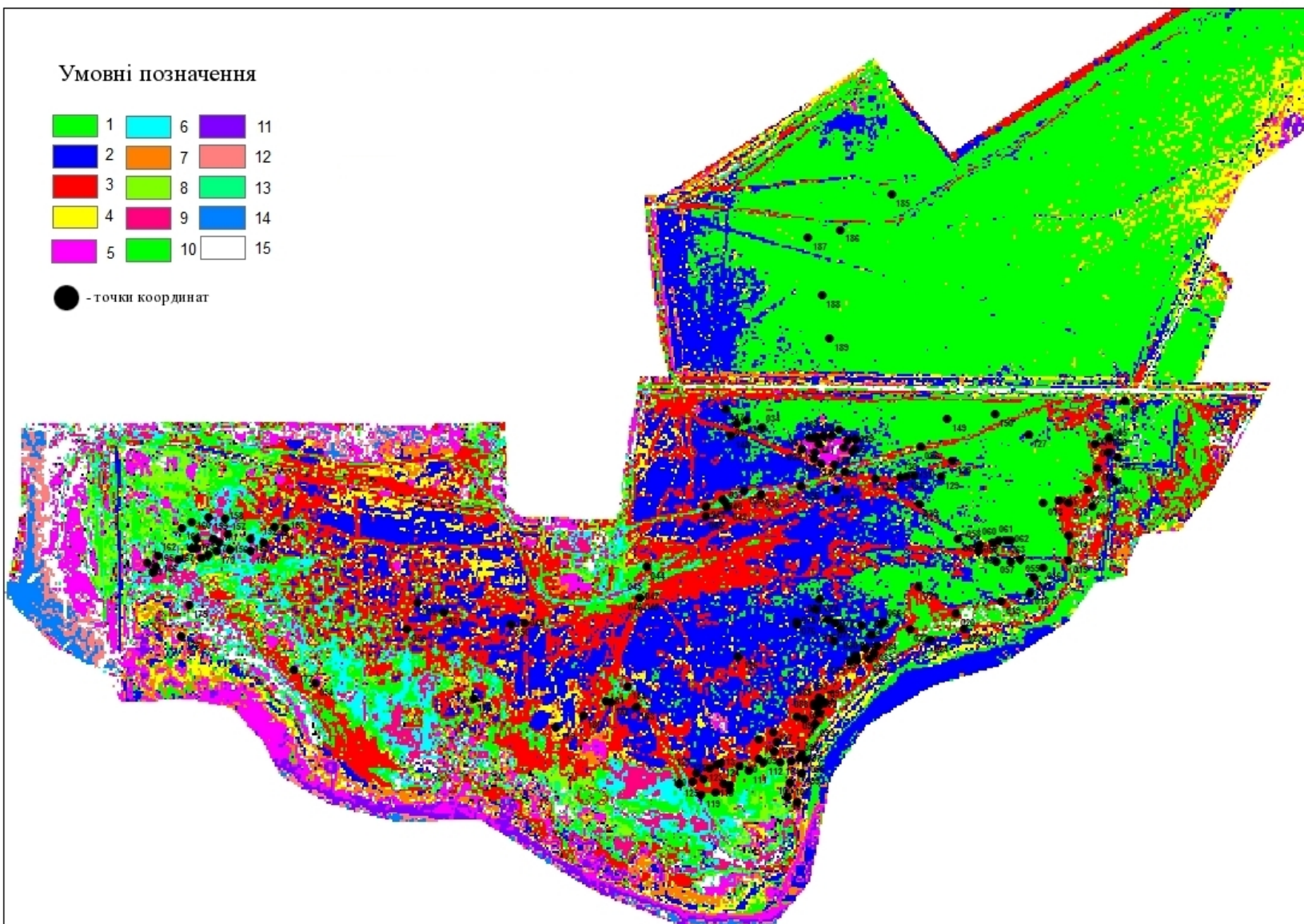


Рис. 2. Картографічна модель рослинності полігону «Приморський». У м о в н і п о з н а ч е н н я: 1 — угруповання субасоціації *Poo bulbosae-Artemisietum santonicae artemisietosum austriacae*; 2 — угруповання субасоціації *Poo bulbosae-Artemisietum santonicae typicum*; 3 — угруповання субасоціації *Poo bulbosae-Artemisietum santonicae camphorosmetosum monspeliacae*; 4 — екотонні угруповання *Poo bulbosae-Artemisietum santonicae* між **subass. typicum** і **subass. camphorosmetosum monspeliacae** з переважанням однорічників *Bromus hordeaceus*, *B. japonicus*, *Aegilops cylindrica*; 5 — трансформовані ділянки (стійбища худоби) із заростями *Artemisia santonica*, *Thlaspi rotundifolia*, *Atriplex prostrata* тощо; 6 — угруповання асоціації *Halimionetum verruciferae*; 7 — угруповання асоціації *Salicornio perennantis-Suaedetum salsae*; 8 — угруповання субасоціації *Poo bulbosae-Artemisietum santonicae camphorosmetosum monspeliacae* з домішкою *Frankenia hirsuta* та *Salicornia perennans*; 9 — розріджені моновидові агломерації *Camphorosma monspeliaca* (проективне покриття менше 30 %); 10–14 — водно-болотні угруповання з домінуванням *Phragmites australis*, *Bolboschoenus maritimus*, *Scirpus lacustris* тощо; 15 — автомобільне шосе, стежки та ділянки без рослинності

Fig. 2. Cartographic model of the vegetation of the «Prymors'ky» plot. S y m b o l s i n d i c a t e: 1 — communities of subassociation *Poo bulbosae-Artemisietum santonicae artemisietosum austriacae*; 2 — communities of subassociation *Poo bulbosae-Artemisietum santonicae typicum*; 3 — communities of subassociation *Poo bulbosae-Artemisietum santonicae camphorosmetosum monspeliacae*; 4 — ecotone communities **typicum** and **subass. camphorosmetosum monspeliacae** with domination of annuals *Bromus hordeaceus*, *B. japonicus*, *Aegilops cylindrica*; 5 — transformed areas (cattle camps) with stands of *Artemisia santonica*, *Thlaspi rotundifolia*, *Atriplex prostrata* etc.; 6 — communities of association *Halimionetum verruciferae*; 7 — communities of association *Salicornio perennantis-Suaedetum salsae*; 8 — communities of the subassociation *Poo bulbosae-Artemisietum santonicae camphorosmetosum monspeliacae* with *Frankenia hirsuta* and *Salicornia perennans*; 9 — sparse monodominant stands of *Camphorosma monspeliaca* (plant cover less then 30 %); 10–14 — marsh communities with dominating *Phragmites australis*, *Bolboschoenus maritimus*, *Scirpus lacustris* etc.; 15 — roads, paths, areas without vegetation cover

За результатами аналізу семи варіантів дешифрування рослинності полігону на космоснімку методом непараметричних алгоритмів кластеризації на основі GRID-підходу встановлено:

1. На всіх варіантах виявлені та достатньо коректно дешифровані всі основні рослинні угруповання. Найкоректніше відображені ті з них, які мають характерну текстуру та фізіономічно добре відрізняються. Досить чітко на всіх варіантах кластеризації визначилися угруповання субасоціацій, відмінні за домінуючими видами полинів — *Artemisia santonica* або *A. austriaca*.

2. Угруповання з домінуванням *Camphorosma monspeliaca* представлені на всіх варіантах не одним, а кількома кластерами (кольорами). Це пов'язано з тим, що на знімках високої роздільної здатності ці угруповання через різне загальне проективне покриття або покриття окремих видів мають дуже відмінні спектральні характеристики.

3. На ділянках, які відзначаються високою мозаїчністю рослинного покриву, отримане спектральне зображення цих об'єктів має досить строкатий вигляд, що ускладнює ідентифікацію даних угруповань.

4. На різних варіантах дешифрування рослинності космоснімків чіткіше ідентифікуються ті або інші угруповання, що подекуди потребує їх «накладання».

5. Для створення картографічної моделі галофітної рослинності полігону «Приморський» на основі дешифрування космоснімків високої та надвисокої роздільної здатності за методикою, розробленою лабораторією Інституту обчислювальних технологій СВ РАН, найбільш придатними виявилися ті варіанти дешифрування, котрі містять таку кількість кластерів (кольорів), яка більш-менш відповідає потенційній кількості рослинних угруповань території. Занадто велика чисельність кластерів (у нашому випадку понад 20) є зайвою.

Висновки

Методика створення картографічних моделей рослинності на основі дешифрування космоснімків, розроблена в Інституті обчислювальних технологій СВ РАН, є цілком придатною для створення геоботанічних карт територій. Вона полегшує і значною мірою прискорює цей процес. Використання в роботі декількох варіантів обробки космоснімків із різною кількістю кластерів дає змогу визначити

не лише межі окремих асоціацій степової рослинності, а й виявити інші особливості рослинного покриву, зокрема, виділити екотонні угруповання, а в межах однієї асоціації — просторову диференціацію угруповань на рівні субасоціацій, відмінних за екологічними та флористичними параметрами.

Запропоновані алгоритми технічно можуть бути застосовані для виявлення та коректного дешифрування різних типів фітоценозів, зокрема й таких, що мають високий ступінь мозаїчності та комплексності.

Робота виконана за фінансової підтримки проекту загальноакадемічного конкурсу наукових проектів «Спільний конкурс НАН України та Сибірського відділення РАН 2012 р.» (номер державної реєстрації 0113U000925).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Дубина Д.В., Дзюба Т.П., Вакаренко Л.П. Синтаксономія галофітної рослинності приморського сектора Кілійського гирла Дунаю // Укр. ботан. журн. — 2014. — 71, № 4. — С. 412–428.
- Кузьманенко О.Л., Орлов О.О., Аксьом О.С., Микитюк О.Ю. Методика картування екотопів на основі дешифрування мультиспектральних космічних знімків // Біотопи (оселища) України: наукові засади їх дослідження та практичні результати інвентаризації: Мат-ли роб. семінару (21–22 березня 2012 р., м. Київ). — Київ; Львів, 2012. — С. 109–118.
- Пестунов И.А., Бериков В.Б., Сиявский Ю.Н. Сегментация многоспектральных изображений на основе ансамбля непараметрических алгоритмов кластеризации // Вестн. СибГАУ. — 2010. — 5, № 31. — С. 56–64.
- Пестунов И.А., Добротворский Д.И., Сиявский Ю.Н. Непараметрический иерархический классификатор для обработки данных дистанционного зондирования // Вычислит. технол. — 2008. — Т. 13. — Ч. 3. — Вестн. КазНУ им. аль-Фараби. Сер.: Математ., механ., информат. — № 4(59). — Совместный вып. по материалам междунар. конф. «Вычислительные и информационные технологии в науке, технике и образовании». — Ч. III. — С. 66–71.
- Пестунов И.А., Сиявский Ю.Н. Непараметрический алгоритм кластеризации данных дистанционного зондирования на основе GRID-подхода // Автометрия. — 2006. — 42, №2. — С. 90–99.
- Пестунов И.А., Сиявский Ю.Н. Алгоритмы кластеризации в задачах сегментации спутниковых изображений // Вестн. КемГУ. — 2012. — 52, № 4/2. — С. 110–125.
- Пестунов И.А., Рылов С.А. Алгоритмы спектрально-текстурированной сегментации спутниковых изображений высокого пространственного разрешения // Вестн. КемГУ. — 2012. — 52, № 4/2. — С. 104–110.

Рекомендує до друку
Я.П. Дідух

Надійшла 24.07.2014 р.

Д.В. Дубына¹, Л.П. Вакаренко¹, Т.П. Дзюба¹, Н.Б. Ермаков²,
И.А. Пестунов²

¹ Институт ботаники имени Н.Г. Холодного НАН Украины,
г. Киев

² Институт вычислительных технологий Сибирского
отделения РАН, г. Новосибирск, Россия

КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГАЛОФИТНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПРИМОРСКОГО СЕКТОРА КИЛИЙСКОГО УСТЬЯ ДУНАЯ

Проведены геоботанические исследования галофитной растительности территории первичной дельты Килийского устья Дуная (окрестности с. Приморское Килийского р-на Одесской обл.). Проанализировано семь вариантов дешифрования космического снимка высокой разрешительной способности территории полигона «Приморский», разработанных с использованием методов непараметрических алгоритмов кластеризации. На основе эколого-флористической классификации создана легенда и построена картографическая модель растительности. Предложенная методика значительно ускоряет процесс создания геоботанических карт, позволяет не только определить границы сообществ ассоциаций растительности, но и выявить их разнообразие на уровне субассоциаций.

К л ю ч е в ы е с л о в а: растительность, космический мониторинг, дистанционное зондирование, картографическая модель растительности, приморский сектор Килийского устья Дуная, Украина.

*D.V. Dubyna¹, L.P. Vakarenko¹, T.P. Dziuba¹, N.B. Yermakov²,
I.A. Pestunov²*

¹ M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of
Sciences of Ukraine, Kyiv

² Computer Technology Institute of Siberian Branch of Russian
Academy of Sciences, Novosibirsk

A CARTOGRAPHIC MODEL OF HALOPHYTIC VEGETATION OF THE MARITIME SECTOR OF THE DANUBE KILIA ARM

Geobotanical investigations of halophytic vegetation of the Danube Kilia Arm primary delta area (suburb of Primorskoye village, Kilia District, Odessa Region) have been accomplished. Interpretation of seven versions of high discrete ability space photo using non-parametric clustering algorithm methods has been realized. Based on ecological-floristic classification, a legend was developed and a cartographic model of vegetation was plotted. The suggested method considerably accelerates process of geobotanical mapping and allows not only to identify borders of plant association communities but also to define their diversity at the subassociation level.

Key words: vegetation, space monitoring, remote sensing, cartographic model of vegetation, Danube Kilia Arm, maritime sector, Ukraine.

НОВІ ВИДАННЯ

Дендрохронологічний каталог природно-заповідного фонду Степу України: монографія / С.Ю. Попович, А.С. Василенко, Є.І. Берегута, П.М. Устименко та ін. / За ред. С.Ю. Поповича. — К.: ЦП “Компринт”, 2014. — 888 с.

Уперше у формі каталогу подано систематизовані відомості щодо представленості у природно-заповідному фонді Степу України раритетних природних (*in situ*) та культивованих (*ex situ, in vivo*) видів деревних рослин і дендроценозів, які мають офіційний статус усіх рангів охорони (міжнародний, загальнодержавний та регіональний). Для означеного природно-географічного регіону подано конспект заповідних вікових дерев і чагарників. Визначено репрезентативність адміністративних регіонів, об’єктів і категорій природно-заповідного фонду. Наведено рейтинговий список об’єктів природно-заповідного фонду за кількістю раритетного дендрорізноманіття, а також покажчик ступеня раритетності видів деревних рослин.

Видання розраховане на фітосозологів, дендрологів, фітоценологів, лісівників, паркознавців, аспірантів і студентів відповідного фаху, працівників природоохоронних установ, а також широкого кола читачів, які цікавляться проблемами охорони природи.