

# Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.4:445.4

© 2014

*С.Р. Трускавецький,*

*кандидат  
біологічних наук*

*Національний  
науковий  
центр «Інститут  
грунтознавства  
та агрохімії імені  
О.Н. Соколовського»*

## **ДИСТАНЦІЙНА ІНДИКАЦІЯ ОСНОВНИХ ҐРУНТОВИХ ЧИННИКІВ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ЗЕРНОВОГО ТА ОЛІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА**

**Мета.** Дослідити можливості дистанційних методів у визначенні основних ґрунтових чинників інтенсифікації зернового та олійного виробництва. **Методи.** Лабораторно-аналітичний, камеральний, статистичний, геоінформаційний з використанням даних супутникового знімання. **Результати.** Наведено чинники інтенсифікації зернового та олійного виробництва, серед яких виокремлено агрономічно значущі, що ідентифікуються методами дистанційного зондування. Показано, які саме агрономічно значущі ґрунтові чинники якими методами дистанційного зондування визначаються. **Висновки.** Основні чинники інтенсифікації зернового та олійного господарства мають визначатися за допомогою космічного знімання для ухвалення оперативних управлінських рішень щодо проведення невідкладних цільових агротехнічних заходів.

**Ключові слова:** ґрунтовий покрив, дистанційне зондування, космічне знімання, зернове та олійне виробництво, чинники інтенсифікації.

Зернове господарство є стратегічною і найефективнішою галуззю народного господарства України. Зерно і вироблені з нього продукти завжди були ліквідними, оскільки становлять основу продовольчої бази та безпеки держави. Природно-кліматичні умови та родючі землі України сприяють вирощуванню всіх зернових культур і дають змогу отримувати високоякісне продовольче зерно в обсягах, достатніх для забезпечення внутрішніх потреб і формування експортного потенціалу. Подальший розвиток галузі потребує ґрунтовної економічної оцінки, перегляду ряду позицій щодо технічно-технологічних, організаційно-економічних і ринкових умов функ-

ціонування всього комплексу. Зі збільшенням попиту на сільськогосподарську продукцію останніми роками ухвалено нормативно-правові акти, якими визначено напрями розвитку сільського господарства та державного контролю за наповненням і функціонуванням вітчизняного ринку зерна, зокрема Закон України «Про зерно та ринок зерна в Україні» та Указ Президента України «Про невідкладні заходи щодо стимулювання виробництва та розвитку ринку зерна» (Програма «Зерно України — 2015»). У цих документах зазначено, що інтенсифікація розвитку зернового господарства та збільшення обсягів виробництва зерна досягаються завдяки підвищенню

врожайності через удосконалення системи землекористування, дотримання сівозмін, обробітку ґрунту, унесення мінеральних добрив і проведення хімічної меліорації земель, захист рослин, розвиток селекції і насінництва, підвищення якості зерна, науково-методичне забезпечення, розвиток ринку зерна. У сучасних умовах об'єктивним та оперативним джерелом інформації щодо цих чинників є поєднане використання різних засобів дистанційного зондування (ДЗ) та геоінформаційних систем (ГІС).

Застосування космічного знімання в дослідженнях ґрунтового покриву охоплює 2 основні групи завдань: одна — пов'язана з вивченням структури ґрунтового покриву та ґрунтовим картографуванням, друга — з вивченням динамічних властивостей ґрунтів, гумусності, вологості, включаючи несприятливі процеси — засолення, ерозію ґрунтів, — а також розробку основ ґрунтового космічного моніторингу.

Типи ґрунтів за допомогою космічних знімків можна дешифрувати за прямими дешифрувальними ознаками лише на розораних землях або полях зі сходами культур заввишки до 10–20 см чи на слабопокритих рослинністю (до 10–15%) території.

Значно частіше ґрунти дешифрують через опосередковані індикатори — рельєф, рослинність (природну або культурну), які відображають структуру ґрунтового покриву, якість ґрунтів та їхню родючість. При цьому на ранніх фазах розвитку рослинність не приховує, а, навпаки, підкреслює особливості структури ґрунтового покриву [1].

Основною принциповою можливістю ідентифікації деяких агрофізичних та агрохімічних показників ґрунтів, їх властивостей і режимів за допомогою дистанційних методів є тісний зв'язок між ґрунтовими показниками та індикативними параметрами, які використовують у дистанційному зондуванні (яскравість, питома ефективна поверхня розсіювання, поляризаційні відношення тощо). Завдяки цьому є можливість виражати перші показники через другі й відповідно дистанційно визначати ґрунтові показники. Про це неодноразово зазначалося в наукових роботах [2, 3, 5] лабораторії дистанційного зондування ґрунтового покриву Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» (ННЦ ІґА).

Унаслідок збільшення антропогенного впливу на ґрунти виникла потреба в оперативному контролі за динамічними властивостями

і процесами. Ґрунтові індикатори, що характеризують наявність або відсутність, розвиток або уповільнення таких процесів і властивостей, кількісно їх відображають й водночас можуть контролюватися методами дистанційного зондування. До них належать: уміст гумусу та фізичної глини, заліза, засолення, вологість, шорсткість поверхні, глибина гумусованого профілю, рівень ґрунтових вод, еродованість тощо. Зазначені показники безпосередньо впливають на рівень родючості ґрунтів, що є основним чинником інтенсифікації зернового та олійного господарства. Маючи можливість оцінити кожний з цих показників за допомогою методів дистанційного зондування, можна дати кількісну оцінку родючості для певної точки території.

**Мета досліджень** — дослідити можливість дистанційних методів у визначенні основних ґрунтових чинників інтенсифікації зернового та олійного виробництва.

**Матеріали та методика досліджень.** Науково-методичні підходи базуються на оперативних супутникових спостереженнях за станом земельних угідь, на яких вирощують зернові та олійні культури, і за станом рослинного покриву, а також на визначенні певних параметрів ґрунтів, які є агрономічно значущими.

Об'єкти досліджень — земельні угіддя, де вирощували зернові та олійні культури. Для цього обрано поля господарства «Підсереднє» Великобурлуцького р-ну Харківської обл. (рис. 1). На основі космічного знімання зроблено аналіз структури посівних площ, видів і стану рослинності, земельних угідь тощо. Як інструментарій використано архівні знімки з космічного апарата Landsat за 1992 та 2001 рр. та оглядовий знімок з Google Earth за 2009 р.

Методика досліджень полягала у візуальному та автоматичному аналізах даних космічного знімання щодо виявлення особливостей відбивної здатності певних показників і процесів, які є основними чинниками інтенсифікації зернового та олійного виробництва. У рамках одного знімка на основі спектрального аналізу (враховували різні комбінації каналів) визначали відмінності у видовому складі сільськогосподарської рослинності. Для кожного виду зернових культур у кожній фіксованій комбінації каналів визначали спектральні характеристики. У ГІС розраховано спектральні індекси, за якими здійснено оцінку стану рослинності. За різночасовими

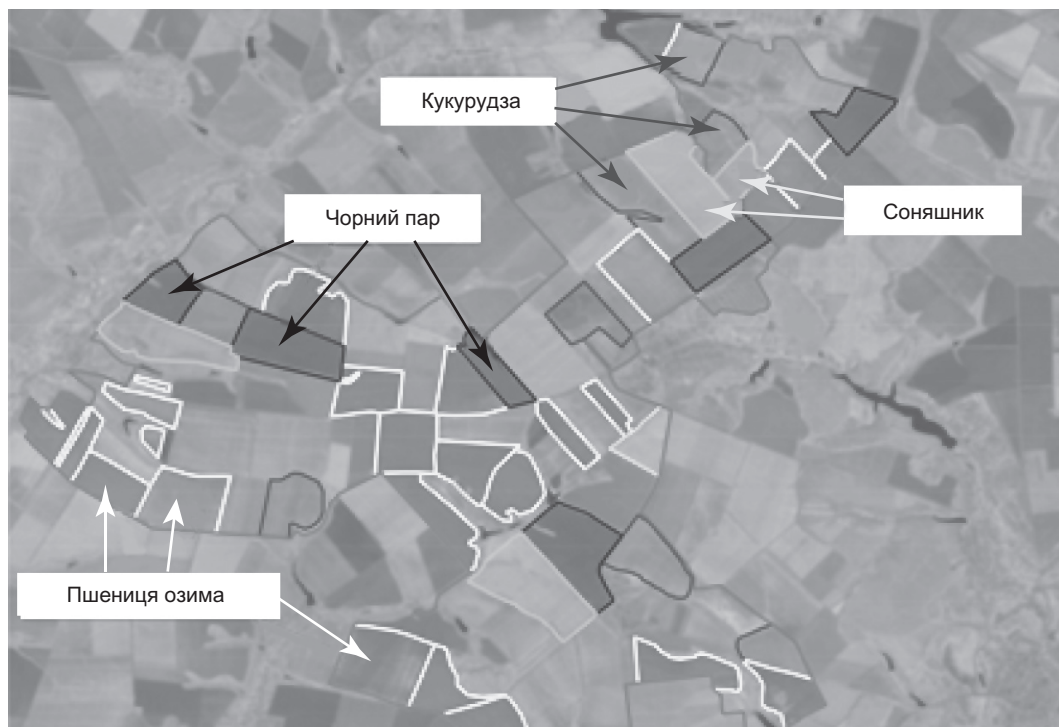


Рис. 1. Космічне знімання полів господарства, які зайнято зерновими та олійними культурами

знімками проаналізовано зміни в землекористуванні, трансформації земельних угідь.

Території полігонів представлено чорноземами типовими різного ступеня гумусності та змитості. Практично всі ґрунти різняться важкосуглинковим гранулометричним складом і ґрунтоутворювальними породами.

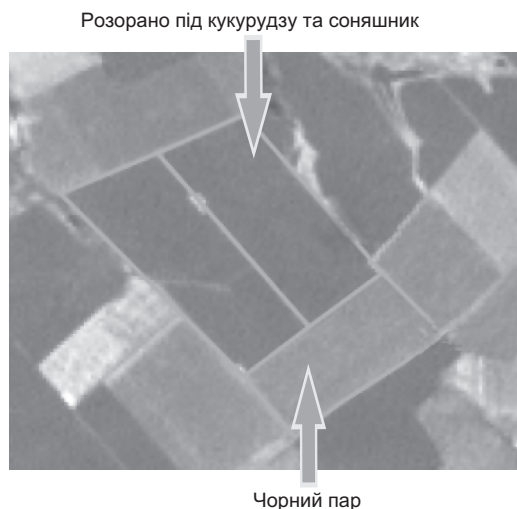
У процесі дешифрування космічних знімків та створення багатoshарової інформації про тестові полігони використовували геоінформаційні системи. Так, для географічної прив'язки, основної обробки, перетворень використовували геоінформаційні системи MapInfo, SAGA, ArcGIS і TNT-lite.

**Результати досліджень.** Показники стану поверхні ґрунту — брилистість або грудкуватість, вологість, шорсткість ґрунтової поверхні — розрізняються на космічних знімках не лише в мікрохвильовому, а й оптичному діапазонах. Території, що вирізняються більшою брилистістю, грудкуватістю, вологістю, шорсткістю поверхні, мають меншу відбивну здатність, ніж їх протилежні аналоги. Тобто яскравість на космічному зображенні таких територій, які вирізняються темнішими кольорами, є меншою. Якщо поверхня ґрунту після

оранки піддавалася культивуванню, то яскравість таких поверхонь на космічному знімку матиме вищі значення й відповідно світлі тони. Тому за інших рівних умов розорані поля на космічних знімках мають темніше забарвлення, ніж нерозорані або закультивовані (рис. 2).

Отже, за допомогою періодичного космічного знімання можна судити про агротехнічні заходи на полях. Інші агрофізичні агрономічно цінні показники, зокрема вологість ґрунту, щільність, структурний стан, уміст водотривких агрегатів, можна розрахувати за даними ДЗ у мікрохвильовому діапазоні [8–10]. Для чорноземів важкосуглинкового гранулометричного складу наведені показники визначають за таких умов: довжина хвилі має дорівнювати 8 мм, випромінювання — у вертикальній поляризації. Дані таблиці можуть свідчити про рівень окультуреності певного поля.

Якщо основою денної поверхні, що підлягає космічному зніманню, є території, не вкриті рослинністю, то з певною часткою імовірності можна за допомогою кількох діапазонів світла визначити деякі інші показни-



**Рис. 2. Фрагмент космічного знімка з розораним і нерозораним полями**

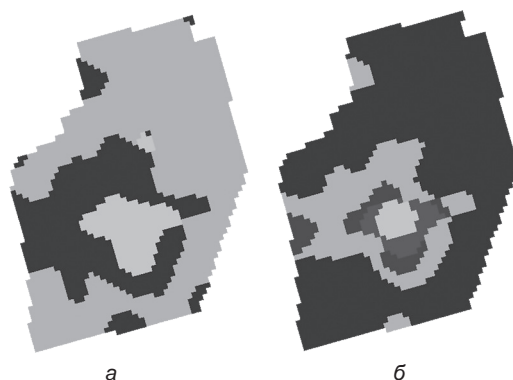
ки ґрунту, які, на нашу думку, є агрономічно значущими і контролюються методами ДЗ. Традиційно дані дистанційного зондування мають тісний взаємозв'язок з умістом гумусу, фізичної глини, а, скажімо, для ґрунтів Полісся — з умістом заліза та першої фракції гранулометричного складу (крупним піском) [6]. Для поліських ґрунтів такі регресійні рівняння мають досить високий коефіцієнт кореляції, що підтверджує щільність зв'язку для зазначених показників:

$$N=5,37+0,09 \cdot Y_1-0,05 \cdot Y_2-0,1 \cdot Y_3; \quad r=0,91;$$

$$GC_1=-45,38+1,59 \cdot Y_1-0,79 \cdot Y_2-0,25 \cdot Y_3; \quad r=0,89;$$

$$Fe=222,53+1,04 \cdot Y_1-0,16 \cdot Y_2-2,62 \cdot Y_3; \quad r=0,85,$$

де N — уміст гумусу;  $Y_1, Y_2, Y_3$  — яскравості в зеленому, червоному та ближньому інфрачервоному діапазонах знімання супутника SPOT;  $GC_1$  — уміст першої фракції гранулометричного складу; Fe — уміст загального заліза; r — коефіцієнт кореляції.



**Рис. 3. Картограми вмісту агрономічно значущих показників у зоні Полісся: а — уміст гумусу; б — уміст заліза**

На основі отриманих рівнянь в ГІС побудовано картограми вмісту окремих агрономічно значущих показників для кожного конкретного поля в зоні Полісся [7] (рис. 3).

Коли денна поверхня, яку знімають, вкрита рослинністю, то про забезпеченість агрономічно значущими параметрами в обсягах, необхідних для розвитку та стабільного стану рослин, можна судити за станом посівів.

Окрім безпосереднього визначення за допомогою космічного знімання агрономічно значущих параметрів ґрунту, для розвитку зернового та олійного виробництва потрібно оперативно вивчати різноманітні динамічні процеси, які відбуваються в ґрунті. За космічними зображеннями фіксуються поширені на території України деградаційні процеси — водна та вітрова ерозії. Важливо зазначити, що космічні знімки не лише свідчать про розвиток та інтенсивність процесів водної і вітрової ерозії ґрунтів, а й певною мірою дають змогу контролювати ефективність агротехнічних і лісомеліоративних заходів. На знімках добре ідентифікуються протидефляційні смугові посіви, що являють собою чергування вузьких смуг посівів зернових і багаторічних трав або зернових колосових і соняшнику, висока стерня яких сприяє

**Відповідність значень ДЗ рівню окультуреності ґрунту**

Рівень окультуреності	Уміст агрономічно цінних агрегатів		Рівноважна щільність будови	
	традиційний показник, %	відповідний радіолокаційний показник $\sigma_{\text{кв}}$ , дБ	традиційний показник, г/см <sup>3</sup>	відповідний радіолокаційний показник $R_4$
Високий	70–80	(–40)–(–57)	1,1–1,2	0,33–0,70
Середній	60–70	(–24)–(–40)	1,2–1,3	0,70–1,07
Низький	<60	<–24	>1,3	>1,07

затриманню снігу на полях узимку для вологозабезпечення рослин. Їх використовують для захисту від впливу вітрів. Смугове розміщення посівів, чітко відображених на знімках, утворює своєрідний сільськогосподарський ландшафт, який сприяє боротьбі з дефляцією [4].

Завдяки чіткому відображенню динамічних властивостей ґрунтів і процесів, таких, як ерозія, космічні знімки є корисним матеріалом для оцінки земель сільськогосподарського

призначення, виявлення територій, які потребують ґрунтозахисних заходів, заходів із підвищення родючості ґрунтів, запобігання розвитку кризових процесів, явищ і стихійного лиха. Наведені вище агрохімічні та агрофізичні показники ґрунтів у середовищі ГІС оперативно дешифруються за матеріалами дистанційного зондування, що істотно може впливати на інтенсифікацію розвитку зернового та олійного господарства країни.

## Висновки

*За результатами досліджень установлено можливості супутникового контролю за рядом показників та чинників, які є основою формування денної поверхні, що безпосередньо відображається на космічних знімках високої роздільної здатності. Тому базою для оперативного ухвалення управлінських рішень може бути інформація про структуру посівних площ, види землекористування, вид та стан посівів у різні періоди вегетації, отримана з космічних апаратів. Така інформація може бути корисною не лише для розрахунку потрібних площ під зернові та олійні культури, а й для організації ґрун-*

*тозахисних сівозмін, меліоративних заходів, засобів та обсягів підживлення сільськогосподарських культур.*

*Супутникові спостереження дають можливість оперативно контролювати агро-екологічний стан території і впливати на механізм впровадження інтенсифікації зернового виробництва в Україні.*

*Отже, дистанційне зондування в різних діапазонах хвиль дає можливість оперативного контролю за станом ґрунтів та родючості, зокрема зернових культур, що є впливовим чинником щодо політики ведення аграрного виробництва в Україні.*

## Бібліографія

1. Биндич Т.Ю. Використання даних космічної зйомки сільськогосподарської рослинності для картографування ґрунтового покриву/Т.Ю. Биндич//Агрохімія і ґрунтознавство. — 2008. — Вип. 68. — С. 50–56.
2. Гічка М.М. Радіолокаційне зондування агрофізичних властивостей ґрунтів/М.М. Гічка//Вісн. ХНАУ. — 2005. — № 1. — С. 65–69.
3. Гічка М.М. Сезонні особливості радіолокаційного зондування агрофізичних властивостей ґрунтів/М.М. Гічка//Агрохімія і ґрунтознавство. — Х.: ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського», 2005. — Вип. 66. — С. 59–66.
4. Заславский М.Н. Эрозия почв/ М.Н. Заславский. — М.: Мысль, 1979. — 245 с.
5. Тимченко Д.О. Картографування ерозійно небезпечних ґрунтів за допомогою космічної зйомки: метод. реком./Д.О. Тимченко, С.Р. Трускавецький, Т.Ю. Биндич, М.М. Гічка. — Х.: 13 типографія, 2005. — 44 с.
6. Трускавецький С.Р. Використання багатоспектрального космічного сканування та геоінфор-

маційних систем у дослідженні ґрунтового покриву Полісся України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук/С.Р. Трускавецький. — Х., 2006. — 23 с.

7. Трускавецький С.Р. Створення в ГІС електронних картограм деяких параметрів ґрунтів житомирського Полісся на основі космічної зйомки/С.Р. Трускавецький//Вісн. ЖНАЕУ. — Житомир, 2011. — № 1. — С. 27–35.

8. Dubois P. Measuring soil moisture with imaging radars/P. Dubois, J. Zyl, T. Engman//IEEE Trans. Geoscience and Remote Sensing. — 1995. — V. 33, № 4. — P. 915–926.

9. Kulemin G.P. Millimeter wave radar targets and clutter/G.P. Kulemin. — Boston — London: Artech House, 2003. — 327 с.

10. Shi J. Estimation of bare surface soil moisture and surface roughness parameter using L-band SAR image data/J. Shi, J. Wang, A. Hsu, P. O'Neill, E. Engman//IEEE Trans. Geoscience and Remote Sensing. — 1997. — V. 35, № 5. — P. 1254–1266.

*Надійшла 12.08.2014.*