

---

**ІННОВАЦІЇ**

---

УДК 005.591.6:[528.8:631.4]

**В. І. Зацерковний**, к.т.н. доцент,  
**В. І. Гур'єв**, к.т.н. доцент,  
**С. В. Кривоберець**, викладач**ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ  
ДЛЯ АГРО-ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ**

**Анотація.** У статті розглянутий підхід щодо необхідності застосування технологій дистанційного зондування для ефективного агроекологічного моніторингу земельних ресурсів і показані діапазони знімання, що можуть застосовуватись у його процесі.

**Ключові слова:** дистанційне зондування Землі (ДЗЗ), система державного екологічного моніторингу, діапазони ЕМС у панхроматичному і мультиспектральному зніманні.

**В. И. Зацерковный**, к.т.н., доцент,  
**В. И. Гурьев**, к.т.н., доцент,  
**С. В. Кривоберец**, преподаватель**ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ  
ДЛЯ АГРО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ**

**Аннотация.** В статье рассмотрен подход к необходимости применения технологий дистанционного зондирования для эффективного агроэкологического мониторинга земельных ресурсов и показаны диапазоны съемки, которые могут применяться в его процессе.

**Ключевые слова:** дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), система государственного экологического мониторинга, диапазоны ЕМС в панхроматическом и мультиспектральном съемке.

**V. I. Zatserkovnyi**, candidate of technical sciences, associate professor,  
**V. I. Guriev**, candidate of technical sciences, associate professor,  
**S. V. Kryvoberets**, lecturer**THE REMOTE SENSING TECHNOLOGY SUBSTANTIATION  
FOR AGRO-ECOLOGICAL MONITORING OF LAND RESOURCES**

**Abstract.** The approach to the necessity of remote sensing technology application for the effective agro-ecological monitoring of land resources is considered in the article. The ranges of survey, which may be used in its process, are shown.

**Keywords:** remote sensing (RS), the state ecological monitoring system, the ranges of electromagnetic spectrum (EMS) in panchromatic and multispectral survey.

**Актуальність теми дослідження.** З 603,7 тис. км<sup>2</sup> території України близько 80 % належить до зон підвищеного ризику виникнення надзвичайних ситуацій. За експертними оцінками, природно-ресурсний потенціал України, у структурі якого переважають земельні та мінеральні ресурси, оцінюється як один з найбільших у світі. Розумно скористатися цим потенціалом в інтересах зростання добробуту громадян, становлення та розвитку української нації є найголовнішою задачею сьогодення. Слід позбутися ілюзії щодо наших безмежних багатств, починати вчитися раціонально будувати такі стратегію і тактику життя, які забезпечать стабільний довготривалий розвиток.

Техногенне навантаження на природне середовище у 4-5 разів перевищує аналогічний показник для розвинених країн і досягло критичної межі. Практично у всіх сферах суспільної діяльності порушується природоохоронне законодавство як звичайними громадянами, так і представниками різних гілок влади.

Частка еродованих земель в Україні становить 57,4 % площі країни. Головним чинником, що зумовлює значний розвиток ерозійних процесів, є високий рівень сільськогосподарського освоєння території. Щорічне зростання площ еродованої ріллі досягає в Україні 60-80 тис. га. Близь-

---

**ІННОВАЦІЇ**

---

ко 20 % території України перебуває у незадовільному стані через перенасичення ґрунтів різними токсичними сполуками. Кожні 10 років вміст гумусу в ґрунтах України зменшується на 0,1 % і становить сьогодні не більше 3 %. Зростаючі темпи деградації ґрунтів призводять до щорічних втрат гумусу від 0,6 до 1 т/га (за розрахунками Української академії аграрних наук).

Уявлення про небезпечний стан ґрунтового покриву України через розповсюдженість процесів ерозії, втрати гумусу, інші антропогенні несприятливі перетворення ґрунту широко відомі (Медведев та ін., 1998; Тарарико, 2003). Разом з тим у країні за останні 10 років практично не впроваджується ніяких заходів, щоб стримувати деградаційні процеси. Скоріше за все негативні зміни ґрунтів в Україні недооцінюються. Натомість домінує інша думка – про невичерпні можливості й родючість українських ґрунтів. За цих умов потрібна об'єктивна неупереджена оцінка стану ґрунтів.

**Постановка проблеми.** Для вирішення проблем екологічної безпеки потрібна неупереджена система моніторингу, у якій інформація була б актуальною, адекватною, доступною і наочною з можливістю порівнювання чинників, що впливають на екологічну безпеку країни. А це можливе тільки із застосуванням методів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ). Супутникове знімання є ефективним інструментом агромоніторингу. Воно дозволяє оперативно вирішувати такі завдання, як визначення площ посівів, контроль стану озимих після зимівлі, оцінка наслідків посухи, видова класифікація сільгоспкультур, контроль сівозміни тощо. Використання різночасних знімків дозволяє більш точно виконувати класифікацію сільгоспкультур і визначати їх стан за графіками вегетації.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження пов'язані із застосуванням методів ДЗЗ для розв'язання різноманітних завдань у галузі моніторингу стану агроресурсів ризиків ведуться вже протягом трьох десятиліть. Значний вклад у розвиток напряму аналізу даних ДЗЗ внесли вчені Асмус В. В., Вудс Р., Гонсалес Р., Злобін В. К., Лупян Є. О., Лялько В. І., Орлов А. Г., Овчинников А. М., Попов М. О., Претт У., Соїфер В. А., Станкевич С. А., Matthew M. W., Adler-Golden S. M., Berk A., Felde G., Anderson G. P., Gorodetzky D., Paswaters S., Shippert M. та інші. Їх дослідження складають теоретичну основу для розв'язання поставлених завдань.

**Виділення недосліджених частин загальної проблеми.** Зростання антропогенних впливів на навколишнє природне середовище, негативні зміни його стану, приводять до необхідності удосконалювання і розвитку методів моніторингу природних об'єктів і їх складових. Серед низки актуальних проблем, які потребують щонайшвидшого вирішення для забезпечення сталого розвитку суспільства, є встановлення критичних техногенних навантажень на природне середовище, моделювання процесів взаємодії і взаємопроникнення природних і антропогенних факторів, безперервний моніторинг цих процесів і прогнозування надзвичайних ситуацій.

**Постановка завдання.** Вхідження у світовий та європейський економічний простір потребує підвищення конкурентоздатності національного аграрного виробництва, розробки та запровадження нових інформаційних агротехнологій, більш досконалих методів контролю стану агроресурсів, їх управління та прогнозування. Затримка з надходженням інформації про стан агроресурсів на різні адміністративні рівні та виробничі структури негативно впливає на своєчасність та якість прийняття управлінських рішень, а також запровадження в АПК ДЗЗ/ГІС технологій. Їх першочергова роль полягає у забезпеченні об'єктивної інформації про екологічні умови, властивості, стан та просторову структуру ландшафтів, у тім числі сільськогосподарських, або агроландшафтів. Тому важливим завданням є визначення шляхів вирішення проблеми проектування та впровадження автоматизованої системи моніторингу на основі інтеграції геоінформаційних технологій (ГІТ) і ДЗЗ які дозволяють візуалізувати і наочно подати певну територіально розподілену інформацію [1].

**Виклад основного матеріалу.** Для ефективного управління сільськогосподарським виробництвом потрібно володіти великим обсягом різноманітної оперативної та об'єктивної інформації про структуру посівних площ, стан сільськогосподарських угідь, рослинності та ґрунтів, а також очікувану врожайність. Крім того, внаслідок зміни клімату планетарного масштабу (глобальне потепління) виникла необхідність перегляду існуючого агрокліматичного районування сільськогосподарських територій та стало актуальним питання корегування технологічних карт вирощування сільгоспкультур (оптимізація їх розміщення, корегування строків сівби та режимів зрошування тощо). Об'єктивна інформація про стан культур у визначальні періоди їх росту і розвитку

---

**ІННОВАЦІЇ**

---

необхідна для оптимального управління їх продукційним процесом та забезпечення фахівців прогнозними даними.

Багато розвинених країн вже використовують космічну інформацію для господарської діяльності. У США, Франції, Англії, ФРН, а в останні роки – в Польщі, Угорщині, Чехії та Росії уже діють досить ефективні системи оперативного інформаційного забезпечення сільськогосподарського виробництва. Так, наприклад, ще 1978 р. США розгорнули програму космічного знімання FAS (Foreign Agricultural Service), яке досі виконується відділом оцінки продукції та врожаю Міністерства сільського господарства. Опрацьована ефективна структура функціонування системи прогнозу врожаю, яка забезпечує моніторинг продовольчого ринку не тільки США, а й усього світового.

Створена і функціонує європейська система агромоніторингу за допомогою космічних засобів дослідження Землі – MARS (Monitoring Agriculture by Remote Sensing). Одним з елементів цієї системи є перевірка достовірності декларацій, поданих фермерами щодо площ посівів і урожаю с/г культур. Роботи розпочалися ще 1992 р., а вже в 1996-му на основі 86 полігонів за даними космічного знімання були виконані роботи із загального моніторингу та проведено перевірку 122 тисяч декларацій. Середня тривалість періоду між отриманням знімку зі штучного супутника SPOT, як основного джерела космічної інформації, до передачі результатів замовнику (приміром, даних про урожаї фермерів) не перевищує 5 діб.

Для України характерні значна густина населення і досить висока концентрація промислового та сільськогосподарського виробництва. Тому потрібно здійснювати оперативний контроль екологічного стану екосистем, навантаження на які в деяких регіонах перевищує екологічно допустимі межі. Це ускладнюється і негативним впливом на природу наслідків аварії на Чорнобильській АЕС, а також загрозою проникнення токсикантів із системи вода – порода в підземні води, які забезпечують водопостачання 2/3 населених пунктів країни. Питання, які підлягають вирішенню, представлені на рис. 1.

Структура існуючої державної системи екологічного моніторингу представлена на рис. 2, а його рівні на рис. 3.

Методи оцінки продуктивності й моделі прогнозування врожайності, розроблені в УкрДНДПТІ «Агроресурси», базуються на наземній агрометеорологічній та агробіологічній інформації, які збирають у певні фази вегетації рослин. Надходження такої інформації забезпечує мережа агрометеостанцій Держкомгідромету, системи пунктів сигналізації та прогнозу поширення шкідників, хвороб і бур'янів, системи карантину, сортовипробувань, станцій захисту рослин.

Моніторинг ґрунтів складається з періодичних обстежень ґрунтового покриву та угідь і оновлення на їх основі карт ґрунтів та землекористування. Існуюча система збору інформації є досить громіздкою [2]. Вона не забезпечує оперативність отримання інформації (наприклад, характеристик стану ґрунтів). У виробничому режимі можливе одержання результатів спостережень лише в окремих точках на невеликій кількості ділянок метеостанцій, станцій захисту рослин тощо. Існуюча система моніторингу є неефективною і через низьку якість лабораторного обладнання і устаткування для моніторингу. Деякі з лабораторій знаходяться у критичному стані. Багато лабораторій не мають елементарного устаткування і реагентів [3].

Тобто наявна мережа наземних спостережень не може забезпечити адекватною інформацією для завдань прогнозування на великих площах різних територіально-адміністративних рівнів. Це вносить значну похибку при прогнозуванні за рахунок вирівнювання просторових неоднорідностей у розподіленні параметрів [2]. Виходячи з досвіду розвинутих країн, стало зрозумілим, що розробка і впровадження сучасних методів контролю екологічного стану агроландшафтів, систем землекористування, водних ресурсів, посівів, прогнозування врожаю та різноманітних кризових явищ піднімає сільськогосподарське виробництво на якісно новий рівень.

Оскільки інформація, що використовується для моніторингу ґрунтів має просторово-розподілений характер, то при розробці технологій введення, збереження, переробки, аналізу і візуалізації цієї важливої інформації доцільно застосовувати ГІТ і реляційні бази даних, які спроможні внести значний вклад у вдосконалення моніторингу навколишнього природного середовища (НПС) взагалі, а ґрунтів зокрема, забезпечуючи при цьому наочну основу для аналізу [4].

Автоматизована інформаційна система на основі ГІТ і ДЗЗ надасть більше можливостей і користі при проведенні робіт зі збору, обробки та аналізу інформації, ліквідує суттєві недоліки, які проявляються при наявному веденні цих робіт [1] і забезпечить отримання достовірної інформації про земельні ресурси, кризові та деградаційні явища, визначення стану посівів, прогнозуван-

**ІННОВАЦІЇ**

ня урожайності, аналізу динаміки кліматичних чинників, удосконалення агротехнологій, статистичної інформації, контролю субсидій та страхування тощо.



Рис. 1. Питання, які необхідно вирішувати для інтегральної оцінки стану сільських територій

Дистанційні і наземні методи взаємно доповнюють один одного. Наземні виміри необхідні для дешифрування, інтерпретації даних, отримуваних з космічної орбіти. Маючи інформацію з космосу, можна істотно (в 10-1 000 разів) скоротити обсяг наземних досліджень; останні виконуються тільки на обмеженій кількості тестових (ключових) ділянок, які репрезентативно відбивають усі досліджувані класи об'єктів. У процесі дешифрування аналізу даних ДЗЗ інформація, отримана на ключові ділянки, інтерполюється на усю досліджувану територію.

З урахуванням наведеного доцільно здійснювати моніторинг, що буде ґрунтуватись на інтеграції традиційних методів моніторингу і технологій ДЗЗ і ГІС. Це дозволить оперативно отримувати точну інформацію і адекватно відображати процеси і явища, що відбуваються на певній території і вирішувати цілий комплекс завдань дослідження стану і динаміки екосистем.

Автоматизована система агроекологічного моніторингу ґрунтів на базі ДЗЗ/ГІС технологій повинна дозволити виконувати наступні роботи [1]:

- аналіз, відстеження і відображення просторово-часових змін агрохімічних і екологічних параметрів елементів ґрунтів протягом останніх років, що дозволить визначити їх динаміку;
- визначення і картографічне відображення розподілу хімічних елементів за сільгоспугіддями від рівня окремих господарств до рівня району, області і країни в цілому у вигляді безперервних поверхонь, що дозволить оцінити рівень гео екологічних перетворень та краще координувати агрохімічні заходи;



**ІННОВАЦІЇ**

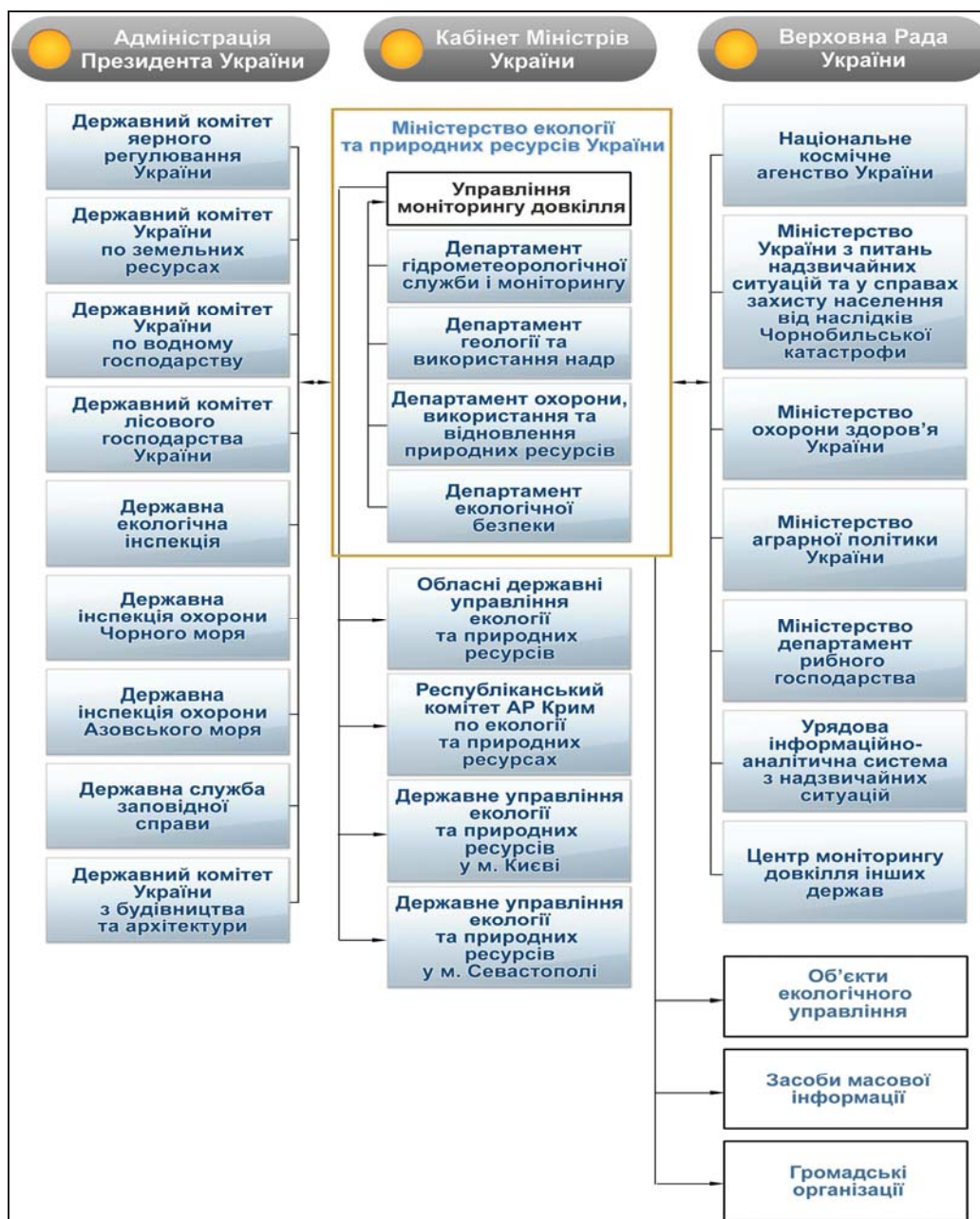


Рис. 2. Структура системи державного екологічного моніторингу

– автоматично обчислювати агроекологічний бал землі, що далі має використовуватися при проведенні якісної оцінки землі.

Дистанційне знімання може вестись в одному спектральному діапазоні, коли на зображенні фіксується одна або декілька зон спектра (наприклад, зелена і червона), або увесь видимий діапазон спектра (в цьому випадку зображення називають панхроматичним) [5]. Панхроматичні зображення займають практично весь видимий діапазон електромагнітного спектра (ЕМС) (450-900 нм) і тому є чорно-білими (рис. 4).

Здійснення моніторингу з використанням панхроматичного знімання може допомогти у визначенні змін, пов'язаних з перетворенням об'єктів, які ведуть до зміни їх інтегрального альбедо – порушення рослинного покриву (у тому числі й на болотах); заболочування земель; осушення земель; зміна берегової лінії водних об'єктів тощо.

**ІННОВАЦІЇ**

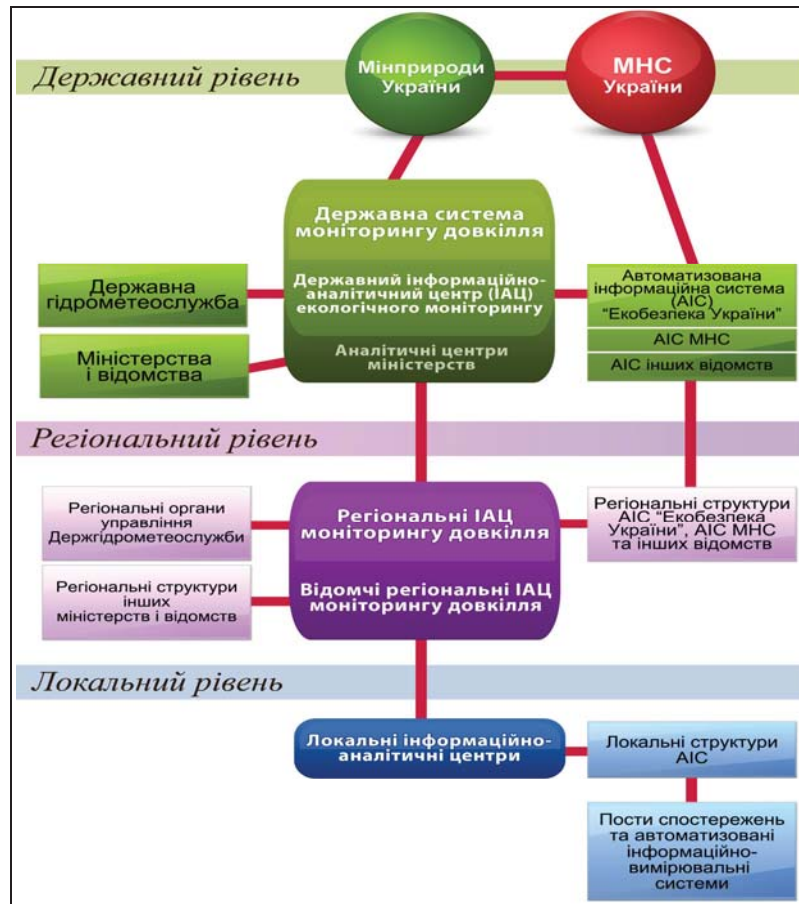


Рис. 3. Рівні державного моніторингу

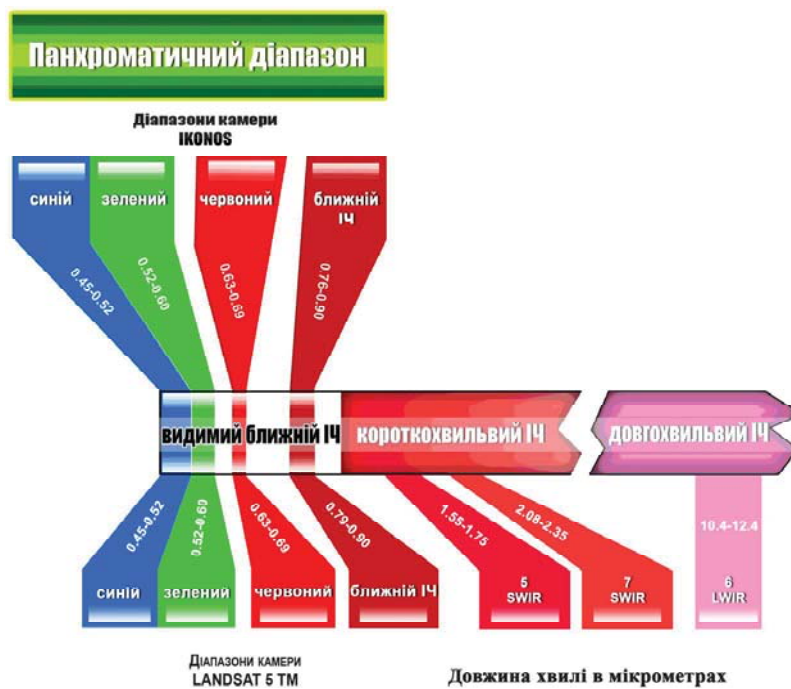


Рис. 4. Діапазони ЕМС, що застосовуються при панхроматичному зніманні

## ІННОВАЦІЇ

Моніторинг з використанням панхроматичних знімків, у силу їх великої розрізненості, є більш чутливим до величини просторових змін. Так, з використанням знімків з супутника SPOT розрізненість може досягати 10 м [6].

У той же час не всі зміни агроландшафту, що пов'язані зі зміною інтегрального альбедо, або незначних його змін можуть бути зареєстровані за панхроматичними знімками, наприклад, усихання рослинності пов'язане з істотною зміною відбивної здатності листя.

Моніторинг з використанням спектрозонального знімання дозволяє не тільки виявити факт змін, а й визначити характеристики цих змін. Наприклад, може бути визначений ступінь порушеності рослинного покриву. Оскільки більшість змін на території України пов'язана з освоєнням нових територій й експлуатацією природних ресурсів (вирубкою лісу, видобутком корисних копалин тощо), то застосування спектрального дозволяє добре виявляти зміни рослинного покриву: або його повне знищення, або істотну зміну зімкнутості [7].

Мультиспектральні (спектрозональні) зображення представляються у вигляді окремих спектральних каналів (RGB і інфрачервоні канали) або у вигляді синтезу окремих каналів для забезпечення отримання кольорового зображення. З отриманих окремих зображень у різних зонах спектра за допомогою комп'ютера і спеціального програмного забезпечення можна синтезувати велику кількість варіантів кольорового зображення, причому майже миттєво. Кожний варіант такого кольорового зображення (варіант синтезу), містить відмінну інформацію про об'єкти – на одному краще виділяються дороги і споруди, на другому – водні поверхні, на третьому – краще помітні подробиці розподілу рослинності, тобто синтез окремих каналів дозволяє вирішувати численні тематичні задачі, а також допомагає при дешифруванні знімків, наприклад [8]:

а) видимий синій (блакитний) (0,42-0,55 мкм, band 0, B0, Blue (violet)) канал (рис. 5):

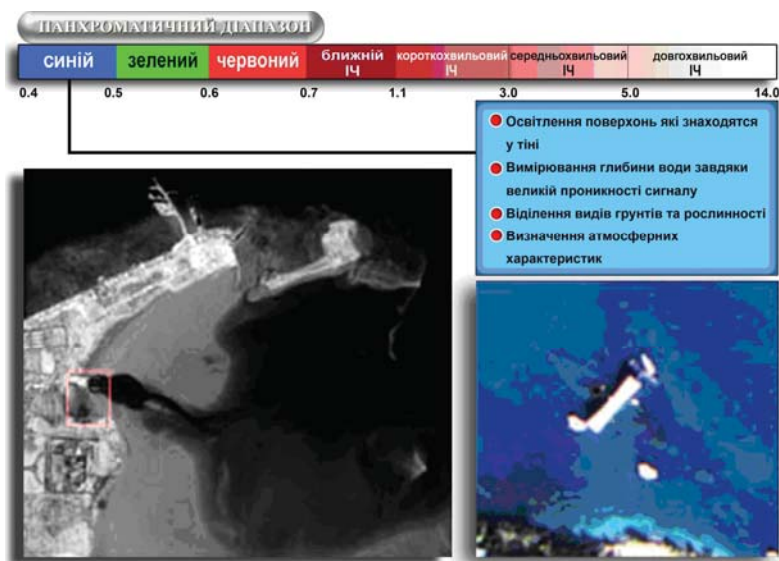


Рис. 5. Діапазони ЕМС, що застосовуються при мультиспектральному зніманні у видимий синій (блакитній) зоні (0,42-0,55 мкм)

Отримувані в цій зоні за допомогою ДЗЗ дані використовуються для океанографічних додатків і проведення атмосферних корегувань даних ДЗЗ, зокрема при обчисленні деяких індексів озеленення.

а) синій (0,45-0,55 мкм, band 1, B1)(рис. 6)

Ця спектральна зона призначена для відображення батиметрії, наносів, диференціації ґрунтів від рослинності і хвойної флори, картографування типів лісів, вияву штучних будівель. Меншою мірою придатна для оцінок вегетації і вивчення хвойних лісів. У ній цілком непогано фрагментуються структурні гірські породи (наприклад сланці, фосфати, евопорити, евопорати). По-над 70 % розсіяного випромінювання припадає саме на цю зону спектра;

**ІННОВАЦІЇ**

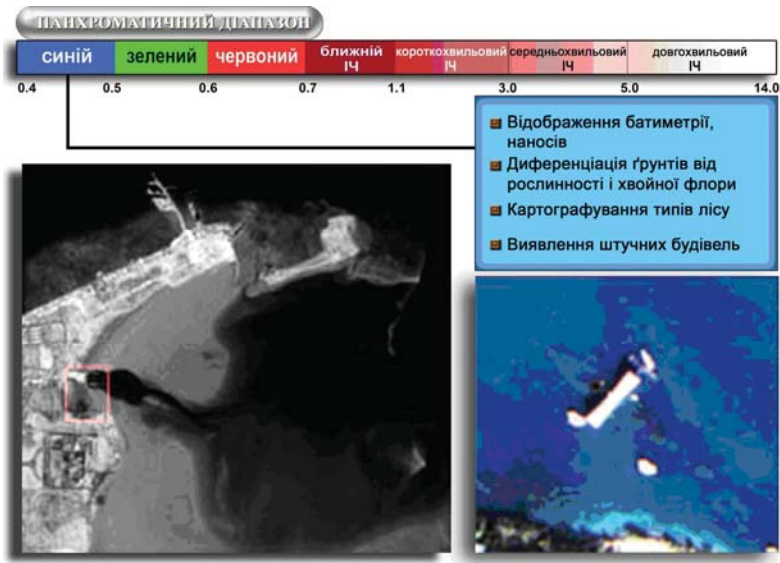


Рис. 6. Діапазони ЕМС, що застосовуються при мультиспектральному зніманні у видимій синій зоні (0,45-0,55 мкм)

б) зелений (0,52-0,60 мкм, band 2, B2)(рис. 7)

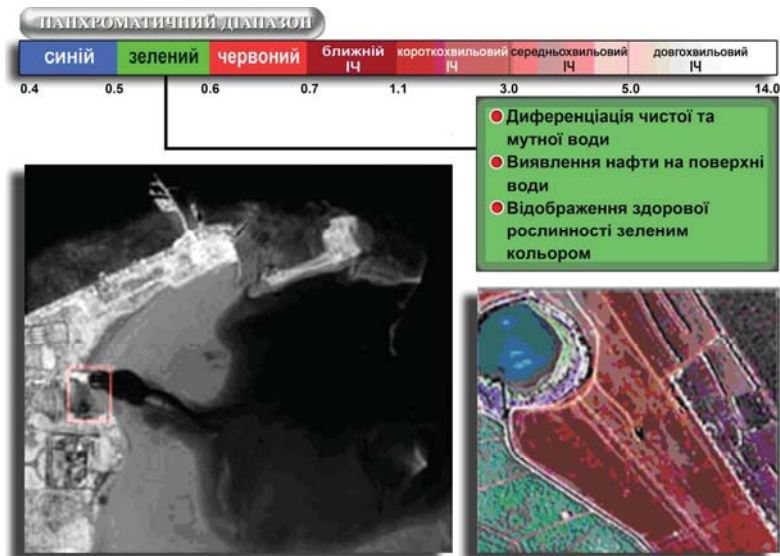


Рис. 7. Діапазони ЕМС, що застосовуються при мультиспектральному зніманні у видимій зеленій зоні (0,42-0,55 мкм)

Зона відповідає максимальному коефіцієнту відбиття зеленої (здорової) рослинності і використовується для таксації лісу. Також використовується для ідентифікації штучних об'єктів місцевості і складання карт концентрації наносів і опадів у мутних водах. Вона краще підходить для виявлення гірських порід багатих 2-х валентним (закисним) залізом порівняно з 3-х валентним;



**ІННОВАЦІЇ**

в) червоний (0,63-0,69 мкм, band 3, B3) (рис. 8):

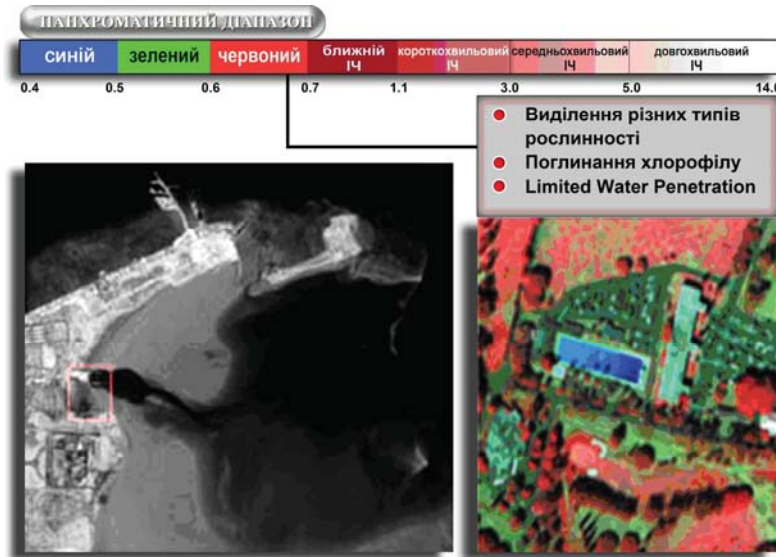


Рис. 8. Діапазони електромагнітного спектра, що застосовуються при мультиспектральному зніманні в червоній зоні (0,42-0,55 мкм)

Спектральна зона використовується для розрізнення різновидів рослин, оскільки містить смугу поглинання хлорофілу. Зсув цієї зони по спектру може застосовуватись для визначення видового складу рослин. Також використовується для визначення границь ґрунтів і геологічного оконтурювання (покладів, рудного тіла, нафтових полів), штучних об'єктів. Більш доцільно використовувати для гірських порід та ґрунтів насичених залізом, особливо 3-х валентним.

г) ближній інфрачервоний (0,76-0,90 мкм, band 4, B4, NIR) (рис. 9).

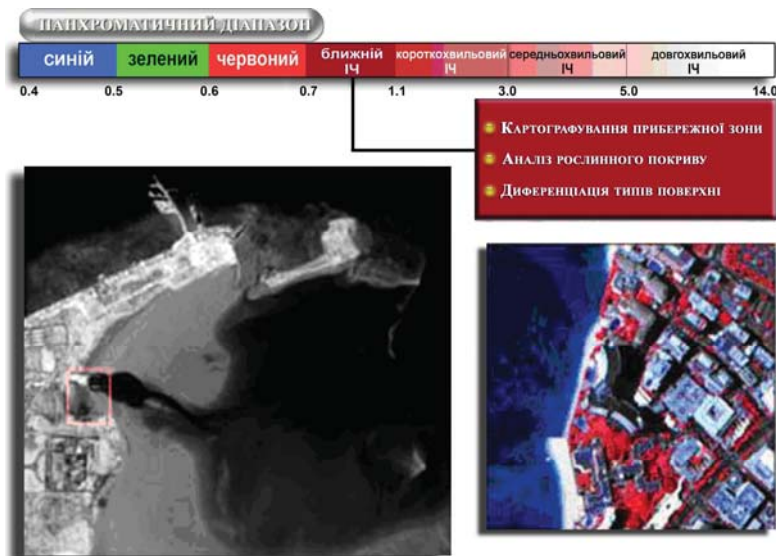


Рис. 9. Діапазони ЕМС, що застосовуються при мультиспектральному зніманні у ближній інфрачервоній зоні (0,76-0,90 мкм)

Зона є найбільш чутливою до кількості вегетаційної біомаси, представленої знятою сценою. Дуже корисна для ідентифікації сільськогосподарських ґрунтів (культур, оцінки врожайності, а також для визначення берегових ліній водних об'єктів на місцевості (по контрасту води/ґрунту). Максимум інтенсивності випромінювання хлорофілу від здорової рослинності утворюється в характеристиці «червоної границі» по різниці між сигналами в 3 і 4 зонах спектра.

**ІННОВАЦІЇ**

Рослинність, забруднена нафтопродуктами, може показати вимірюваний зсув на «червоній границі». При відсутності рослинності, співвідношення сигналів 3 діапазоні з 1 по 5 канали показує відношення вмісту в гірських породах і мінералах 2-х валентного до 3-х валентного.

д) короткохвильовий інфрачервоний (1,55-1,75 мкм, band 5, B5, Short Wave Infrared, SWIR, Middle Infrared, MIR) (рис. 10):

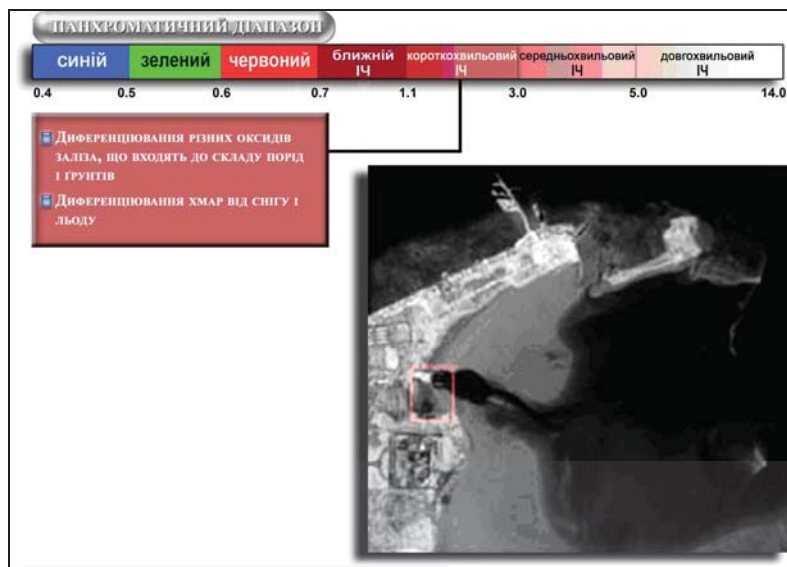


Рис. 10. Діапазони ЕМС, що застосовуються при мультиспектральному зніманні у короткохвильовій інфрачервоній зоні (1,55-1,75 мкм)

Зона чутлива до вмісту води в рослинності і ґрунтах, оцінка якої є корисною в стадії плодоношення, вивчення засухи і дослідження здоров'я рослин. Рослина або ґрунт, що містять воду, надають сигнал нижчий, ніж сухий матеріал. У даному діапазоні спектра відмінно відображуються вивітрені гірські породи, на ділянках вільних від рослинності диференціюються відповідні різні оксиди заліза, що входять до складу порід і ґрунтів.

Ця зона – одна з небагатьох, де можна диференціювати хмари від снігу і льоду (низький сигнал від снігу, інтенсивний від хмар).

е) середньохвильовий інфрачервоний (2,08-2,35 мкм, band 7, B7, MIR, Middle InfraRed) (рис. 11):

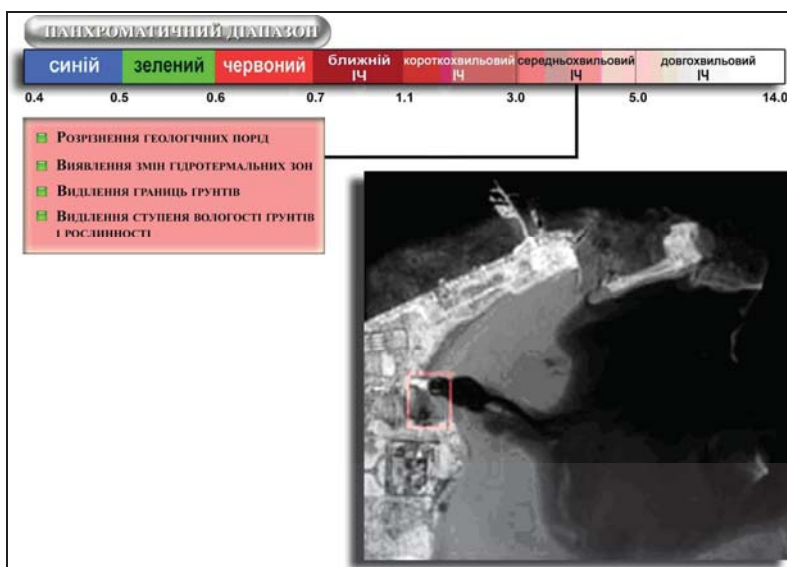


Рис. 11. Діапазони ЕМС, що застосовуються при мультиспектральному зніманні у середньохвильовій інфрачервоній зоні (1,55-1,75 мкм)

## ІННОВАЦІЇ

Зона була відібрана за наявності потенціалу розрізнення геологічних порід, вияву змін гідро-термальних зон та інших досліджень у цілях геологічної розвідки. У цій зоні матеріали багаті кремнієм, пил у повітрі і оголені ґрунти часто дають відносно високий сигнал. Зона є важливою для виділення границь ґрунтів, а також ступеня вологості ґрунтів і рослинності.

ж) довгохвильовий інфрачервоний (тепловий інфрачервоний) (10,4-12,50 мкм, band 6, B6, TIR) (рис. 12):

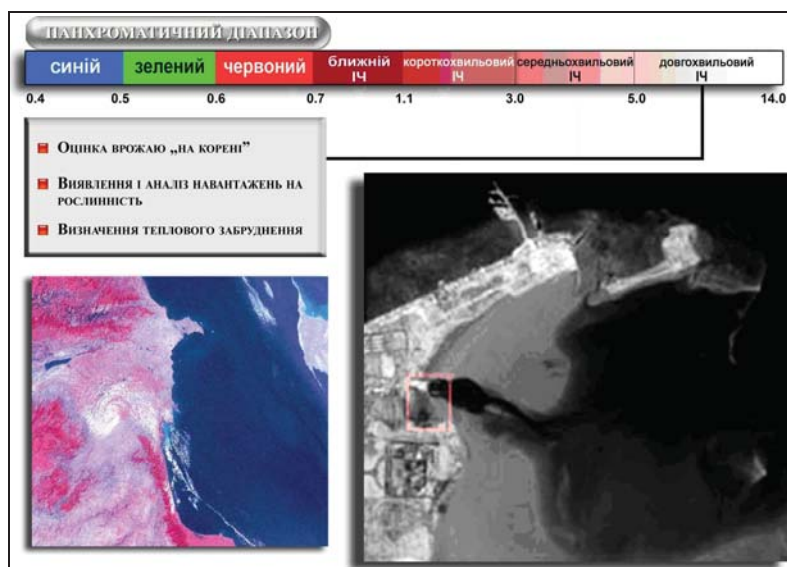


Рис. 12. Діапазони ЕМС, що застосовуються при мультиспектральному зніманні у довгохвильовій інфрачервоній зоні (1,55-1,75 мкм)

*Примітка.* Спектральні канали (зони) для оптико-електронної апаратури TM, MSS Landsat, XS Spot, AVHRR NOAA та деякі інші мають інші позначення і нумерацію. Окремі таблиці відповідності каналів наведені в [9].

Теплова інфрачервона зона використовується для визначення температури підстильної поверхні, інтенсивності теплоти об'єктів. Ця зон призначена для оцінок врожаю «на корені», виявлення і аналізу навантажень на рослинність, застосування інсектицидів та визначення теплового забруднення. Може також використовуватись для визначення геотермальної активності та відображення темних породоутворюючих мінералів з високою щільністю [5].

Незважаючи на ряд переваг, технологія багатоспектрального знімання приводить до фрагментації спектральних характеристик об'єктів, а при зменшенні апертур телескопів і розширенні діапазону робочих довжин хвиль упритул до середнього інфрачервоного діапазону призводить до зниження просторової розрізненості отримуваних зображень, що в цілому порушує безперервність надходження спектральної і просторової інформації про об'єкти. Так, для існуючих і перспективних багатоспектральних систем характерні обмежений вибір кількості робочих піддіапазонів довжин хвиль (зазвичай, не більше 10 і з пробілами), порівняно низька розрізненість отримуваних зображень (зазвичай, 10-20 м) і мала точність топогеодезичної прив'язки об'єктів (зазвичай, сотні метрів) [10].

Вищезазначені недоліки багатоспектрального знімання значною мірою можуть бути усунені при використанні гіперспектрального знімання земної поверхні за рахунок підвищення якості виявлення, розпізнавання та ідентифікації об'єктів. За оцінками експертів, до 70 % усіх завдань зондування Землі можуть бути вирішені застосуванням результатів гіперспектрального знімання.

Таким чином, можна стверджувати, що сучасні технології ДЗЗ дозволяють здійснювати детальний, оперативний і неупереджений агроекологічний моніторинг земельних ресурсів [11].

**Висновки.** Застосування ДЗЗ/ГІС технологій в агроекологічному моніторингу дозволить впровадити сучасні технології в сільське господарство (прецензійне землеробство), забезпечить

---

**ІННОВАЦІЇ**

---

прийняття оптимальних управлінських рішень, ефективне функціонування ринкових і фінансово-кредитних механізмів, підтримання міжгалузевих зв'язків та інтеграції агропромислового комплексу України у світову економічну систему.

Використання таких сучасних інформаційних технологій, як ДЗЗ і ГІС в інтересах агропромислового комплексу України є складовою частиною загального процесу інформатизації АПК та безумовно сприятиме формуванню нових рівнів аграрних технологій, сільськогосподарського менеджменту та стратегічного планування.

**Література**

1. Зацерковний В. І. Концепція створення системи агроекологічного моніторингу сільськогосподарських угідь Чернігівської області за допомогою ГІС / В. І. Зацерковний, С. В. Кривоберець, Ю. С. Сімакін // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. Збірник наукових праць Західного геодезичного тов-ва УТГК. – 2011. – Вип. 2 (22). – С. 176-181.
2. Зацерковний В. І. Використання геоінформаційних технологій в аналізі ґрунтового покриття / В. І. Зацерковний, С. В. Кривоберець, Ю. С. Сімакін // Інженерна геодезія. – 2010. – № 56. – С. 162-168.
3. Ґрунтознавство : підручник / [Д. Г. Тихоненко, М. О. Горін, М. І. Лактіонов, В. І. Канівець та ін.]; за ред. Д. Г. Тихоненка. – К. : Вища освіта, 2005. – 703 с.
4. Ямелинець Т. С. Застосування географічних інформаційних систем у ґрунтознавстві : навч. посіб. / Т. С. Ямелинець. – Л. : Львів. нац. ун-т ім. І. Франка, 2008. – 194 с.
5. Зацерковний В. І. Обґрунтування вибору знімальної системи для моніторингу агроресурсів / В. І. Зацерковний, С. В. Кривоберець // Вісник Тернопільського національного технічного університету. Науковий журнал. – 2011. – Том 16. № 2. – С. 139-149.
6. Зосімович М. В. Дистанційний екологічний моніторинг (для студентів, які навчаються за спеціальністю : «Екологія та охорона навколишнього середовища»). Методичний посібник / М. В. Зосімович. – Житомир : ЖНАУ, 2006. – 114 с.
7. Зацерковний В. І. Аналіз досвіду використання ГІС та ДЗЗ для моніторингу сільськогосподарських земель / В. І. Зацерковний, С. В. Кривоберець, В. В. Сергієнко // Новітні досягнення геодезії, геоінформатики та землевпорядкування – Європейський досвід. Збірник наукових праць. VII міжнародна науково-практична конференція. 25-27 травня 2011 р. – Чернівці : ЧДІЕУ, 2011. – Випуск 7. – С. 181-189.
8. Global Land Cover Facility. Landsat Imagery. [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.glcf.umd.edu/data/landsat/> – 2012.
9. Кривоберець С. В. Інтеграція геоінформаційних систем та ДЗЗ в моніторинг земель сільськогосподарського призначення / С. В. Кривоберець // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції студентів і аспірантів «Молода наука Волині : пріоритети та перспективи досліджень», 10-11 травня 2011 року. Том 2 – Луцьк : Волин. Нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2011. – С. 273-274.
10. James W. Quinn. Band Combinations. [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://web.pdx.edu/~emch/ip1/bandcombinations.html> – 2012.
11. Кривоберець С. В. Обґрунтування створення системи агроекологічного моніторингу сільськогосподарських земель за допомогою ГІС на основі ДДЗ / С. В. Кривоберець // Збірник статей VII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Охорона навколишнього середовища промислових регіонів як умова сталого розвитку України» 15 грудня 2011 року. – Запоріжжя : Вид-во ЗДІА, 2011. – С. 273-277.

**Bibliography**

1. Zatserkovnyi V. I. Kontseptsiia stvorennia systemy ahroekolohichnoho monitorynhu silskohospodarskykh uhid Chernihivskoi oblasti za dopomohoiu HIS / V. I. Zatserkovnyi, S. V. Kryvoberets, Yu. S. Simakin // Suchasni dosiahnennia heodezychnoi nauky ta vyrobnytstva. Zbirnyk naukovykh prats Zakhidnoho heodezychnoho tov-va UTHK. – 2011. – Vyp. 2 (22). – С. 176-181.
2. Zatserkovnyi V. I. Vykorystannia heoinformatsiinykh tekhnolohii v analizi ґruntovoho pokryvu / V. I. Zatserkovnyi, S. V. Kryvoberets, Yu. S. Simakin // Inzhenerna heodeziia. – 2010. – № 56. – С. 162-168.
3. Gruntoznavstvo : pidruchnyk / [D. H. Tykhonenko, M. O. Horin, M. I. Laktionov, V. I. Kanivets ta in.]; za red. D. H. Tykhonenka. – K. : Vyshcha osvita, 2005. – 703 s.
4. Yamelynets T. S. Zastosuvannia heohrafichnykh informatsiinykh system u gruntoznavstvi : navch. posib. / T. S. Yamelynets. – L. : Lviv. nats. un-t im. I. Franka, 2008. – 194 s.
5. Zatserkovnyi V. I. Obgruntuvannia vyboru znimalnoi systemy dlia monitorynhu ahroresursiv / V. I. Zatserkovnyi, S. V. Kryvoberets // Visnyk Ternopilskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu. Naukovyi zhurnal. – 2011. – Tom 16. № 2. – С. 139-149.
6. Zosimovych M. V. Dystantsiinyi ekolohichnyi monitorynh (dlia studentiv, yaki navchaiutsia za spetsialnistiu : «Ekolohiia ta okhorona navkolyshnioho seredovyscha»). Metodychnyi posibnyk / M. V. Zosimovych. – Zhytomyr : ZhNAU, 2006. – 114 s.
7. Zatserkovnyi V. I. Analiz dosvidu vykorystannia HIS ta DZZ dlia monitorynhu silskohospodarskykh zemel / V. I. Zatserkovnyi, S. V. Kryvoberets, V. V. Serhiienko // Novitni dosiahnennia heodezii, heoinformatyky ta zemlevporiadkuvannia – Yevropeyskyi dosvid. Zbirnyk naukovykh prats. VII mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia. 25-27 travnia 2011 r. – Chernihiv : ChDIEU, 2011. – Vypusk 7. – С. 181-189.
8. Global Land Cover Facility. Landsat Imagery. [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu : <http://www.glcf.umd.edu/data/landsat/> – 2012.
9. Kryvoberets S. V. Intehratsiia heoinformatsiinykh system ta DZZ v monitorynh zemel silskohospodarskoho pryznachennia / S. V. Kryvoberets // Materialy V Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii studentiv i aspirantiv «Moloda nauka Volyni : priorytety ta perspektyvy doslidzhen», 10-11 travnia 2011 roku. Tom 2 – Lutsk : Volyn. Nats. un-t im. Lesi Ukrainky, 2011. – С. 273-274.
10. James W. Quinn. Band Combinations. [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu : <http://web.pdx.edu/~emch/ip1/bandcombinations.html> – 2012.



---

**ІННОВАЦІЇ**

---

11. Kryvberets S. V. Obgruntuvannia stvorennia systemy ahroekolohichnoho monitorynhu silskohospodarskykh zemel za dopomohoiu HIS na osnovi DDZ / S. V. Kryvberets // Zbirnyk stattei VII Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Okhorona navkolyshnioho seredovyscha promyslovykh rehioniv yak umova staloho rozvytku Ukrainy» 15 hrudnia 2011 roku. – Zaporizhzhia : Vyd-vo ZDIA, 2011. – S. 273-277.

Надійшла 23.05.2012