

ной кори практично синхронно з аналогічними проявленнями на Тайвані та Алеутських островах. В це ж час в деяких районах аналогічні процеси фіксувалися по деформаціям та руйнуванням інженерних конструкцій.

ЛИТЕРАТУРА

1. Учитель І.Л., Ярошенко В.Н., Капочкин Б.Б. *Класифікація асейсмічних геодформаций та їх небезпека для інженерних споруджень* // *Екологія міст та рекреаційних зон*, Одеса, 2011. – С. 295-297
2. Кузьмин Ю.О., *Сучасні суперінтенсивні деформації земної поверхності в зонах платформених розломів*, // *Геологічне дослідження та використання надр: Науч.-техн. інформ. сб., АОЗТ "Геолінформ", М., 1996, Вип. №4, с.43-53.*
3. Панжін А.А. *Неперервний моніторинг смещень та деформацій земної поверхності з використанням комплексів супутникової геодезії GPS* // *Геомеханіка в гірському будівництві – 2000: Матеріали міжнародної конференції*. – Екатеринбург: ІГД УрО РАН. – С. 2000. – С.320-324.
4. Kazushige Obara *Nonvolcanic Deep Tremor Associated with Subduction in Southwest Japan* *Science* 31 May 2002: Vol. 296 no. 5573 pp. 1679-1681 DOI: 10.1126/science.1070378
5. *Геодинаміка. Основи кінематичної геодезії* / С.П. Войченко, І.Л. Учитель, В.Н. Ярошенко, Б.Б. Капочкин / – Одеса, Астропринт, 2007. – 254 с.

АНОТАЦІЯ

Наведено основні характеристики руйнівних "повільних землетрусів". Розглянуто конкретний приклад умов формування повільного землетрусу в Україні.

Ключові слова: геодформація, "повільні землетруси", асейсмічність, сейсморайонування.

ANNOTATION.

The main characteristics of the destructive "slow earthquake-making." We consider a concrete example of the formation conditions of a slow earthquake, in the Ukraine.

Keywords: geodeformatsiya, "slow earthquakes" aseismic, seismic zoning.

УДК 624.139;728.9:631.145

Г.В. Васько, Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі, Україна;

П.Д. Крельштейн, КП "Інститут земельних відносин"

ВИМОГИ ДО ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОЇ АПАРАТУРИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ПРИ СТВОРЕННІ КАДАСТРУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ

АНОТАЦІЯ

Просторові дані, якими оперує земельний кадастр, своїм змістом, структурою і точністю представлення повинні відповідати вимогам, що витікають з конкретних цілей і задач.

Ключові слова: оптико-електронна апаратура, зондування, космічна зйомка.

Широке застосування даних космічної зйомки, що почалося із запуску супутника Landsat-1 в 1972 році, відкрило нові перспективи для моніторингу стану природних ресурсів і їх використання. У результаті розвитку методів дистанційного зондування суттєво спростилися процес картографування земних і водних ресурсів, ґрунтів, лісів, сільськогосподарських посівів і міської інфраструктури, оцінки урожаю тощо. Космічні знімки використовують для ефективного прийняття рішень з допомогою географічних інформаційних систем. При цьому для дешифрування об'єктів використовують як візуальні так і кількісні автоматизовані методи аналізу знімків.

Сільське господарство - одна із найперспективніших сфер для використання даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) в цілях підвищення інтенсифікації тваринницького і особливо рослинницького виробництва. Сільськогосподарські культури дуже добре відображаються на багатоспектральних космічних знімках, вони нічим не приховані, однорядні, легко дешифруються як за просторовими — формою, текстурою, так і за спектральними характеристиками.

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 коригування технологічних карт вирощування сільгоспкультур — оптимізація їх розміщення, коригування строків сівби та режимів зрошування тощо.

У період реформування земельних відносин однією з найважливіших проблем є проблема економічного використання і відтворення природних ресурсів. Зміни економічного механізму господарювання, перехід до економіки ринкового типу і докорінна перебудова соціально-економічної структури суспільства торкаються земельних відносин, управління земельними ресурсами й організації раціонального їх використання, землевпорядкування і земельного кадастру. Сьогодні значно зростає роль державного земельного кадастру, оскільки він є інформаційною базою для ефективного управління земельними ресурсами, ведення земельної статистики, землеустрою, регулювання земельних відносин, підтримки податкової та інвестиційної політики держави, розвитку ринку землі і обґрунтування розмірів плати за землю. Це, у свою чергу, вимагає реформування існуючої системи землевпорядкування, створення нового її типу, який відповідав би сучасним умовам розвитку суспільства і земельних відносин [1]. Виконання ролі державного земельного кадастру у суспільстві залежить від достовірності і повноти його даних, оперативності їх одержання і надання споживачу, а відповідно, й від рівня підготовки фахівців.

Одержання оперативної інформації про стан земельних ресурсів. Просторові дані, якими оперує земельний кадастр, своїм змістом, структурою і точністю представлення повинні відповідати вимогам, що витікають з конкретних цілей і задач, що вирішуються земельним кадастром. Очевидно, що постановка цих цілей і задач земельного кадастру повинна регламентуватися нормативно-правовими актами регіонального рівня. Таким чином, необхідний документ, наприклад, Положення про земельний кадастр, що склав би основу для нормативно-технічної регламентації вимог до просторових даних кадастру. Тому в наш час ще не поставлена крапка в формуванні цих вимог, продовжується робота з їх вироблення.

На сучасному етапі розвитку та впровадження інформаційних технологій у різних галузях народного господарства на одне з перших місць виходять завдання оперативного одержання інформації про стан земельних ресурсів, їх якісного оброблення і аналізу з метою всебічного наукового обґрунтування прийнятих рішень у галузі планування подальшого використання земель. З огляду на усе вищенаведене треба відзначити, що для ефективного виконання поставлених завдань у сучасних умовах потрібно збирати і аналізувати значні обсяги інформації з високою періодичністю, що сьогодні можна виконати тільки з використанням інформації ДЗЗ та ГС-технологій.

Основний обсяг даних ДЗЗ отримується за допомогою оптико-електронних фотоприймачів, що реєструють відбиту сонячну радіацію - так званих приладів із зарядовим зв'язком (ПЗЗ). Ці прилади дозволяють реєструвати різні діапазони хвиль відбитої сонячної радіації як у видимій, так і в ультрафіолетовій та інфрачервоній спектральних зонах. На основі таких багатоелементних приймачів ПЗЗ створюються інфрачервоні сканувальні пристрої, які можна установлювати на різних космічних апаратах та авіаційних носіях, призначених для дистанційного знімання атмосфери, океану і поверхні суші.

З космосу здійснюється високоточне знімання для топографічного картографування, радіолокаційне знімання рельєфу і вологості поверхневого шару ґрунту. Оптико-електронні зображення та інші дані постійно передаються на наземні станції у цифровій формі. На наземних станціях виконується оброблення інформації, що надходить: здійснюється геометрична корекція (усуваються кутові перекошування крайових зон, лінійні перекошування уздовж лінії знімання тощо); радіометрична корекція (усуваються перешкоди, що виникають під час знімання, передавання і приймання даних, атмосферні перешкоди, вирівнюється освітленість); нарізка на ділянки визначеного розміру, прив'язування до системи координат тощо [2].

Цифрові аерокосмічні зображення відрізняються високою просторовою розрізненістю, що дозволяє ефективно виявляти різноманітні об'єкти спостережень, робити різні геометричні вимірювання, визначати площі сільськогосподарських угідь та їх стан, надавати прогнози та рекомендації менеджменту агрокомплексу.

Застосування даних дистанційного зондування в земельному кадастрі. Використання технологій дистанційного зондування в земельному кадастрі дозволяє:

- знизити затрати на виробництво планово-картографічних матеріалів;
- скоротити строки виконання робіт;
- створювати матеріали з більш високим ступенем достовірності інформації;
- проводити оновлення планово-картографічного матеріалу в короткі строки (в декілька днів);
- створювати матеріали з високим ступенем несення інформації.

При інвентаризації земельних угідь застосовують автоматизовану класифікацію багатоспектральних зображень. Автоматизована класифікація - процес, який перетворює багатовимірні радіометричні сигнали в пікселях цифрового зображення за категоріями (класами) для виявлення і аналізу різноманітних явищ і закономірностей. Відомо багато стандартних і спеціальних методів класифікації багатоспектральних зображень [3].

Важливою проблемою при проведенні класифікації багатоспектральних аерокосмічних знімків є забезпечення інваріантності спектральних сигнатур класів до небажаних викривлень зареєстрованих оптичних сигналів, наприклад внаслідок варіацій спектральних характеристик об'єктів, стану атмосфери, зміни умов освітленості, тощо. Тому при класифікації багатоспектральних зображень часто використовуються різноманітні нормалізовані спектрально-різницеві індекси (normalized band-difference index, NBDI), наприклад вегетаційні [4], більш стійкі до адитивних і мультиплікативних завад.

Обробка багатоспектральних аерокосмічних зображень. Для більш точної та стійкої статистичної класифікації багатоспектральних зображень пропонується застосовувати повний набір всіх можливих для даної множини спектральних каналів нормалізованих спектрально-різницевих індексів [5].

Після того, як обчислено повний набір NBDI багатоспектрального зображення, стає можливим провести його класифікацію за яким-небудь статистичним алгоритмом для виявлення тих чи інших класів.

На даний момент можливості розпізнавання об'єктів на аерокосмічних зображеннях невпинно зростають. Але в той же час висока просторова розрізненість викликає загальне збільшення варіатив-

ності при дешифруванні окремих тематичних шарів, і результируюча точність може падати. Для реалізації повного потенціалу нових аерокосмічних зображень в цілях створення карт сільськогосподарських угідь необхідно розробити і дослідити нові методи виявлення об'єктів [6].

Для зменшення негативних впливів, пов'язаних із спектральною неоднозначністю і просторовою складністю шарів багатоспектральних зображень, варто використовувати об'єктно-орієнтований підхід. Об'єктно-орієнтований підхід передбачає врахування при класифікації, окрім спектральних характеристик об'єктів, також і просторові властивості. Об'єкти класифікуються на основі різних просторово-логічних відношень їх елементів, більш близьких до властивостей людського сприйняття зображень. Зараз цей підхід вважається досить перспективним і використовується в багатьох програмних продуктах обробки аерокосмічних зображень, але виділення саме сільськогосподарських угідь в них виконується на загальних засадах, не враховуючи їхню специфіку. До сільськогосподарських угідь доцільно застосовувати таку додаткову розпізнавальну ознаку на аерокосмічних зображеннях, як прямокутна форма. Для цього запропоновано спеціальний алгоритм автоматичного картування на багатоспектральних зображеннях просторових об'єктів з кутами, близькими до прямого [7].

Для підвищення вірогідності результатів виявлення сільськогосподарських угідь за принципово різними розпізнавальними ознаками - спектральними та просторовими - може використовуватися злиття одержаних часткових імовірностей виявлення. В даній роботі для цього використовується Байєсівське злиття даних на рівні рішень. Описаний порядок виявлення сільськогосподарських угідь реалізовано єдиною методикою комплексної обробки багатоспектральних аерокосмічних зображень [8]. Загальну схему комплексної обробки на прикладі фрагмента багатоспектрального космічного знімка WorldView-2 надвисокої просторової розрізненості для виявлення сільськогосподарських угідь наведено на рис.1.

При створенні великомасштабного кадастру сільськогосподарських угідь зазвичай використовуються аерозображення, одержані за допомогою бортової оптико-електронної апаратури, що має відповідати певним технічним вимогам. Основними показниками, що визначають технічний вигляд

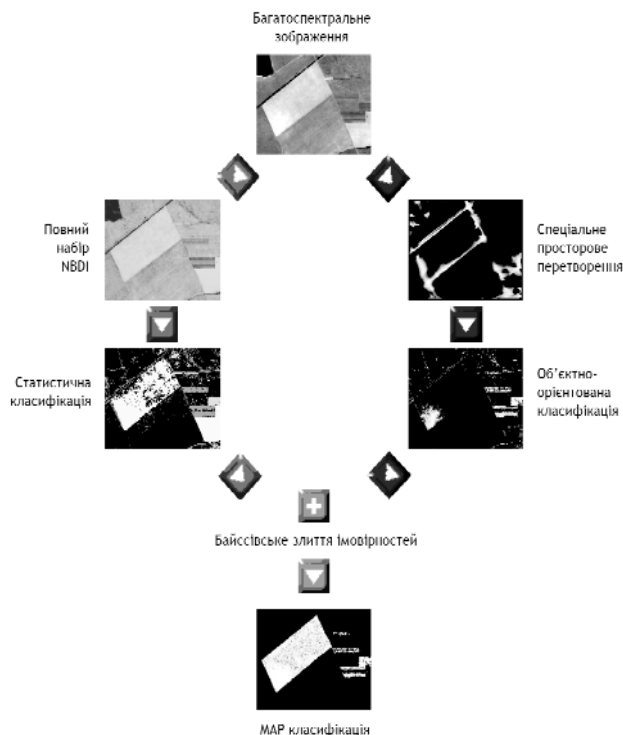


Рисунок 1. Загальна схема комплексної обробки багатоспектральних аерокосмічних зображень для виявлення сільськогосподарських угідь

та можливості оптико-електронної апаратури дистанційного знімання, є робочий спектральний діапазон (діапазони), геометрія побудови зображень та забезпечувана просторова розрізненість.

Сучасні аерофотоапарати, телевізійні системи, цифрові камери та лазерні системи працюють в одних й тих самих або близьких спектральних діапазонах – видимому та ближньому інфрачервоному, тому одержувана ними видова інформація принципово не відрізняється. Додаткових розпізнавальних ознак об'єктів спостереження в тепловому діапазоні надають авіаційні інфрачервоні системи. Також вони дозволяють проводити нічне аерознімання високої розрізненості.

Тому в сучасних бортових оптико-електронних аерознімальних комплексах зараз встановлюються як системи видимого та ближнього інфрачервоного діапазону, як правило, цифрові камери, так й середнього та дальнього інфрачервоного діапазонів – як правило, сканувальні.

Вимоги до оптико-електронної апаратури. Зараз перспективні оптичні та мікроелектронні технології вже дозволяють розробляти багатоспектральні оптико-електронні аерознімальні системи ультрафіолетового, видимого та всіх інфрачервоних діапазонів з єдиними оптичним трактом. Перева-

гою такого технічного рішення є натівне попиксельне сполучення полів зору всіх робочих діапазонів, що суттєво підвищує якість одержуваної видової інформації та оперативність її обробки. Отже з'являється можливість створення єдиної уніфікованої малогабаритної оптико-електронної аерознімальної апаратури малих висот, яка може встановлюватися на пілотовані та безпілотні авіаційні носії.

Виходячи з аналізу потреб виявлення сільськогосподарських угідь на багатоспектральних аерозображеннях та особливостей реалізації запропонованої їх комплексної обробки стає можливим визначити орієнтовні вимоги до значень основних технічних характеристик такої апаратури: спектральні діапазони – видимий та ближній інфрачервоний 0,4-1,1 мкм і дальній інфрачервоний 8-14 мкм, кількість спектральних каналів реєстрації в кожному діапазоні – не менше 3-4, кут поперечного огляду 120-140°, кутова розрізненість 0,15-0,25 мрад, еквівалентна фокусна відстань 50-75 мм, діапазон висот застосування 100-1000 м, діапазон швидкостей польоту носія – до 1000 км/год, для швидкостей більше за 250 км/год – обов'язкова компенсація зсуву зображення [9].

Важливою тенденцією розвитку авіаційного розвідувального обладнання є перехід до наскрізних цифрових технологій реєстрації, передавання, зберігання, обробки, інтерпретації, аналізу, розповсюдження і візуалізації аерозображень [3].

Висновок. Сучасні роботи із територіального планування, землеустрою, кадастру, оцінки стану агроресурсів неодмінно передбачають використання геоінформаційних систем (ГІС) та матеріалів дистанційного зондування (ДЗЗ). Перевагами використання даних дистанційного зондування для кадастрового обліку земель є:

- матеріали можуть постачатися в цифровому вигляді і придатні для безпосереднього використання в комп'ютерних системах у вигляді ортофотопланів;
- такі ортофотоплани більш інформативні ніж карти, і сучасними засобами цифрової фотограметрії створюються значно скоріше;
- ортофотоплани можуть бути використані для створення карт і тематичних планів різних масштабів;
- вартість створення ортофотопланів на основі даних аеро- та космічної зйомки відносно невелика;
- оперативна підтримка бази просторових даних в актуальному стані.

Сучасні роботи із територіального планування, землеустрою, кадастру, оцінки стану агроресурсів неодмінно передбачають використання геоінформаційних систем (ГІС) та матеріалів дистанційного зондування (ДЗЗ). Оперативність і точність даних земельного кадастру забезпечуються використанням аерокосмічних зйомок та застосуванням методів дистанційного знімання земної поверхні. Дистанційний моніторинг використання земель - систематичне спостереження за станом об'єктів, явищ, процесів для забезпечення дотримання основних положень земельного законодавства при організації і використанні земель з допомогою аналітико-вимірювального дешифрування матеріалів дистанційного зондування Землі. Результати дистанційного моніторингу використання земель направляються в органи державної влади, що здійснюють функції управління в сфері використання і охорони земель, а також в органи державної влади, що уповноважена в сфері контролю і нагляду. Виключна інформативність і висока точність багатоспектральних цифрових аерокосмічних зображень в поєднанні з універсальністю і економічністю їх аерогеодезичної та тематичної обробки забезпечили широке впровадження для створення кадастру сільськогосподарських угідь. Важливим шляхом підвищення ефективності всього процесу — від реєстрації багатоспектральних зображень до створення кадастрових документів — є розробка нових зразків бортової оптико-електронної аерознімальної апаратури підвищеної технічної та економічної ефективності згідно з викладеними вимогами.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Земельний кодекс України від 25 жовтня 2001 року // Офіційний вісник України, 2001.- № 46.- С.8.*
2. *Хлян Я.В. Застосування методів дистанційного зондування у моніторингу навколишнього середовища // Геодезія, картографія і аерофотознімання, 2009. – Вип.72. – С.22-25.*
3. *Кашкин В.Б., Сухинин А.И. Цифровая обработка аэрокосмических изображений.- Красноярск: ИПК СФУ, 2008. – 121 с.*
4. *Черепанов А.С. Спектральные свойства растительности и вегетационные индексы / А.С. Черепанов, Е.Г. Дружинина // Геоматика, 2009. – № 3. – С.28-32.*
5. *Попов М.А., Станкевич С.А., Сахацкий А.И.,*

Козлова А.А. Использование полного набора нормализованных межканальных индексов многоспектральных космических изображений при классификации покрытий ландшафта // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского, 2007. – Т.20(59). – № 1. – С.175-182.

6. *Станкевич С.А., Васько А.В. Цифровая обработка багатоспектральних аерознімків для виявлення об'єктів // Тези доповідей науково-практичної конференції "Актуальні проблеми розвитку авіаційної техніки". – К.: ДНДІА, 2010. – С.103.*

7. *Станкевич С.А., Васько А.В. Картування сільськогосподарських угідь на багатоспектральних аерокосмічних зображеннях за допомогою спеціальних просторових перетворень // Тези доповідей II міжнародної науково-практичної конференції "Математичні моделі і методи оптимізації інновацій та інформаційно-телекомунікаційно-моніторингові технології в задачах підвищення ефективності соціоекологоекономічних систем".- К.: Інститут економіки та менеджменту НАУ, 2010. – С.72-75.*

8. *Станкевич С.А., Васько А.В. Комплексна обробка багатоспектральних аерокосмічних зображень для виявлення сільськогосподарських угідь // Геодезія, картографія і аерофотознімання, 2011.- В друці.*

9. *Станкевич С.А., Васько А.В., Ковтун В.І. Технічні вимоги до уніфікованої оптико-електронної аерознімальної апаратури малих висот // Тези доповідей науково-практичної конференції "Актуальні проблеми розвитку авіаційної техніки". – К.: ДНДІА, 2011. – С.101.*

АННОТАЦИЯ

Пространственные данные, которыми оперирует земельный кадастр, своим содержанием, структурой и точностью представления, должны отвечать требованиям, которые вытекают из конкретных целей и задач.

Ключевые слова: оптико-электронная аппаратура, зондирование, космическая съемка.

ANNOTATION

Spatial data which operates the landed cadastre, must the maintenance, structure and accuracy of presentation, answer requirements which follow from concrete aims and tasks.

Keywords: optiko-electronic equipment, space filming, sounding.