

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ У МОНІТОРИНГУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

© Хлян Я.В., 2009

Приведен аналитический обзор современных методов дистанционного исследования земельных ресурсов та указаны практические возможности использования их в сельском хозяйстве. Сделаны выводы о необходимости использования космических методов дистанционного зондирования на современном этапе.

The state-of-the-art review of modern space methods of research of the landed resources is resulted, and the indicated possibilities of their practical application for the necessities of agriculture. Conclusions are done about the necessity of application of space methods of the remote sensing on a modern stage.

Постановка проблеми. Для проведення різноманітних досліджень в галузі використання земель, успішного планування і правильної організації сільськогосподарського виробництва фахівцям сільського господарства необхідно мати в розпорядженні дані про площі, зайняті під різними сільськогосподарськими культурами, та відомості про щорічні зміни цих площ. Для отримання такого роду інформації використовуються методи дистанційного зондування.

Для прогнозування урожаю необхідно протягом певного періоду проводити лазерне сканування, фотографування і спектрофотометрування місцевості, фіксуючи, за панування яких метеорологічних умов і інших природних чинників, що визначають урожай сільськогосподарських культур, був отриманий той або інший знімок і який урожай був отриманий з цих полів згодом. Порівнюючи знімки поточного сезону з знімками місцевості, отриманими у відповідний період в попередні роки за схожих погодних умов, і враховуючи наявність чинників, що знижують урожай, фахівець може скласти правильний прогноз урожаю культур конкретного поля.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Техніка дистанційного зондування забезпечує широкі можливості отримання високоякісної інформації про особливості використання земельних ресурсів у сільському господарстві [3, 4]. Аналіз даних, отриманих в результаті застосування космічних апаратів для вивчення використання сільськогосподарських земель, дозволив ученим зробити такі висновки:

- у системі класифікації земель, можуть бути успішно використані космічні методи дослідження природних ресурсів;
- близько 90 % даних, необхідних для всебічного аналізу використання сільськогосподарських земель, можна отримати за допомогою техніки дистанційного зондування;
- приблизно 2–5 % відомостей про характер землеволодіння, про призначення сільськогосподарських культур (на корм або насіння тощо) неможливо отримати на основі методів дистанційного зондування.

Проводяться роботи зі створення системи дослідження природних ресурсів Землі з космосу, у яку включені: супутники, призначені для відпрацювання методів спостереження природних ресурсів з космічних висот; система телеметричних станцій для приймання інформації, що надходить із супутників; група літаків, що роблять лазерне сканування або аерофотознімання і спектрометрування одночасно зі зніманням із супутника; наземні, зокрема й автоматичні, станції, що здійснюють збір даних по навколишньому середовищу; центри обробки, збереження і розподілу інформації, що надійшла [4].

Постановка завдання. Дослідження природного середовища Землі з космосу проводяться на основі застосування техніки дистанційного зондування, дія якої обумовлена властивістю всіх речовин випромінювати і відбивати електромагнітну енергію в різних ділянках спектра. Повітряне лазерне сканування (лазерна локація) нині є одним з найефективніших методів виконання топографічних робіт.

Виклад основного матеріалу. Використання повітряного лазерного сканера (Лідара) для знімання поверхні землі є найпередовішою і найпродуктивнішою технологією отримання високоточних просторових даних, яка дозволяє виконувати значно більші обсяги робіт в менші терміни порівняно з традиційним топографічним зніманням. Ця технологія робіт дає змогу отримати топографічні карти і плани масштабів 1:500 і дрібніших, причому без втрати якості кінцевого продукту.

Основний обсяг даних ДЗЗ отримується за допомогою електронних приладів, 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 елементів створюються електронні скануючі пристрої, які можна встановлювати на різних космічних апаратах, призначених для знімання атмосфери, океану і поверхні суші. У разі встановлення радіолокаційних систем такі супутники можуть визначати висоту і довжину хвиль, рівень водної поверхні, розливи нафтопродуктів на поверхні води. З супутників ведуться спостереження за кольором і щільністю рослинного покриву, кольором і текстурою ґрунтів, кольором води, температурою земної поверхні. З космосу здійснюється високоточне знімання для топографічного картографування, радіолокаційне знімання рельєфу і вологості поверхневого шару ґрунту. Знімають безупинно згідно з маршрутом прольоту супутника, дані постійно передають на наземні станції. На наземних станціях виконується оброблення інформації, що надходить: здійснюються геометрична корекція (усуваються кутові перекручування крайових зон, лінійні перекручування 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. Такі матеріали можна передавати замовнику протягом тижня після знімання. Багато комерційних систем можуть проводити знімання визначеної ділянки, для чого змінюється кут нахилу знімальної камери або орбіта супутника. У центрах обробки інформації накопичені великі архіви цифрових даних.

З усіх видів космічного дослідження природних ресурсів Землі найефективнішим є метод космічного фотографування. Порівняно з іншими системами спостереження фотографічне зображення відрізняється вищою здатністю, що дозволяє робити різні геометричні виміри об'єктів, що спостерігаються. Крім того, техніка космічного фотографування доволі добре розроблена. Нефотографічні методи забезпечують надходження додаткової інформації, дозволяють вести цілодобове спостереження за об'єктом.

Фотознімки є основою для різних геометричних вимірювань і стереоскопічного дешифрування, необхідного для визначення площі сільськогосподарських земель. Планові фотознімки плоских ділянок поверхні є готовою картою місцевості. За відомим масштабом фотознімка площі під сільськогосподарськими культурами можна визначити з доволі високою точністю.

Найперспективніший метод розпізнавання видів сільськогосподарських культур є використання комплексу фотографічних і нефотографічних методів дистанційного зондування. На основі методу космічної спектрофотометрувальної індикації розрізняють сільськогосподарські землі, зайняті пшеницею, вівсом, кукурудзою, соєю, конюшиною, люцерною, житом, а також розрізняють види використання земель.

Погіршення стану рослин може бути зумовлено спалахами хвороб, появою шкідливих комах, заморозками, посухою, повеннями, дефіцитом живильних речовин у ґрунті тощо. Проблема розпізнавання цих явищ не є тепер настільки невирішувальною. Здебільшого сільськогосподарські культури, оброблювані в цій зоні, страждають звичайно від одного з цих явищ. Якщо воно один раз було уже визначене і закартовано по фотознімках, то надалі розпізнавання його тут не становитиме особливих труднощів.

Важливою ланкою в організації сільськогосподарського виробництва є можливість розпізнавання районів, уражених хворобами і шкідливими комахами. За останні роки значно покращилися засоби контролювання спалахів епідемій хвороб і навали шкідників культурних рослин. Експерименти, проведені з зображеннями, отриманими в невидимій частині спектра, показали, що визначені захворювання рослин можуть бути зафіксовані датчиками дистанційного зондування, перш ніж вони будуть помічені за допомогою візуальних засобів [3].

Інформація про врожай і його прогнозування має доволі важливе значення для сільського господарства. Вона необхідна не тільки для сільськогосподарського виробництва, але і для організації обробки, збереження і реалізації його продукції. Дистанційне зондування дає змогу значно скоротити

час одержання інформації, необхідної для складання прогнозів і, крім того, підвищити їхню точність.

Постійне збільшення площі земель, підданих ерозії, завдає значної шкоди сільському господарству. Виділення на фотознімках районів, охоплених ерозією, не становить серйозних труднощів завдяки різким контрастам основних елементів яружних систем, таких, як затінений і освітлений схили, світлий тон змитих ґрунтів і темний тон ґрунтового покриву рівнин. Ділянки панування вітрової ерозії визначаються на фотознімках за формами еолового рельєфу і за зонами дії пило-піщанних бур і потоків.

Врожайність і час дозрівання сільськогосподарських культур значною мірою визначаються інтенсивністю росту рослин під час вегетаційного періоду. Оцінка інтенсивності росту сільськогосподарських культур сьогодні заснована на застосуванні методу космічного спектрофотометрування. Метод спектрофотометрування полягає у фіксації енергії, відбитої фізичними об'єктами у вузьких спектральних інтервалах. Використовуються як класичні фотоапарати, забезпечені відповідними світлофільтрами і фотоплівками (в області довжин хвиль 0,3–1,1 мкм), так і спеціальні скануючі системи. Цей метод дозволяє успішно розв'язувати задачі розпізнавання й ідентифікації різних сільськогосподарських об'єктів з використанням сучасних ГІС-технологій.

Фізичні основи цього методу полягають в тому, що пориста мезофільна тканина здорового листка, набряклого внаслідок поглинання ним вологи, що містить значну кількість повітря, є поганим відбивачем променистої енергії. Порушення водного режиму в листку спричиняє руйнування мезофільної тканини, внаслідок чого помітно збільшується коефіцієнт віддзеркалення в області 1,1–3 мкм. Ці зміни можуть відбуватися задовго до того, як вони будуть помітні у видимій частині електромагнітного спектра, коли відбуваються які-небудь зміни в кількісному і якісному змісті хлорофілу.

Цей самий принцип лежить в основі визначення ураженості сільськогосподарських рослин шкідниками. Поєднання фотографування із спектрофотометричною індикацією є оптимальною системою для виявлення і картографування ґрунтів.

Вперше метод космічного спектрофотометрування був застосований під час спостереження за природними утвореннями з космічного корабля "Союз-7"[1].

Інфрачервона космічна індикація полягає у фіксації власного теплового випромінювання природних об'єктів. При цьому звичайно виділяються дві області спектра, обумовлені вікнами прозорості атмосфери 3,5–5,5 мкм і 8–15 мкм. Остання зона інформативніша, проте відсутність достатньо чутливих приймачів приводить до зменшення роздільної здатності в цій області. Реєстрація власного теплового випромінювання проводиться спеціальними скануючими системами або інфрачервоними радіометрами. Найбільш успішно інфрачервона індикація застосовується для виявлення пожеж і дослідження різних геотермальних процесів. Інфрачервоні датчики, встановлені на супутниках, здатні фіксувати різницю поверхневих температур між окремими ділянками ґрунтів. На підставі отриманих даних можлива швидка і точна диференціація ділянок ґрунту з різною вологістю і механічним складом на великих територіях.

Поверхнева ґрунтова температура, крім того, вказує на підповерхневі ґрунтові умови. Інфрачервона реєстрація дає якісну характеристику вмісту ґрунтової води у верхньому 50-сантиметровому шарі відкритого ґрунту. Інфрачервона індикація дозволяє виявляти ґрунти з різною текстурою і структурою, а також ґрунти з різним ступенем засоленості. Порівняння теплових знімків, отриманих в різний час доби, дає змогу добре виділяти ділянки, вкриті рослинністю, і ідентифікувати ділянки сільськогосподарських рослин, уражених шкідниками.

Пасивне радіотеплове знімання реєструє природне випромінювання Землі в радіодіапазоні і здійснюється спеціальними радіометрами. Контрасти, реєстровані під час радіотеплового знімання, обумовлені різною випромінювальною здатністю нагрітих тіл у радіодіапазоні. Випромінювальна здатність залежить від складу ґрунтів, стану поверхні, температури і вологості. Застосування радіотеплового знімання в комбінації з інфрачервоною індикацією дає змогу кількісного визначення температури і вологості поверхневого шару ґрунтів.

За допомогою техніки дистанційного зондування, встановленої на штучних супутниках Землі, можна вести постійні спостереження за циркуляцією атмосферних повітряних мас, станом хмарного покриву й інших кліматичних факторів, настільки необхідних для складання надійних прогнозів погоди для сільського господарства.

Повені, урагани, пожежі, епідемії хвороб і нашествия шкідливих комах ще доволі часто завдають серйозного збитку сільському господарству багатьох країн світу. Свочасне розпізнавання і картографування стихійних лих – важлива проблема. Вирішити її можна було б за допомогою методів дистанційного зондування.

Інтереси розвитку сільського господарства, тенденції до розширення міських і рекреаційних земель спричиняють необхідність ретельного аналізу сучасного стану й особливостей розміщення земельних ресурсів, використовуваних у різних галузях народного господарства. Успішний розвиток і правильна організація сільськогосподарського виробництва неможливі без обліку характеру використання сільськогосподарських земель і їхньої продуктивності. Потреба в новітній всебічній інформації, необхідній для інвентаризації земель, сприяла застосуванню космічних методів у дослідженні сільського господарства..

Висновки. Методи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) ґрунтуються на реєстрації і подальшій інтерпретації відбитої сонячної радіації від поверхні ґрунту, рослинності, води та інших об'єктів. Винос пристроїв, що реєструють, у повітряний або навколосемний простір дозволяє одержати значно ширше охоплення території порівняно з наземними методами досліджень. Під час дистанційного зондування значний вплив на якість і застосовність одержуваних даних чинять спектральний діапазон знімання, просторова точність, радіометрична точність, просторове охоплення, оперативність і повторюваність знімання, вартість даних.

Аналіз досвіду використання методів дистанційного зондування земельних ресурсів переко-нує в тім, що ці методи в найближчому майбутньому в основному замінять традиційні способи одержання інформації про земельні ресурси

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, їхнього якісного оброблення й 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 й аналізувати значні обсяги інформації з високою періодичністю, що сьогодні можна виконати тільки з використанням комбінації методів ДДЗ та ГІС-технологій.

1. Исследование природной среды с орбитальных пилотируемых станций. – Л.: Гидрометеоиздат, 1972. 2. Космическая фотосъемка и геологические исследования / Под ред. Г.Б. Гонина и С.И. Стрельникова. – Л.: Недра, 1975. 3. Frey, Thomas H. Remote sensing with special reference to agriculture and forestry. – Washington. 4. Land use classification with simulated satellite photography USDA. Agricultural information bulletin. – № 352, V. 11, 2002. 5. Хлян Я. Практичні аспекти застосування космічних методів у моніторингу навколишнього середовища // Геодезія, картографія та аерофотознімання: міжвідомчий науково-технічний збірник (Вип. 71). – Львів, 2009. – С. 78–80.