

УДК. 626/628:528.574

© Г.Я. Красовський, д-р техн. наук, професор;

О.Є. Толчевська, аспірант

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», м. Харків

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ РОЗОРАНОСТІ ЗЕМЕЛЬНИХ МАСИВІВ

У статті розглянуті методи визначення розораності земель за даними дистанційного зондування Землі із залученням сучасних географічних інформаційних технологій. Запропонована покровока технологія визначення коефіцієнта розораності та необхідні набори даних і формул. Визначено коефіцієнт розораності на прикладі адміністративної одиниці, за умови наявності супутникового знімку та схеми розташування земельних масивів.

Ключові слова: розораність земель, дистанційне зондування Землі, супутникові знімки.

Вступ

Згідно зі ст. 1 Земельного кодексу України, земля – це національне багатство, що перебуває під особливою охороною держави [1].

Землі сільськогосподарського призначення поділяються на 2 групи:

- сільськогосподарські угіддя (рілля, багаторічні насадження, сіножаті, пасовища та перелоги);
- несільськогосподарські угіддя (господарські шляхи і прогони, полезахисні лісові смуги та інші захисні насадження, крім тих, що віднесені до земель лісового фонду, землі під господарськими будівлями і дворами, землі під інфраструктурою оптових ринків сільськогосподарської продукції, землі тимчасової консервації тощо).

Основним критерієм, що відрізняє землі сільськогосподарського призначення від всіх інших, є те, в яких цілях вони повинні використовуватися.

Близько 70% земельного фонду України – це сільськогосподарські угіддя, більшість з яких зосереджені на родючих ґрунтах і дуже розорані.

Екстенсивне використання земель сільськогосподарського призначення викликало зниження їх продуктивності, а також посилило залежність сільського господарства від погодних умов. До основних проблем родючості ґрунтів в Україні відносяться [2]: високий ступінь розораності земель; розвиток ерозійних процесів; агрохімічна деградація і т.д.

Причиною, через яку родючі ґрунти втрачають свою продуктивність, є максимальне залучення сільськогосподарських земель в інтенсивну обробку. Як зазначено в [3], середній відсоток розораності земель України в даний час складає 53,8%. Для порівняння, в США цей

показник становить 27%, Франції – 42%, Німеччині – 33% [4]. Цей показник є одним з найвищих у світі. У деяких областях України середній показник розораності земель перевищує позначку 80%.

Загалом сільське господарство продемонструвало негативну динаміку у 2012 р. Протягом січня-червня галузь мала стабільні позитивні показники, проте вже з липня становище погіршилося. Загалом за 2012 р. обсяги виробництва скоротилися на 4,5%. За підсумками 2012 р. було зібрано на 18,4% менше зернових і зернобобових культур [3].

Проблеми збереження родючості сільськогосподарських земель ще більше загострилися після проведення розпаювання земель колишніх колективних сільгоспідприємств.

У зв'язку з цим у 2009 р. Верховною Радою України був прийнятий закон № 2290-VI «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо збереження родючості ґрунтів» від 04.06.2009 року № 1443-V, який набрав чинності з 1 червня 2010 року. Зокрема, зміни були внесені до Кодексу України про адміністративні правопорушення, до Земельного кодексу України, а також до законів України «Про землеустрій» та «Про охорону землі» [1].

Так, після внесення змін стаття 22 Земельного кодексу України говорить, що «земельні ділянки сільськогосподарського призначення для ведення товарного сільськогосподарського виробництва використовуються відповідно до розроблених та затверджених в установленому порядку проектів землеустрою, що забезпечують еколого-економічне обґрунтування сівозмін і передбачають заходи з охорони земель». На період до 1 січня 2015 року зазначені вимоги поширюються на власників землі та землекористувачів, які обробляють земельні ділянки для ведення товарного сільськогосподарського виробництва загальною площею понад 100 гектарів.

Ефективний контроль за виконанням вимог проектів землеустрою можуть забезпечити сучасні інформаційні технології, основані на тематичній обробці космічних знімків із залученням інструментарію геоінформаційних систем (ГІС).

1. Методи дистанційного зондування Землі для визначення розораних земель

Методи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) широко використовуються в агропромисловому комплексі багатьох країн світу (США, Канада, країни Євросоюзу, Індія, Японія та ін.) До найбільш відомих прикладів діючих систем сільськогосподарського моніторингу можна віднести проект MARS (The Monitoring of Agriculture with Remote Sensing; розробка Об'єднаного дослідницького центру Єврокомісії з моніторингу сільськогосподарських земель), який дозволяє визначати площі посівів і врожайність сільськогосподарських культур, починаючи з рівня держав і регіонів і аж до окремих ферм. Результати розрахунків використовуються для податкового контролю за виробниками продукції, вироблення гнучкої системи цін і квот, планування експортно-імпорتنих операцій та інших заходів. Аналогічна система використовується Мінсільгоспом США.

Управління сільськогосподарським виробництвом на різних рівнях вимагає наявності інформації, яка є об'єктивною і регулярно оновлюється. Для адресних інвестицій в агропромисловий комплекс необхідне проведення моніторингу сільгоспугідь (куди входить

і визначення розораних земель). Саме в цій області, за існуючої в країні традиційної системи отримання даних про стан сільськогосподарських земель, виникають практично непереборні (без застосування технологій ДЗЗ) складності.

Для проведення обліку, інвентаризації та класифікації сільгоспугідь необхідно наявність спеціальних великомасштабних сільськогосподарських планів і карт. У СРСР великомасштабна сільськогосподарська (або земельна) зйомка ніколи системно у загальнодержавному масштабі не проводилася. Наявні різномірні плани і карти сільгоспугідь по районах і господарствах безнадійно застаріли, оскільки створювалися в радянські часи. Крім того, вони часто примітивні за змістом (показані тільки кордони угідь), не мають єдиної координатної прив'язки, топографічна основа їх спотворена (через існуючі в ті часи інструкції з дотримання секретності). Процеси перебудови, що відбувалися в країні на початку 1990-х рр., суттєво торкнулися аграрного сектора. Багато земель були виведені з обороту і кинуті. За минулі з тих пір роки частина цих земель прийшла, практично, в непридатність з точки зору можливості сільськогосподарського використання (наприклад, заросла лісом). Ці явища ніякого відображення на старих планах і картах не мають, тому, користуючись ними, практично неможливо підрахувати площі потенційних сільгоспугідь [5].

З вищесказаного випливає, що найважливішим завданням, яке необхідно, в першу чергу, вирішувати за допомогою даних ДЗЗ в сільському господарстві є інвентаризація сільгоспугідь і створення спеціальних тематичних карт. Сільгоспугіддя, кинуті, розорані, засмічені землі, які поступово заростають, добре дешифруються за текстурою зображення.

1.2 Необхідні дані і методи визначення коефіцієнта розораності за допомогою даних ДЗЗ

Типовими завданнями в галузі моніторингу сільськогосподарських земель є [4]:

- забезпечення поточного контролю за станом посівів сільськогосподарських культур;
- визначення розораних земель;
- раннє прогнозування врожайності сільськогосподарських культур;
- моніторинг темпів збирання врожаю одночасно по територіях великих регіонів;
- визначення ємності пасовищ різних типів і продуктивності сінокосів;
- та ін.

Отже, одне з важливих завдань космічного моніторингу сільськогосподарських земель полягає у визначенні трендів коефіцієнта розораності земельних ресурсів на рівні суб'єктів адміністративного устрою держави. Коефіцієнт розораності (питома вага ріллі в загальній площі землекористування) – структурний показник економічної ефективності використання землі. В загальному випадку задача визначення коефіцієнта розораності земель зводиться до обчислень за наступною формулою [4]:

$$Kp = S_{\pi} / S_{cy} * 100\%, \quad (1.1)$$

де S_{π} – площа ріллі;

S_{cy} – загальна площа сільськогосподарських угідь.

Моніторинг розораності земель забезпечується обробкою систематичних повторних космічних знімків відповідної території, по яких можна відслідковувати динаміку розвитку сільськогосподарських культур і прогнозувати врожайність. По відмінностях в спектральних яскравостях рослинності протягом вегетаційного періоду, які визначаються по індексу NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) (рис. 1.1), можна визначати агротехнічний стан полів та ін. Індекс NDVI визначається за формулою:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}, \quad (1.2)$$

де NIR – відображення в ближній інфрачервоній області спектра;
RED – відображення в червоній області спектра.

Відповідно до цієї формули, щільність рослинності (NDVI) у певній точці зображення дорівнює різниці інтенсивності відбитого світла в червоному і інфрачервоному діапазоні, поділений на суму їх інтенсивностей.



Рис. 1.1 – Приклад застосування індексу NDVI для визначення сільськогосподарських земель у Дергачівському районі Харківської області (RapidEye; 10.06.2009; 50°04'и 35°57')

NDVI може бути розрахований на основі будь-яких знімків високого, середнього або низького дозволу, які мають спектральні канали в червоному (0,55–0,75 мкм) і інфрачервоному діапазоні (0,75–1,0 мкм). Алгоритм розрахунку NDVI вбудований практично в усі найпоширеніші пакети програмного забезпечення, пов'язані з обробкою даних дистанційного зондування (Arc View Image Analysis, ERDAS Imagine, ENVI, ГІС "Карта» тощо) [5]. В таблиці 1.1 показані можливі комбінації каналів камер різних супутників, які використовуються для розрахунку NDVI.

Для відображення індексу NDVI використовується стандартизована безперервна градієнтна або дискретна шкала (рис. 1.2), що показує значення в діапазоні від -1 .. 1 у процентах або в так званій шкалі масштабування в діапазоні від 0 до 255, або в діапазоні 0 .. 200 (-100 .. 100), що більш зручно, так як кожна одиниця відповідає 1% зміни показника [5].

Таблиця 1.1 – Комбінації каналів камер супутників, що використовуються для розрахунку NDVI

MSS Landsat(4,5)	5 (0.6–0.7 мкм), 6 (0.7–0.8 мкм) або 7 (0.8–1.1 мкм)
TM Landsat(4,5)	3 (0.63–0.69 мкм), 4 (0.76–0.90 мкм)
ETM+ Landsat7	3 (0.63–0.69 мкм), 4 (0.75–0.90 мкм)
AVHRR NOAA	1 (0.58–0.68 мкм), 2 (0.72–1.0 мкм)
MODIS Terra(Aqua)	1 (0.62–0.67 мкм), 2 (0.841–0.876 мкм)
ASTER Terra	2 (0.63–0.69 мкм), 3 (0.76–0.86 мкм)

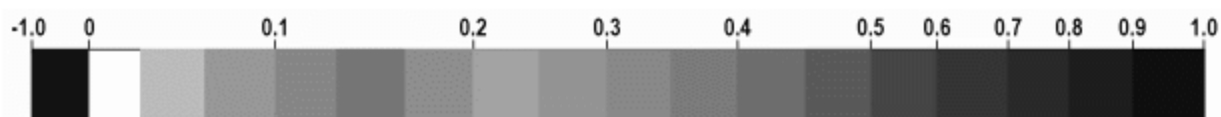


Рис.1.2 – Дискретна шкала NDVI

Завдяки особливості відображення в NIR-RED областях спектра, природні об'єкти, не пов'язані з рослинністю, мають фіксоване значення NDVI, що дозволяє використовувати цей параметр для їх ідентифікації (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Фіксоване значення NDVI

Тип об'єкта	Відображення в червоній області спектра	Відображення в інфрачервоній області спектра	Значення NDVI
Густа рослинність	0.1	0.5	0.7
Розріджена рослинність	0.1	0.3	0.5
Відкритий ґрунт	0.25	0.3	0.025
Хмари	0.25	0.25	0
Сніг и лід	0.375	0.35	-0.05
Вода	0.02	0.01	-0.25
Штучні матеріали (бетон, асфальт)	0.3	0.1	-0.5

Крім використання вегетаційного індексу, можна залучати метод контрольованої класифікації [6], в якому використовується інформація про первинні характеристики об'єктів, які досліджуються. На основі цієї інформації формуються діапазони значень пікселів, які відносяться до того чи іншого класу. Всі зображення попіксельно порівнюються зі значеннями, що належать до класів, і певний піксель відноситься до відповідного класу. На рис. 1.3 наведено приклад обробки знімка за допомогою контрольованої класифікації. Далі можна говорити про те, що для визначення коефіцієнта розораності земельних ресурсів на обласному рівні необхідна, в першу чергу, наявність даних дистанційного зондування Землі з дозволом не менше ніж 15–30 м.

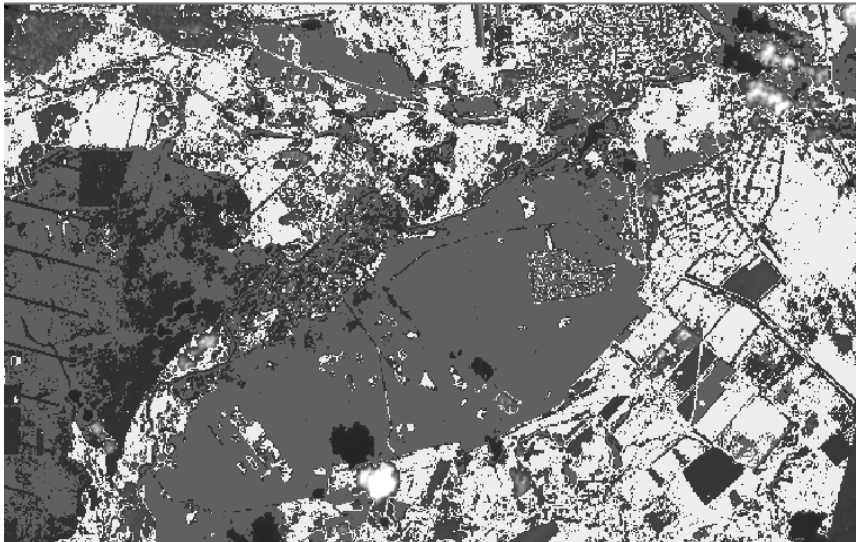


Рис. 1.3 – Приклад застосування контрольованої класифікації для дешифрування різних типів земель (Україна, Чугуївський район; Landsat ETM+; травень 2007 р., 49°45', 36°36')

Точність ідентифікації меж розораних земельних масивів суттєво зростає при використанні, як мінімум, трьох космічних знімків отриманих;

1. в період посіву (квітень-травень);
2. в активний період вегетації (липень-початок серпня);
3. під час збирання врожаю (кінець серпня-вересень).

До всіх цих знімків застосовується один з розглянутих методів дешифрування. Розпізнавання може проводитися у спеціалізованих програмних продуктах, таких як ENVI, ERDAS Imagine, ГІС «Карта» та ін. При цьому, можна ідентифікувати земельні масиви, які розорювалися протягом усього періоду дозрівання культур, і ті ділянки, які хоча б один раз були розораними.

Також необхідно враховувати наявність багаторічних трав на полях. Землі, на яких вони зростають, можуть бути не розораними протягом трьох років. Тому, для того щоб наблизитися до максимальної достовірності, необхідно проводити аналіз знімків заданої території за кілька років (наприклад, за три–чотири роки). Для цього необхідне використання архівних космічних знімків середнього або високого дозволу. Слід відзначити, що результати моніторингу земель стають набагато об'єктивнішими і точнішими, коли вони поєднуються з актуальними і досить точними картами сільгоспугідь. Самі ж по собі завдання моніторингу вирішуються на цьому фоні ефективніше і з істотно меншими витратами, так як немає необхідності використовувати польові дані для визначення меж полів і набагато легше виконується виділення еталонних ділянок.

Якщо немає актуальних карт на конкретну територію, то за результатами класифікації проводиться векторизація. Потім з отриманих результатів визначається загальна площа сільськогосподарських земель (S_{cy}) і площа розораних земель ($S_{п}$). За формулою (1.1) визначається коефіцієнт розораності. Для реалізації алгоритму визначення земель сільськогосподарського призначення по знімку розроблений спеціальний програмний модуль для ГІС «Карта 2011», призначений для обробки багатоспектральних знімків.

2. Покрокова технологія визначення коефіцієнта розораності методом контрольованої класифікації

У цьому розділі запропонована покрокова технологія, яка розроблена авторами на основі методу контрольованої класифікації [5] на базі програмного продукту ГІС «Карта 2011».

Крок 1. Завантаження вихідних даних

Отримання та завантаження знімків конкретної території у вказані періоди.

Крок 2. Аналіз знімків для визначення складу земель

Аналіз, як мінімум, трьох знімків однієї і тієї ж території, зроблених у різні періоди розвитку сільськогосподарських культур. Це необхідно для відділення орних земель від всіх інших земель сільськогосподарського та несільськогосподарського призначення. Ті ділянки, які хоча б один раз були розораними, відносяться до ріллі. Аналіз може бути як візуальний (при високому дозволі знімка), так і проводитися з використанням індексу NDVI. Цей крок актуальний, тільки якщо немає карти полів або плану посівів.

Крок 3. Виділення контрольних ділянок

Виходячи з проведеного аналізу знімків, далі необхідно виділити (нанести на карту) контрольні ділянки (ріллі, багаторічні насадження, сіножаті). Ці ділянки будуть використовуватися надалі для порівняння характеристик яскравості знімка.

Крок 4. Визначення статистичних даних

Наступним етапом є побудова статистики ділянки для аналізованих об'єктів. У даному діалозі результати аналізу відображаються у вигляді графіків максимально і мінімально можливих значень яскравості пікселя в кожному каналі, так само середні значення по кожному каналу і розкид значень. Крім того, можна розраховувати моду і медіану для кожного каналу. По осі x відображаються канали супутника, а по осі y – значення яскравості пікселя (рис.2.1).

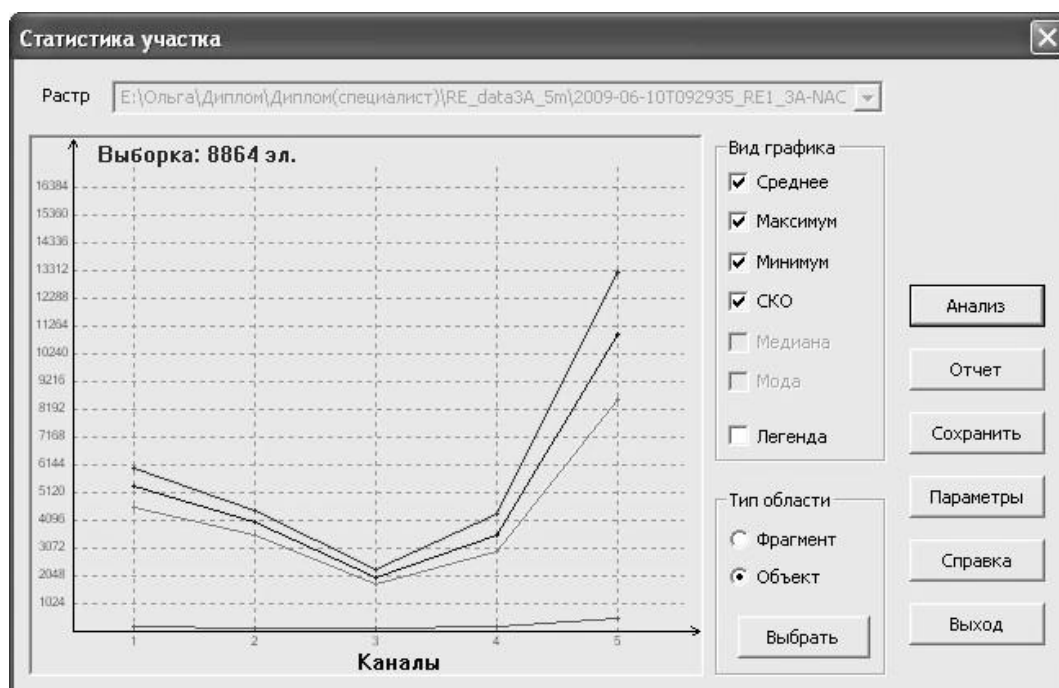


Рис. 2.1 – Побудова статистики ділянки

Крок 5. Побудова гістограми розподілу яскравостей

Для всіх аналізованих ділянок будується гістограма розподілу яскравостей. Для її побудови необхідно вибрати на карті земельну ділянку, що цікавить (контрольну ділянку). Приклад гістограми наведено на рис. 2.2.

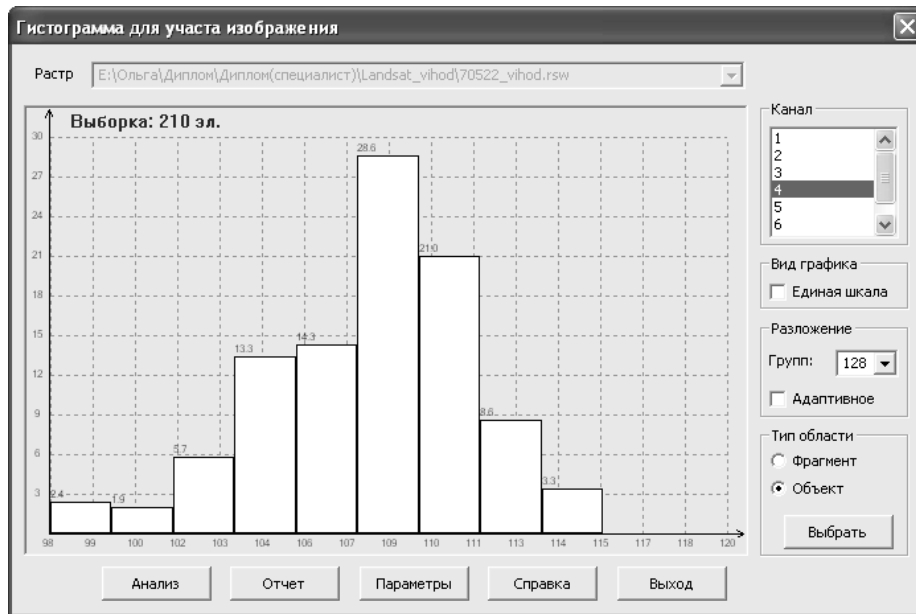


Рис. 2.2 – Гістограма розподілу яскравостей на контрольній ділянці

Крок 6. Аналіз статистичних даних і гістограми

За статистичними даними визначається, в яких каналах спостерігається найменший розкид значень яскравості пікселів. Далі, для цих каналів по гістограмі визначається діапазон значень яскравості за формулами:

$$Dip = m \pm \sigma, \tag{2.1}$$

де m – математичне очікування;
 σ – середнє квадратичне відхилення;
 Dip – діапазон яскравості.

Діапазон яскравості (Dip) включає в себе обчислення:

$$dmin = m - \sigma; \tag{2.2}$$

$$dmax = m + \sigma; \tag{2.3}$$

де $dmin$ и $dmax$ – це мінімальне і максимальне значення яскравості пікселя (рис. 2.3).

Крок 7. Створення маски класифікованих ділянок

Одним з останніх етапів є створення маски по контрольних ділянках. За допомогою цього режиму формується карта, створена із застосуванням контрольованої класифікації. На

даному кроці необхідно задати діапазони яскравості пікселів, які були визначені для контрольних ділянок. За допомогою цих діапазонів проводиться подальше виділення об'єктів знімка, як показано на рис. 2.3.

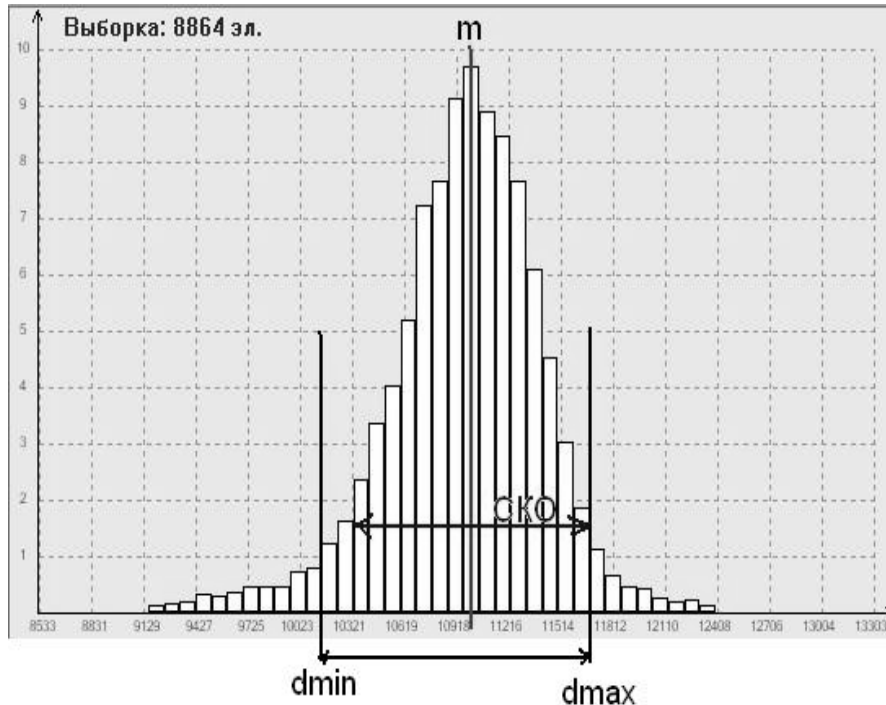


Рис. 2.3 – Параметри визначення діапазону яскравості на гістограмі

Крок 8. Векторизація сільськогосподарських угідь

Далі, якщо немає вже створеної карти полів, проводиться векторизація ріллі та інших сільськогосподарських угідь, по раніше створеній масці.

Крок 9. Обчислення площ

На даному етапі проводиться обчислення площі ріллі по створеній карті полів і площі інших сільськогосподарських угідь. Даний підрахунок здійснюється програмно, шляхом виділення конкретних об'єктів.

Крок 10. Визначення коефіцієнта розораності

Отримані на попередньому кроці площі підставляються у формулу (1.1) ($K_p = S_p / S_{cy} * 100\%$). І таким чином, виходить значення коефіцієнта розораності для конкретної області.

2.1 Визначення коефіцієнта розораності за даними ДЗЗ на прикладі Гадяцького району Полтавської області, за умови наявності додаткових матеріалів

Як зазначалося в першому розділі, для коефіцієнта розораності необхідно знати площу ріллі (SP) і загальну площу сільськогосподарських угідь (SCY).

Алгоритм визначення коефіцієнта розораності для Гадяцького району Полтавської області спрощується тим, що на задану територію є знімок IKONOS з роздільною здатністю 1 м (рис. 2.4) та карта-схема сільськогосподарських угідь даного району (рис. 2.5). Наявність

Екологічна безпека та природокористування

схеми угідь виключає необхідність порівняння декількох знімків, з метою відокремлення сільськогосподарських і несільськогосподарських угідь. Таким чином, описаний вище алгоритм зводиться до кількох кроків, а саме до кроків 1, 8, 9, 10. Таким чином, наявність додаткових матеріалів, таких як знімок і карта, значно спрощує завдання визначення коефіцієнта розораності.



Рис. 2.4 – Фрагмент знімка IKONOS на територію Гадяцького району (жовтень 2008р., 50°25' і 34°5')



Рис. 2.5 – Карта-схема сільськогосподарських угідь Гадяцького району

Після накладення схеми на знімок була проведена векторизація знімка шляхом порівняння актуального космічного знімка IKONOS (дозвіл 1 м) із застарілими схемами сільськогосподарських угідь Гадяцького району. Результат векторизації – цифрова векторна карта сільськогосподарських угідь району, включаючи сінокоси, пасовища і т.д. (рис. 2.6).

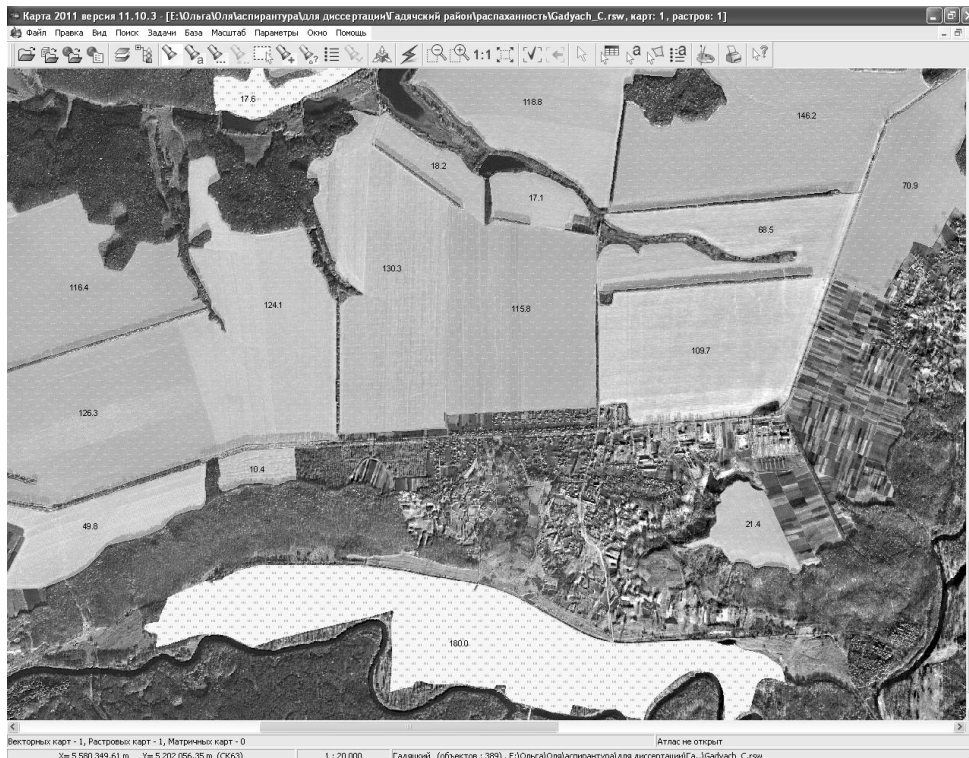


Рис. 2.6 – Векторна карта сільськогосподарських угідь

Далі по векторній карті визначається загальна площа сільськогосподарських угідь (SCY). Для цього підраховується сума площ полів, сінокосів, пасовищ, земель сторонніх землекористувачів та ін.

У результаті підрахунку $SCY = 5255,796$. Далі таким же способом визначається площа ріллі: $SP = 4428,536$

Потім у (1.1) підставляються отримані площі:

$$Kp = (4428,536 / 5255,796) * 100\% = 84,3\% \quad (2.4)$$

Як видно після підрахунку (5.6), коефіцієнт розораності сільськогосподарських угідь Гадяцького району складає 84,3%.

Висновок

Значення коефіцієнта розораності земель корелює з показниками продуктивності ґрунту, ймовірності втрат родючості. Висока розораність сприяє різним формам деградації земель. У середньому в Україні 70 % сільгоспугідь складаються з ріллі, пасовищ, фруктових

садів і т.п. Тобто, частина земель розорюється, частина – ні. В Україні розорюються до 90% сільськогосподарської землі [5]. Так, у Вінницькій, Тернопільській та Кіровоградській областях розорано 82 % сільськогосподарських угідь, а в деяких районах цей показник сягає 96% [8].

На прикладі Гадяцького району Полтавської області був розрахований коефіцієнт розораності земельних угідь, і він становить 84,3 %. Це значення є дуже високим показником розораності, що може призвести до сильної деградації земельних масивів .

На думку фахівців, оптимально для України на гектар орних земель має бути 1,6 гектара пасовищ і 3,5 гектара лісових угідь. Сьогодні відповідно 0,2 гектара пасовищ і 0,3 гектара лісів. Щоб зробити використання земель екологічно безпечним, щоб вони не втрачали свою родючість, потрібно збільшувати площу пасовищ.

Список використаної літератури

1. Земельный кодекс Украины [Текст]: офіц. текст. – К., 2001.
2. Ходаковская, О. Экстенсивное использование в Украине сельхозземель усиливает зависимость сельского хозяйства от погодных условий [Електронний ресурс] / О. Ходаковская – Режим доступу: <http://www.apk-inform.com/ru/exclusive/topic/1014400#.UUh5Hhe8Dwo> – 19.06.2013 р.
3. Щорічне Послання Президента України до Верховної Ради України – Про внутрішнє та зовнішнє становище України в 2013 році [Текст]: офіц. текст. – К., 2013.
4. Плакса, Ю.В. Регрессионный анализ уровня интенсивности использования сельскохозяйственных угодий в АР Крым [Електронний ресурс] / Ю.В. Плакса, Ю.А. Вениченко – Режим доступу: http://archive.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/knp/2012_227/knp227_68-70.pdf – 19.06.2013
5. Дубинин, М. NDVI – [теория] и практика [Електронний ресурс] / М. Дубинин. – Режим доступу: <http://gis-lab.info/qa/ndvi.html> – 19.06.2013 р.
6. Классификация с обучением используется [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://systemgps.ru/lineienie-modeli/klassifikaciya-s-obucheniem-ispolzuetsya.html> – 29.07.2013
7. Елефтериادي, Т. К вопросу о плодородных землях. В Запорожской области распаханность сельскохозяйственных угодий превышает даже средний показатель по Украине [Електронний ресурс] / Т. Елефтериادي. – Режим доступу: <http://operkor.wordpress.com/2013/03/01/к-вопросу-о-плодородных-землях-в-запор/> – 19.06.2013 р.
8. Гудзь, О.П. Земледелие [Електронний ресурс] / О.П. Гудзь – Режим доступу: http://uchebnikionline.ru/geografia/zemlerobstvo_-_gudz_vp/gruntozahisni_sivozmini.htm

Стаття надійшла до редакції 04.02.14 українською мовою

© Г.Я. Красовский, О.Е. Толчевская

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ
РАСПАХАННОСТИ ЗЕМЕЛЬНЫХ МАССИВОВ**

В статье рассмотрены методы определения распаханности земель по данным дистанционного зондирования Земли с привлечением современных географических информационных технологий. Предложена пошаговая технология определения коэффициента распаханности и необходимые наборы данных и формул. Определен коэффициент распаханности на примере административной единицы, при условии наличия спутникового снимка и схемы расположения земельных массивов.

© G.Y. Krasovskii, O.E. Tolchevska

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF DETERMINING THE COEFFICIENTS
OF PLOWING LAND TRACTS**

The article deals with methods for the determination of tilled land on Earth remote sensing data using modern geographic information technologies. We propose a turn-based technology determine the coefficient of plowing and necessary data sets and formulas. Coefficient of plowing the example of administrative unit, subject to the availability of satellite imagery and layout of land tracts.