

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ОСНОВНИХ МЕДОНОСНИХ КУЛЬТУР ЗА ДАНИМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

Москаленко А.А., кандидат технічних наук

Дьоміна І.І., студентка

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: A-Moskalenko@it.nubip.edu.ua

Розглянуто можливості застосування деяких методів класифікації багатоспектральних космічних знімків для визначення кормової бази бджільництва. Здійснено порівняння точності методів класифікації даних ДЗЗ для ідентифікації пилко- та нектароносних культур. Визначено оптимальний період ідентифікації сільськогосподарських медоносних культур кормової бази бджільництва.

Ключові слова. *Кормова база бджільництва, багато-спектральні зображення, класифікація зображень.*

Вступ.

В Україні є досить поширене бджільництво [1], що може ефективно розвиватися лише за умови стабільності кормової бази. Однак площі медоносних ресурсів, як сільськогосподарських культур так і деревних культур, щорічно змінюються, деякі землевласники та землекористувачі не дотримуються сівозміни, що унеможливує планування площ кормової бази бджільництва. Для ефективного розвитку бджільництва необхідно здійснювати ідентифікацію та облік нектаро- та пилконосних культур з точки зору оцінки кормової бази.

За оглядовістю, швидкістю отримання та об'єктивністю дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) можуть бути важливим джерелом геопросторової інформації для визначення площ кормової бази бджільництва та її картографування на великих територіях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Питання покращення ефективності кормової бази бджільництва були і є предметом вивчення багатьох вчених: Г.М. Гречка, А.І. Черкасова та ін. [1-2].

Питання застосування даних ДЗЗ при тематичному дешифруванні агро-

ресурсів було висвітлено у працях С.С. Кохан, М.П. Слободяник, В.С. Антоценка, В.І Зацерковного та ін. [3-7]. Ідентифікація культур за даними дистанційного зондування Землі передбачає оцінку вірогідності класифікації створених тематичних зображень. За даними ряду авторів вірогідність ідентифікації різних культур варіює від 0,5 до 0,97 при використанні даних TERRA [6] і до 0,81 – Landsat [8].

В дослідженні [9] було розглянуто можливість ідентифікації площ кормової бази бджільництва за даними дистанційного зондування Землі, водночас не було визначено оптимального періоду для ідентифікації та картографування медоносних ресурсів.

Мета і завдання дослідження. Мета роботи полягає у визначенні оптимального періоду ідентифікації сільськогосподарських медоносних культур кормової бази бджільництва за даними космічного апарата (КА) Landsat 8.

Для досягнення мети було поставлені такі завдання: визначення вегетаційних індексів культур кормової бази бджільництва за даними КА Landsat 8; порівняння точності методів класифікації даних ДЗЗ для ідентифікації пилко- та нектароносних культур; обрання оптимального періоду та методу для ідентифікації та картографування медоносних ресурсів.

Методи дослідження. Для досягнення поставлених завдань та мети дослідження було використано методи тематичної обробки даних дистанційного зондування Землі (ідентифікація медоносних культур); статистичний (оцінка якості отриманих даних); картографічний (аналіз інформації геопросторових даних).

У дослідженні застосовувались модулі з цифрової обробки знімків програмного засобу Idrisi Selva.

Інформаційною базою роботи є наземні дослідження та дані КА Landsat 8 (сенсор OLI: синій (0,433-0,453 мкм), зелений (0,450-0,515 мкм), червоний (0,525-0,600 мкм) та три ближніх інфрачервоних канали (0,630-0,680 мкм, 0,845-0,885 мкм та 1,560-1,660 мкм)).

Виклад основного матеріалу.

В дослідженні кормової бази бджільництва обрано сільськогосподарські культури, з яких бджоли однаково беруть нектар і пилок – гречка та соняшник, а також пилконос – кукурудза.

Для бджільництва найважливішим періодом вегетації є фаза цвітіння – період утворення рослинами пилку та нектару, тому для ідентифікації кормової бази бджільництва аналізувався період вегетації від сходів до цвітіння (включно). Дані КА Landsat 8 на територію поблизу смт Калита Броварського району Київської області за вегетаційний період 2016 року були отримані станом на: 10.05, 26.05, 27.06, 13.07 та 29.07.

Календарно оптимальні строки сівби соняшника припадають на період з 15 квітня по 15 травня, сходи при сприятливому температурному режимі з'являються через 9-10 діб [10]. Період сівби гречки настає в Поліссі в третій декаді квітня та першій декаді травня, сходи з'являються через 6-10 днів після сівби [11]. В умовах Західного Лісостепу і Полісся календарні строки сівби кукурудзи припадають на період третя декада квітня – перша декада травня. При оптимальних умовах сходи з'являються за 7-8 днів [12].

Станом на 10 та 26 травня 2016 року виокремити площі кормової бази бджільництва серед обраних сільсько-

господарських культур за даними ДЗЗ неможливо, оскільки жодна з них не має 100% проєктивного вкриття.

На основі аналізу спектрів відбиття досліджуваних об'єктів, здійснено розрахунок вегетаційних індексів NDVI (рис. 1), що широко застосовують під час оцінювання стану рослинного покриву [13]. NDVI є простим кількісним показником кількості фотосинтетично активної біомаси, який обчислюється за двома найбільш стабільними ділянками спектральної кривої відбиття рослин: у червоній області спектра (0,6-0,7 мкм) лежить максимум поглинання сонячної радіації хлорофілом рослин, а в інфрачервоній області (0,7-1,0 мкм) знаходиться область максимального відбиття клітинних структур листа [14].

Значення вегетаційних індексів протягом періоду проведення дослідження коливаються, що вказує на зміну кількості зеленої біомаси. Так станом на 26.05.2016 вегетаційні індекси майже однакові у сільськогосподарських культур, які мають пізніші строки сівби та широкі міжряддя (відсутнє 100% покриття ґрунту рослинами). Від 26.05.2016 до 27.06.2016 йде

стрімкий набір біомаси в рослин з пізнішими строками посіву та поступове зниження в пшениці. За наземними дослідженнями 29 липня всі досліджувані рослини цвіли, а отже бджоли могли збирати пилок і нектар.

Побудова тематичних карт культур кормової бази бджільництва виконана за методикою керованої класифікації. Для дослідження обраних сільськогосподарських культур навчальні вибірки побудовані за даними наземних досліджень та обирались не тільки для нектаро- та пилюконосних рослин, а й для інших об'єктів – «фону»: вода, забудова, дороги та рослини, що не мають медоносної цінності.

З множини алгоритмів керованої класифікації для ідентифікації та картографування кормової бази бджільництва було розглянуто можливість використання «жорстких класифікаторів»: методів мінімальної спектральної відстані, аналіз лінійних дискримінант, максимальної правдоподібності, паралелепіпедів та k-найближчих сусідів (табл. 1).

Класифікація космічних знімків проводилась окремо для кожної з дат

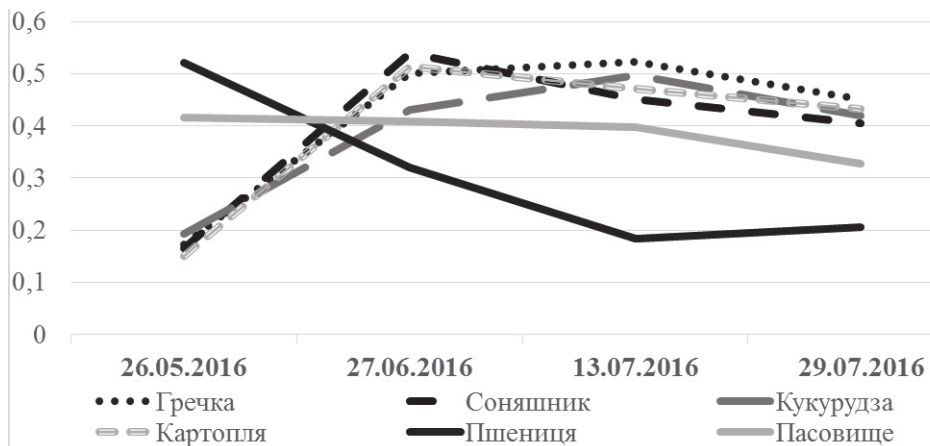
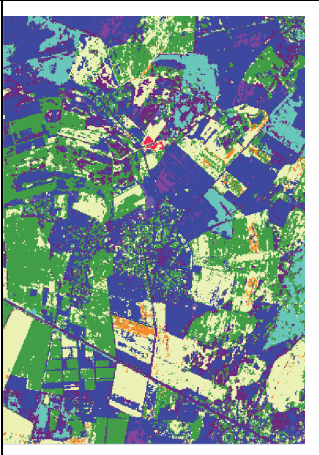
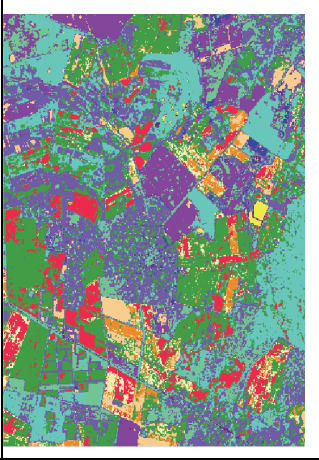
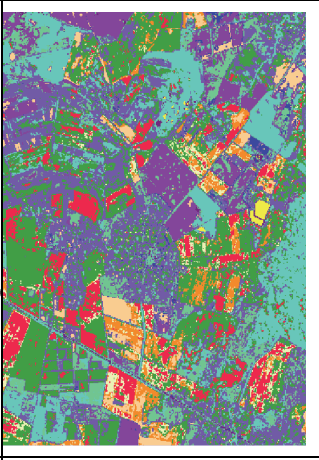
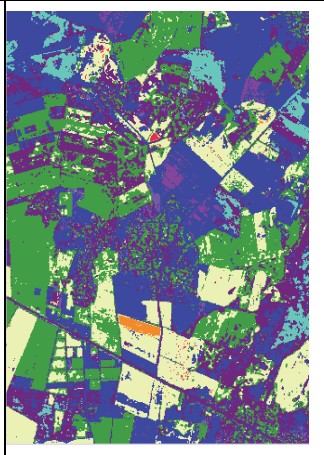
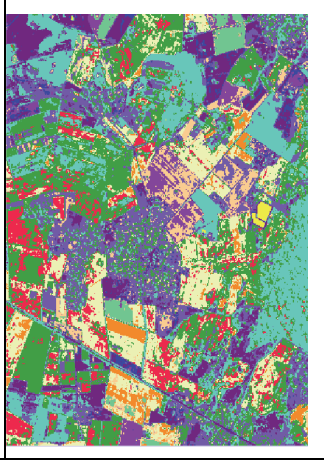
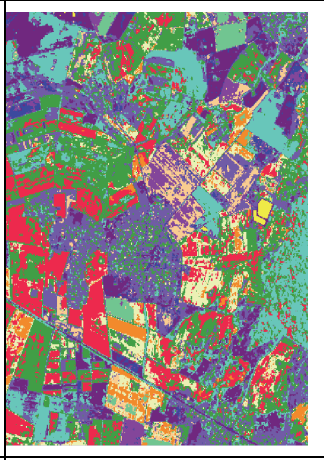






































Рис. 1. Значення вегетаційних індексів

1. Результати класифікації

	Максимальної подібності	k-найближчихсусідів	Мінімальної нормалізованої спектральної відстані																								
13.07.2016																											
29.07.2016																											
<table border="0"> <tr> <td></td> <td>Гречка</td> <td></td> <td>Картопля</td> <td></td> <td>Ліси</td> <td></td> <td>Ячмінь</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Соняшник</td> <td></td> <td>Пшениця</td> <td></td> <td>Води</td> <td></td> <td>Пасовище</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Кукурудза</td> <td></td> <td>Овес</td> <td></td> <td>Населений пункт</td> <td></td> <td>Дороги</td> </tr> </table>					Гречка		Картопля		Ліси		Ячмінь		Соняшник		Пшениця		Води		Пасовище		Кукурудза		Овес		Населений пункт		Дороги
	Гречка		Картопля		Ліси		Ячмінь																				
	Соняшник		Пшениця		Води		Пасовище																				
	Кукурудза		Овес		Населений пункт		Дороги																				

знімань (13.06. та 29.06.2016), що відповідає періодам цвітіння та перед ним.

Порівнюючи дані класифікації за методом мінімальної спектральної відстані за два періоди можна відмітити, що за візуальною оцінкою соняшник краще розпізнаний станом на 29 липня.

При використанні методу мінімальної нормалізованої спектральної відстані найкращий результат візуально є в ідентифікації стерні та картоплі (див. табл. 1).

Наступний метод керованої класифікації, що був застосований до даних КА Landsat 8, це метод максимальної подібності: візуально застосування цього методу дає кращий результат для розпізнання гречки, соняшника та кукурудзи, дещо гірший для стерні (змішується з населеним пунктом). Поле гречки за цим методом розпізнається найкраще (станом на 13.07.2016).

Ще один застосований модуль керованої класифікації – аналіз лінійних дискримінант. Саме цей метод дав найкращий результат для визначення полів соняшника та кукурудзи станом, як на 13 так і на 29 липня.

При застосуванні методу паралелепіпедів було виявлено відсутність пікселів, що належать класу гречки та помилковість розпізнання полів з соняшником. А застосовуючи візуальну оцінку отриманих тематичних зображень за методом k-найближчих сусідів – кращий результат виявлено для стерні.

Оцінку вірогідності класифікації, що встановлює можливість застосування її результатів, здійснено шляхом порівняння одержаних в результаті класифікації растрів з еталоном, створеним на основі наземних даних.

Для оцінки вірогідності класифікації та врахування поправки на випадковість обрано коефіцієнт Каппа. Вважають, що якість класифікації задовільна, якщо Каппа 0,75 [13].

Станом на 13.07.2016 року метод максимальної подібності став кращим для визначення посівів гречки (понад 0,8) та дав задовільну якість визначення кукурудзи і соняшника (понад 0,77). Аналіз лінійних дискримінант дав задовільну якість визначення кукурудзи і соняшника (понад 0,86), однак визначення полів гречки за цим методом було незадовільним (лише 0,27).

Результати порівняльного аналізу значень коефіцієнта Каппа для різних алгоритмів та цільових культур подано на рис. 2.

За класифікацією станом на 29 липня 2016 року метод мінімальної нормалізованої спектральної відстані став кращим для визначення посівів гречки, однак не дав задовільної якості (лише 0,6) та дав задовільну якість визначення кукурудзи (понад 0,9). Для визначення соняшника найкращим був метод аналізу лінійних дискримінант (понад 0,88) та дав задовільну якість визначення кукурудзи (понад 0,78), однак визначення полів гречки за цим методом було не задовільним.

Якщо порівняти дані рис. 2-а і 2-б, то можна зробити висновок, що класифікація з метою визначення посівів гречки буде більш ефективною в середині липня, а для визначення посівів кукурудзи – кращим періодом є кінець липня. Соняшник добре ідентифікується і перед цвітінням, і в період цвітіння. Найстабільніші показники якості класифікації були виявлені для методу максимальної подібності.

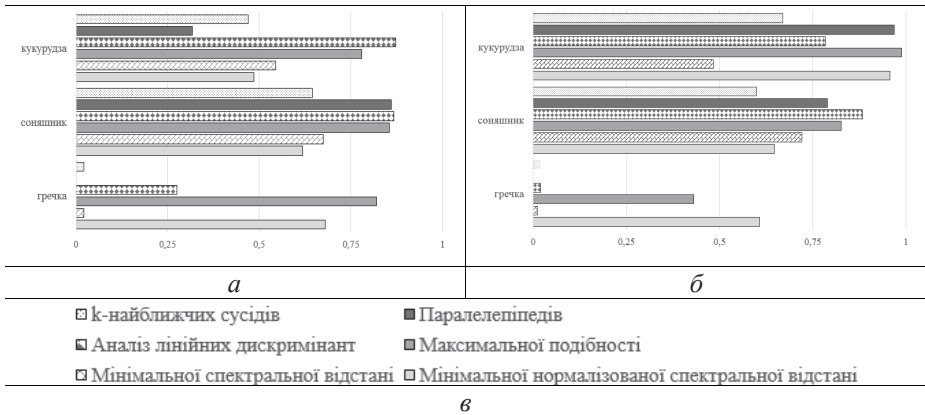


Рис.2. Значення коефіцієнта Каппа: а – станом на 13.07.2016; б – станом на 29.07.2016; в – умовні позначення.

За даними Landsat 8 створено тематичні карти масштабу 1:100000 і дрібніше. Такі карти дозволять оцінити кормову базу бджільництва на територію окремого району, групи районів або області. За тематичними картами методами геоінформаційного аналізу визначаються віддалі льоту бджоли для збору нектару та пилку та оптимальне розташування пасік.

Висновки.

В ході дослідження визначено, що космічні знімки Landsat 8 можуть використовуватись для ідентифікації кормової бази бджільництва, зокрема для визначення площ нектарних та пилових культур. При цьому класифікація з метою визначення посівів гречки буде більш ефективною в середині липня, а для визначення посівів кукурудзи – кращим періодом є кінець липня; соняшник добре ідентифікується і в період бутонізації, і в період цвітіння. Найстабільніші показники якості класифікації були виявлені для методу максимальної подібності.

Перспектива подальших досліджень в даному напрямку полягає у

вивченні можливості використання даних ДЗЗ для ідентифікації та картографування кормової бази бджільництва в різні періоди вегетації та обрання оптимального періоду для оцінки деревних медоносних ресурсів (акації, липи, груші, каштану, верби та ліщини).

Список використаних джерел

1. Сучасний медозбір і його використання бджолиними сім'ями / Г. М. Гречка. Режим доступу: <https://sites.google.com/site/ukrainskaastepnaa/uceny-ob-ukrainskoj-stepnoj-porode-pcel/sucasnij-medozbir-i-jogo-vikoristanna-bdzolinimisim-ami>
2. Черкасова А.І. Бджільництво / А.І. Черкасова, В.М. Блонська, П.О. Губа, І.К. Давиденко, О.М. Яцун, П.А. Возний, Н.В. Мукович. – К.: «Урожай», 1989.
3. Кохан С.С. Особливості класифікаторів зображень при вивченні стану сільськогосподарських культур / С.С. Кохан, А.А. Москаленко // Біоресурси і природокористування – 2011. - №1-2. – С. 198-204.
4. Кохан С.С. Застосування вегетаційних індексів на основі серії космічних знімків IRS-1D LISS-III для визначення стану посівів сільськогосподарських культур / С.С.

- Кохан // Космічна наука і технологія – 2011. – Т.17.№5. – С.58-63.
5. Слободяник М.П. Прогнозування врожайності сільськогосподарських культур за матеріалами ДЗЗ та вегетаційними індексами / М.П. Слободяник // Вісник геодезії та картографії – 2014 № 6 – С 16-20.
6. Conrad, C. per-field irrigated crop classification in arid central Asia using SPOT and ASTER data / C. Conrad, S. Fritsch, J. Zeidler, G. Rocker, S. Dech // Remote Sens. – 2010. – 2. – P.1035-1056.
7. Kokhan S. Application of multi-spectral remotely sensed imagery in agriculture / ISPRS technical commission VII. Thematic processing, modeling and analysis of remote sensed data. – Vienna University of Technology. – 2010. – P. 337-341.
8. Turker, M. Sequential masking classification of multi-temporal Landsat ETM+ images for field crop mapping in Karacebey / M. Turker, M. Arican // Turkey Int. J. Remote Sens. – 2005. – 26. – P. 3813-3830.
9. Moskalenko A.A. Bee forage mapping based on multispectral images Landsat / A.A. Moskalenko // Землеустрій, кадастр і моніторинг – 2016. – №4. – С. 34-40.
10. Андрієнко А.Л., Як вірно вибрати строки сівби соняшнику / А.Л. Андрієнко // Агроном. – 2013. – №1. – С. 358-361.
11. Грищенко Р.Є., Продуктивність сортів гречки за різних сортів і способів сівби / Р.Є.Грищенко, О.Г.Любич, // Міжвідомчий тематичний науковий збірник “Землеробство”. – 2012. – С. 88-89
12. Танчик С. Строки сівби та продуктивність кукурудзи / С. Танчик, Л. Центило, А. Бабенко // Пропозиція нова: український журнал з питань агробізнесу: інформаційний щомісячник. – 2014. – N 2. – С. 48-50
13. Кохан С.С. Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи / С.С. Кохан, А.Б. Востоков. – К.: Вища шк., 2009. – 511 с.
14. Verhulst, N. Using NDVI and soil quality analysis to assess influence of agronomic management on within-plot spatial variability and factors limiting production / N. Verhulst, B. Govaerts, K.D. Sayre, J. Deckers, L.Dendooven // Plant and Soil – 2009, 317: 41-59.
-

References

1. Hrechka, H. M. Suchasnyy medozbir i yoho vykorystannya bdzholynymy simyamy [Modern nectar resources and use of bees]: <https://sites.google.com/site/ukrainskaastepnaa/ucenye-ob-ukrainskoj-stepnoj-porode-pcel/sucasnij-medozbir-i-jogo-vikoristanna-bdzolinimi-sim-ami>.
2. Cherkasova, A.I., Blons'ka., V.M., Huba, P.O., Davydenko, I.K., Yatsun, O.M., Voznyy, P.A., Mukvych, N.V. (1989). Beekeeping, K., 304.
3. Kokhan, S.S. Moskalenko, A.A. (2011). Osoblyvosti klasyfikatoriv zobrazhen' pry vyvchenni stanu silskohospodarskykh kultur [Features classifications images in the study of agricultural crops]. Bioresursy i pryrodokorystuvannya, 1-2, 198-204.
4. Kokhan, S.S. (2011). Zastosuvannya vehetatsiynykh indeksiv na osnovi seriyi kosmichnykh znimkiv IRS-1D LISS-III dlya vyznachennya stanu posiviv silskohospodarskykh kul'tur [Application of vegetation indexes derived from satellite images IRS-1D LISS-III for determination of crop status]. Kosmichna nauka i tekhnolohiya, 17 (5), 58-63.
5. Slobodyanyk, M.P. (2014). Prohnozuvannya vrozhaynosti sil's'kohospodars'kykh kul'tur za materialamy DZZ ta vehetatsiynymy indeksamy [Forecasting crop yields based on RS and vegetation index]. Visnyk heodeziyi ta kartohrafiyi, 6, 16-20.
6. Conrad C., Fritsch S., Rocker G., Dech S. (2010) Per-field irrigated crop classification in arid central Asia using SPOT and ASTER data. Remote Sens, 2, 1035-1056.
7. Kokhan S. (2010) Application of multi-spectral remotely sensed imagery in agriculture / ISPRS technical commission VII. Thematic

- processing, modeling and analysis of remote sensed data. – Vienna University of Technology, 337-341.
8. Turker M., Arican M. (2005) Sequential masking classification of multi-temporal Landsat ETM+ images for field crop mapping in Karacebey / M. Turker, // Turkey Int. J. Remote Sens, 26, 3813-3830.
 9. Moskalenko A. (2016) Bee forage mapping based on multispectral images Landsat 8 – Zemleustriy, kadastr i monitorynh, 4, 34-40.
 10. Andriyenko A. (2013) Yak virno vybraty stroky sivby sonyashnyku [How to choose right sowing sunflower]. Ahronom, 1, 358-361.
 11. Hryshchenko R., Lyubchych O (2012) Produktivnist' sortiv hrechky za riznykh sortiv i sposobiv sivby [Productivity buckwheat varieties in different varieties and planting methods]. Mizhvidomchyy tematychnyy naukovyy zbirnyk "Zemlerobstvo", 88-89.
 12. Tanchyk S., Tsentylo L., Babenko A. (2014) Stroky sivby ta produktyvnist' kukurudzy [Sowing corn and performance]. Propozyt-siya nova: ukrayins'kyy zhurnal z pytan' ahrobiznesu: informatsiyyny shchomisyachnyk, 2, 48-50.
 13. Kokhan, S.S., Vostokov, A.B. (2009). Dys-tantsiyne zonduvannya Zemli: teoretychni osnovy [Remote sensing: the theoretical basics]. Kyiv, 511.
 14. Verhulst, N., B. Govaerts, K.D. Sayre, J. Deckers, L.Dendooven. (2009). Using NDVI and soil quality analysis to assess influence of agronomic management on within-plot spatial variability and factors limiting production. Plant and Soil, 317: 41-59.

A. Moskalenko, I. Domina**IDENTIFICATION OF THE MAIN HONEY CROPS BASED ON REMOTE SENSING DATA**

The possibilities of applying some methods of multispectral images classification for determining of the bee forage have been shown in the research. The accuracy of classification methods of remote sensing data for identification of pollen and nectars crops was compared. The optimum period use remote sensing data for identification agricultural crops of bee forage is determined.

Keywords: *bee forage, multispectral images, classification of images.*

Москаленко А.А., Деміна І.І.**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОСНОВНЫХ МЕДОНОСНЫХ КУЛЬТУР ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ**

Рассмотрены возможности применения некоторых методов классификации многоспектральных космических снимков для определения кормовой базы пчеловодства. Проведено сравнение точности методов классификации данных ДЗЗ для идентификации пыльце- и нектароносных культур. Определен оптимальный период идентификации сельскохозяйственных медоносных культур кормовой базы пчеловодства.

Ключевые слова: *кормовая база пчеловодства, многоспектральные изображения, классификация изображений.*