

УДК 528.8:631(477)

Г. М. Жолобак

Науковий центр аерокосмічних досліджень землі Інституту геологічних наук
Національної академії наук України, Київ

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ АГРОРЕСУРСІВ УКРАЇНИ

Проаналізовано стан використання технологій дистанційного зондування Землі в інтересах агропромислового комплексу України, починаючи з 1980-х рр. Висвітлено здобутки вітчизняних установ супутникового дослідження агроресурсів та розглянуто проблеми і перспективи застосування супутникових даних для вирішення завдань сільськогосподарського виробництва України.

ВСТУП

Необхідною умовою організації ефективного сільськогосподарського виробництва є об'єктивна й оперативна інформація про розподіл та використання земельних ресурсів, стан сільськогосподарських угідь та динаміку кліматичних чинників. Ротація культур у сівозміні, непередбачувані зміни меж посівних площ, варіативність ґрунтових характеристик полів та метеоумов вегетаційного періоду — все це зумовлює необхідність оперативного відстеження вказаних факторів з метою вчасного проведення відповідних агротехнічних заходів для забезпечення максимальної біопродуктивності. Потреба такої новітньої та всебічної інформації сприяла впровадженню в агропромисловому комплексі (АПК) методів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ).

Сучасні засоби програмного забезпечення дозволяють використовувати для контролю розмірів посівних площ, виявлення ерозійних ділянок, моніторингу стану посівів та прогнозування врожайності чимало ознак наземних об'єктів, котрі отримуються на підставі супутникових знімків. До них належать спектральні характеристики, текстурні параметри та вегетаційні індекси, що розраховуються математичними ме-

тодами. Нині напрацьовано чимало алгоритмів оброблення космічних знімків, створено системи супутникового моніторингу сільськогосподарських земель на глобальному рівні, які репрезентовано на сайтах Відділення служби аналізу світового сільськогосподарського виробництва при Міністерстві сільського господарства уряду США [<http://www.pescad.fas.usda.gov/>] та проекту MARS Об'єднаного дослідного центру Європейської Комісії [<http://mars.jrc.it/>].

На теренах колишнього Радянського Союзу широкомасштабне використання дистанційної інформації для розв'язання завдань агропромислового виробництва спостерігається в Росії [1, 4] та Казахстані [26]. Робляться спроби впровадити інформацію, отриману шляхом аналізу космознімків, у практику сільськогосподарського виробництва Білорусі [21] та Азербайджану [7].

Україна має кваліфікованих фахівців та розвинуту промислову і науково-технічну базу в галузі космічних досліджень. З іншого боку, вона володіє потужними запасами родючих чорноземів, які визначають пріоритетний розвиток вітчизняного АПК. Міждисциплінарна взаємодія цих напрямків, котра передбачає трансляцію методів з однієї сфери в іншу, в даному випадку реалізується як застосування дистанційної інформації для вирішення сільськогосподарських завдань. Метою роботи є висвітлення стану використання технологій ДЗЗ в інтересах АПК України.

РЕТРОСПЕКТИВНИЙ ОГЛЯД

Проблеми дистанційного дослідження сільськогосподарських посівів були одними з центральних у діяльності створеного в 1979 р. в системі Міністерства сільського господарства колишнього СРСР Всесоюзного науково-дослідного центру «Агроресурси». За допомогою комплексу апаратури, встановленої на борту літаків ТУ-134 СХ, вивчались різні параметри стану посівів, зокрема зрідженість, забур'яненість, полягання, ураження шкідниками та хворобами [5].

В Українській РСР з метою поглиблення системних досліджень, розширення математичного моделювання та створення прикладних комп'ютерних комплексів управління агроєкосистемами у 1985 р. у межах республіканської науково-технічної програми «Агрокомплекс» було розроблено науково-технічну програму «Опрацювати методи і прийоми прогнозування і управління технологічними процесами вирощування сільськогосподарських культур. Створити автоматизовану АСУ «Агропрогноз» на рівні область-республіка». Реалізацію цієї програми було доручено близько тридцяти науково-дослідним та інженерним установам України. Координацію і методичне керівництво покладено на Український філіал ВНДЦ «Агроресурси», згодом Український ДНДПТІ «Агроресурси», очолюваний А. О. Шевченком [30]. В ході її виконання протягом 10 років було зібрано величезний обсяг наземної інформації, узагальненої в окремі підсистеми, такі як «Погода», «Фенологія», «Врожай», «Захист рослин», напрацьовано понад 30 найменувань методик, інструкцій, технологій та інших інструктивно-методичних матеріалів, обладнано парк ЕОМ різного класу. У межах програми здійснено експертну оцінку 770 технологічних прийомів та засобів їх виконання у 650 комбінаціях різних параметрів елементів зовнішнього середовища, всього 500 тис. варіантів. Були також зроблені спроби методично опрацювати інформацію, що стосувалась аерокосмічного моніторингу посівів, зокрема основних організаційно-методичних аспектів наземного квазісинхронного обстеження досліджуваних об'єктів агрозони [19].

Проблеми та питання, пов'язані з дистанційною діагностикою посівів, були предметом наукових зацікавлень фахівців Інституту фізіології рослин і генетики НАН України [www.ifrg.kiev.ua], які провадили розробку методів тестування стану посівів за відносними показниками спектральних характеристик відбиття на основі вивчення форм спектральної кривої відбиття [10] та організували наукові форуми на цю тематику [23]. Тут було запропоновано систему моніторингу посівів для прогнозування врожаю зерна на основі спектрометрії у видимому діапазоні та обґрунтовано необхідний мінімум параметрів, дистанційне визначення яких може забезпечити ефективне прогнозування зернової продуктивності [29].

В кінці ХХ — на початку ХХІ ст. до справи розробки методів автоматизованої обробки та інтерпретації даних багатоспектральної супутникової зйомки посівів сільськогосподарських культур (в основному з космічних апаратів NOAA та «Ресурс-01»), а також застосування дистанційно визначених параметрів посіву в динамічній моделі продуктивності сільськогосподарських культур були залучені співробітники Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту [2, 12, www.uhmi.org.ua/].

Тоді ж в Україні завдяки підтримці TACIS здійснювався міжнародний проект STARS, в якому поєднувався французький досвід моніторингу сільськогосподарських культур, заснований на використанні інформаційних технологій та космічних засобів (передусім, знімків супутника SPOT), і багаторічний український досвід дистанційного зондування та його наземного супроводу. Від української сторони у програмі досліджень брали участь: Національне космічне агентство України (НКАУ), Мінагрополітики, Держкомстат, Гідрометцентр, НТЦ «Космоснімок», а від французької — компанія GEOSYS SA [http://www.geosys.com/en/Products/Projects/]. Українським координатором цього проекту був провідний науковий працівник Інституту географії НАН України В. С. Давидчук. Один із напрямів проекту STARS — збирання інформації про природні умови розвитку сільськогосподарських культур.

НАПРЯМКИ СУЧАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НАУКОВИХ КОЛЕКТИВІВ УКРАЇНИ

На сучасному етапі науково-методичні основи застосування дистанційних аерокосмічних методів для вирішення сільськогосподарських завдань в Україні розробляються науковими колективами різних відомств. У системі Національної академії аграрних наук України (НААНУ) до впровадження дистанційних методів у сільськогосподарську науку й практику залучено кілька організацій. Зокрема, у секторі дистанційного зондування ґрунтового покриву Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства й агрохімії ім. А. Н. Соколовського» [<http://www.issar.kharkov.ua/>] на базі матеріалів багатоспектрального космічного сканування й ГІС-технологій здійснюється моніторинг різноманітних характеристик ґрунту та створюються електронні ґрунтові карти. Лабораторія водних ресурсів і моніторингу Інституту гідротехніки й меліорації НААНУ [<http://igim.igim.org.ua/>] одним з напрямків своєї наукової діяльності декларує дослідження процесів трансформації водних ресурсів і меліорованих територій, прогнозування стану й стійкості земель із застосуванням сучасних новітніх технологій, у тому числі матеріалів ДЗЗ. В Інституті агроєкології НААНУ функціонує лабораторія аерокосмічного зондування агросфери, одним з основних завдань якої є проведення фундаментальних досліджень і прикладних розробок у сфері дистанційного зондування сільськогосподарських об'єктів [<http://agroeco.at.ua/>], а провідною ідеєю є створення вибіркової мережі спостережень за посівними площами, станом і продуктивністю зернових колосових культур за матеріалами космічної інформації [25].

Фахівцями НААНУ у 2007 р. була розроблена Концепція науково-технічної програми «Моніторинг агресурсів і прогнозування їхнього стану з використанням даних дистанційного зондування» (скорочена назва «Агрокосмос»), що повинна стати першим кроком для створення державної агроінформаційної системи моніторингу агресурсів. Система «Агрокосмос» призначена для відпрацьовування й впровадження

новітніх інформаційних технологій контролю й керування агресурсами з використанням даних космічного спостереження Землі. Основними розробниками інформаційної системи «Агрокосмос» є: з боку Національного космічного агентства України — державне підприємство «Дніпрокосмос» [http://dniprokosmos.dp.ua/dk_ua.html] — головний виконавець, відповідальний за аерокосмічну інформацію, і з боку НААНУ — три названі вище Інститути, відповідальні за наземну інформацію [27].

Певний досвід використання ГІС/ДЗЗ-технологій для моніторингу земель та вивчення ерозійних процесів накопичений співробітниками Державного науково-виробничого центру «Природа» [<http://www.pryroda.gov.ua>], що є одним з підприємств НКАУ. До системи НКАУ належить і Центр прийому й обробки спеціальної інформації й контролю навігаційного поля [<http://www.dzz.gov.ua/CPOSI>], фахівці якого, досліджуючи озимі сільськогосподарські культури на основі даних ДЗЗ, оцінили залежність розвитку цих культур від часу й зробили прогноз урожаю озимої пшениці за допомогою математичної моделі [22].

У листопаді 2008 р. Український науково-дослідний інститут прогнозування й випробування техніки і технологій ім. Л. Погорілого [<http://ndipvt.org.ua/>] був призначений наказом Міністерства агрополітики України відповідальним виконавцем з одержання доступу до системи моніторингу стану сільськогосподарських культур за допомогою європейської системи дистанційних методів зондування MARS та разом з Інститутом захисту й безпеки громадян (Іспра, Італія) підписав Угоду про використання згаданої системи в Україні. Планувалося використати 3 млн євро на купівлю системи супутникового прогнозування врожайності MARS, а також обладнання для шести лабораторій. Вже висвітлені перші результати цього співробітництва [11].

У структурі Національної академії наук України (НАНУ) одними з перших застосували багатозональні знімки різної просторової розрізненості для прогнозування врожайності озимих зернових культур фахівці Наукового центру аерокосмічних досліджень Землі (ЦАКДЗ) ІГН

НАНУ [www.casre.kiev.ua]. В 2001—2004 рр. фахівцями Центру розроблялась методика вирішення тематичної задачі «Прогнозування врожайності озимої пшениці на основі комплексної обробки наземної та космічної інформації» на замовлення Мінекономіки та Національного космічного агентства України з метою прогнозування врожайності озимої пшениці в межах адміністративних районів за даними дистанційного зондування Землі на основі космічних знімків AVHRR/NOAA і «Landsat-7» [14, 15, 32]. Протягом 2005—2007 рр. спеціалісти Центру разом із фахівцями Інституту проблем національної безпеки Ради національної безпеки і оборони України на замовлення Міністерства аграрної політики України виконували НДР на тему «Оцінка стану і прогнозування врожайності озимої пшениці на основі комплексної обробки наземної інформації та інформації дистанційного зондування Землі (на прикладі Київської області)». Розроблено основні компоненти технології оцінки стану і прогнозу врожайності озимої пшениці на основі комплексної обробки наземної та космічної інформації, зокрема визначено терміни отримання космічних знімків MODIS для встановлення розмірів площ посівів озимих культур та виведено залежності між показником вегетаційного індексу NDVI й врожайністю озимих зернових [16, 17]. На основі цих робіт було запропоновано систему супутникового моніторингу посівів озимих зернових культур у межах України. Система передбачає взаємодію різних організацій, які мають досвід збирання й синтезу космічної та наземної полігонної інформації, а також її попередньої і тематичної обробки. Тестові випробування на прикладі Київської та Миколаївської областей показали, що функціонування такої системи достатньо якісно забезпечувало б контроль за посівними площами озимих культур у межах адміністративних районів, нагляд за станом посівів та прогнозування їхньої врожайності за допомогою методик, адаптованих до природних умов областей України [24]. Варто зауважити, що нині в ЦАКДЗ до розв'язання агроорієнтованих задач залучаються знімки з високою розрізненістю (наприклад, SPOT та «Rapid Eye»), вдосконалюються методичні підходи до

їхньої класифікації та поширюється застосування цих знімків для контролю інших сільськогосподарських культур, зокрема біопаливної технічної рослини — озимого ріпаку [18].

Спроби прогнозу врожайності озимих культур у межах адміністративних областей всієї України на 2008 р. за супутниковим даними MODIS зроблені колективом фахівців Інституту космічних досліджень (ІКД) НАНУ й НКАУ (<http://inform.ikd.kiev.ua/>) [13]. В листопаді 2009 р. ІКД став переможцем тендеру Єврокомісії «Оцінювання площ посівів на основі супутникових даних в Україні». Навесні 2010 р. в Іспрі (Італія) та у Києві було організовано два міжнародні семінари, присвячені цьому проекту.

Фахівці Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна та науково-виробничого об'єднання КВ-А-НТ запропонували новий підхід до прогнозування урожаю сільськогосподарських культур на підставі характеристик радіолокаційного зображення та аналізу погодних умов поточного року. Цю методику було випробувано на прикладі дослідження посівів озимої та ярої пшениці і сої, вирощених у 1991 р. на полях Харківської та Дніпропетровської областей [3].

У період 2007—2008 рр. в Україні здійснювався міжвідомчий та міжнародний проект «Створення моделі й автоматизованої технології класифікації земних покривів» у рамках гранту INTAS з космічних технологій за підтримки Національного космічного агентства України й Космічного агентства Франції, до якого були залучені фахівці ДП «Дніпрокосмос», Інституту агроєкології НААНУ, Наукового центру аерокосмічних досліджень Землі НАН України, Об'єднаного інституту проблем інформатики НАН Білорусі, Данського інституту сільськогосподарських наук (м. Тьеле). Основною метою проекту було створення стандартизованої автоматизованої технології класифікації земних покривів, яка б забезпечила виконання робіт з інвентаризації земель. В основі цієї технології лежить використання матеріалів багатоспектральної космічної зйомки земної поверхні з детальністю 15—30 м. Кінцевий інформаційний продукт технології — тематичні карти територій з номенклатурою об'єктів, прийнятою в системі класифікації CORINE LCC. Розробле-

на технологія входить до складу інформаційного інструментарію створюваної нині в Україні міжвідомчої інформаційної системи GEO-UA (український сегмент GMES/Копернікус) [6].

19 листопада 2009 р. у Міністерстві аграрної політики України відбулась міжвідомча нарада з питань розробки державної науково-технічної програми «Моніторинг агроресурсів, прогнозування їхнього стану з метою забезпечення конкурентоздатності АПК та продовольчої безпеки України (Агрокосмос)», в контексті якої Національним космічним агентством України та Національною академією аграрних наук України планується спільно з транснаціональною корпорацією «Rapid Eye» виконувати пілотний проект «Agro-UA».

Таким чином, в Україні фахівці різних установ уже мають певний досвід роботи з матеріалами супутникової зйомки у сфері застосування цих даних для вирішення різноманітних завдань сільськогосподарського виробництва. Проте низка проблем заважає створити в Україні єдину систему космічного моніторингу хоча б найважливіших галузей аграрного сектору держави.

СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ АГРОРЕСУРСІВ УКРАЇНИ: ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ

У Євросоюзі в рамках програми MARS (Monitoring Agriculture by Remote Sensing) в операційному режимі з 2000 р. функціонує загальноєвропейська система MCYFS (MARS Crop Yield Forecasting System) для прогнозування врожайності сільгоспкультур [31].

Починаючи з 2003 р. спільними зусиллями фахівців з Головного обчислювального центру Міністерства сільського господарства Російської Федерації (МСГ РФ) та Інституту космічних досліджень РАН (ІКД РАН) в рамках проєктів МСГ РФ розпочато діяльність з розбудови системи автоматизованого збору, обробки і розповсюдження супутникових даних [4]. У результаті було створено інформаційний сервер <http://www.agrocosmos.gvc.ru>, на якому розміщено дані супутникового моніторингу сільгоспугідь основних регіонів-виробників рослинницької продукції РФ [28].

Багаторічний досвід проведення космічного моніторингу основних зернопосівних регіонів Північного Казахстану на рівні окремих районів і областей сприяв розвитку агропромислового сектору Національної системи космічного моніторингу Республіки Казахстан. Результати супутникового обстеження північних областей Казахстану засвідчують перспективність даного напрямку як одного із джерел об'єктивної інформації про параметри виробництва зерна [20].

В Україні ж, незважаючи на наявність потужного аграрного потенціалу, необхідність підвищення рівня інформаційного забезпечення сільськогосподарського виробництва та наявні вітчизняні напрацювання, і досі немає єдиної системи дистанційного моніторингу агроресурсів, хоча до цієї справи впродовж останніх десяти років залучалось значно більше організацій, ніж в Росії чи Казахстані:

Україна — ДП «Дніпрокосмос» НКАУ, Інститут агроєкології НААНУ, Інститут гідротехніки й меліорації НААНУ, Інститут космічних досліджень НАНУ і НКАУ, Інститут проблем національної безпеки РНБОУ, Інститут фізіології рослин і генетики НАНУ, Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАНУ, Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут МНС і НАНУ, Український науково-дослідний інститут прогнозування й випробування техніки й технологій ім. Л. Погорілого МАП України, Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна МОН України, Центр прийому й обробки спеціальної інформації й контролю навігаційного поля НКАУ;

Російська Федерація — Інститут космічних досліджень РАН, Південний регіональний інформаційно-аналітичний центр Росавіакосмосу (ПРІА-Центр), Югорський НДІ інформаційних технологій;

Республіка Казахстан — Інститут космічних досліджень МОН РК.

Така роз'єднаність наукових пошуків не сприяла впровадженню отриманих здобутків у практику сільського господарства.

На думку експерта аналітично-дорадчого центру Блакитної стрічки ПРООН М. Кобця [8, 9], Україні буде значно простіше й вигідніше вли-

тися в чинну європейську систему. Але й на цьому шляху перед нашою державою постає низка проблем, які досі не вирішені. Зокрема, потрібна підтримка українського уряду для проведення робіт з адаптації напрацьованих в ЄС моделей та методик для природно-кліматичних умов України. Необхідно також визначити координатора цих робіт та спосіб обміну інформацією між державними установами, залученими до такої діяльності, оскільки цей обмін іноді відбувається на комерційних засадах, що неприпустимо для нормального функціонування пропонованої системи. Крім того, подекуди виникають проблеми, пов'язані з режимом секретності, особливо коли постає необхідність використання зображень високої просторової розрізненності для потреб точного землеробства або для кадастрових робіт. Не сприяє створенню системи дистанційного космічного моніторингу агроресурсів також нестача кваліфікованих фахівців у цій сфері та намагання залучати дані лише вітчизняних космічних апаратів.

Слід зазначити, що на теренах країн-учасниць співдружності незалежних держав (СНД) дані супутникового моніторингу планується застосувати ще в одному важливому напрямку — боротьбі із біоагрозамі для попередження інвазії саранчевих та інших мігруючих шкідників. З цією метою в жовтні 2008 р. було сформовано робочу групу для підготовки плану основних заходів, структури й регламентів і законодавчого забезпечення Інформаційної системи держав-учасниць СНД із захисту від біонебезпек на основі супутникових зйомок. До її складу від України увійшов провідний науковий співробітник ЦАКДЗ ІГН НАНУ О. І. Сахацький. Згідно з рішенням Постійної комісії з аграрної політики, природних ресурсів та екології міжпарламентської асамблеї держав-учасниць СНД робочій групі було доручено написання інформаційної записки про доцільність і правові аспекти створення такої системи. Українська сторона висловила готовність взяти участь у діяльності робочої групи за напрямками розробки єдиних форматів даних, локалізації тестових полігонів та верифікації супутникових даних.

ВИСНОВКИ

Застосування супутникових даних для вирішення завдань сільськогосподарського виробництва України ведеться з 1980-х рр., але його темпи поки що невисокі. За цей час до справи супутникового моніторингу аграрного потенціалу України залучалось більше десятка установ та організацій різного рівня, тому для отримання вагомих результатів у названій сфері слід передусім об'єднати зусилля науково-технічної спільноти.

Налагодження системи обміну інформацією між науковими та інженерними структурами в Україні, узгодження юридичних питань та забезпечення належного державного фінансування дозволить на підставі накопиченого досвіду створити сучасну вітчизняну систему дистанційного моніторингу агроресурсів і забезпечить паритетність України як держави-учасниці міжнародних космічних проектів.

1. *Акаткин Ю. М., Ефремов В. Ю., Лурия Е. А. и др.* Возможности удаленной работы с данными системы дистанционного мониторинга сельскохозяйственных земель МСХ РФ // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов: Сб. науч. ст. — М.: ООО «Азбука-2000», 2008. — Том II, вып. 5. — С. 395—406.
2. *Антоненко В. С.* Агрометеорологический мониторинг посевов сельскохозяйственных культур в Украине с применением аэрокосмических методов. — К.: АртЭк, 2002. — 308 с.
3. *Атрошенко Л. М., Атрошенко М. Д., Горобец Н. Н., Сафронова Л. П.* Повышение надежности прогнозирования урожая сельхозкультур по радиолокационным космическим снимкам высокого разрешения // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов: Сб. науч. ст. — М.: ООО «Азбука-2000», 2008. — Том II, вып. 5. — С. 245—250.
4. *Барталев С. А., Бурцев М. А., Еришов Д. В. и др.* Система автоматизированного сбора, обработки и распространения спутниковых данных для мониторинга сельскохозяйственных земель // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов: Сб. науч. ст. — М.:

- GRANP polygraph, 2005. — Том 1, вып. 2. — С. 140—148.
5. Бесарабова Л. М., Гвоздев А. В., Павлова А. Г. Опыт дистанционного контроля фитосанитарного состояния пшеницы // Дистанционные методы анализа сельскохозяйственного производства. — М.: ВНИПТИК, 1982. — С. 107—114.
 6. Бродский Л., Бушуев Е. И., Волошин В. И. и др. Проект INTAS по разработке автоматизированной технологии классификации земных покрытий: научные задачи, основные результаты и перспективы // Космічна наука і технологія. — 2009. — 15, № 2. — С. 36—48.
 7. Исмадова Х. Р. Роль данных дистанционного зондирования при создании цифровых карт землепользования в Азербайджане // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов: Сб. науч. ст. — М.: GRANP polygraph, 2005. — Том 2. — С. 273—279.
 8. Кобець М. І. Космос як найвищий рівень аграрних технологій // Пропозиція. — 2004. — № 6. — <http://www.propozitsiya.com/?page=149&itemid=1424&number=45>.
 9. Кобець М. І. Проблемні питання створення в Україні системи моніторингу агроресурсів та прогнозування урожайності (СМАПУ) // Матеріали Міжвідомчої робочої наради з питань підготовки ДНТП «Агркосмос». — Київ, 2009. — <http://brc.undp.org.ua/ua/press/news/119>
 10. Кочубей С. М., Кобець Н. И., Шадчина Т. М. Форма спектров отражения листьев как информационная основа дистанционного диагностирования посевов // Физиология и биохимия культурных растений. — 1987. — 19, № 6. — С. 539—545.
 11. Кравчук В. І., Сердюченко Н. М., Ковтуненко О. В. та ін. Основи методології моніторингу агроресурсів та прогнозування врожайності сільськогосподарських культур за проектом MARS // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб. наук. праць. — Дослідницьке, 2009. — Вип. 13 (27), кн. 2. — С. 3—14.
 12. Кривобок О. А. Методи автоматизованої обробки та інтерпретації даних багатоспектральної супутникової зйомки посівів сільськогосподарських культур в Україні: Автореф. дис. ... канд. геог. наук. — Одеса, 1997. — 16 с.
 13. Куусуль Н. Н., Ильин Н. И., Скакун С. В. и др. Оценка состояния растительности и прогнозирование урожайности озимых культур Украины по спутниковым данным // Decision making and business intelligence, strategies and techniques: Inter. Book Ser. — Varna, 2008. — N 3. — P. 103—109.
 14. Лялько В. И., Сахацкий А. И., Ходоровский А. Я. и др. Возможности прогнозирования урожайности зерновых культур на основе совместного использования многозональных космических снимков AVHRR, NOAA и «Landsat TM» (на примере Киевской области) // Космічна наука і технологія. — 2002. — 8, № 2/3. — С. 249—255.
 15. Лялько В. И., Сахацкий А. И., Жолобак Г. М. и др. Опыт комплексирования многозональных снимков NOAA/AVHRR и «Landsat-7» для прогноза урожайности озимой пшеницы (на примере районов Киевской области) // Космічна наука і технологія. — 2003. — 9, № 4. — С. 99—103.
 16. Лялько В. І., Сахацький О. І., Жолобак Г. М. Особливості прогнозування врожайності зернових культур за багатоспектральними даними // Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування. — К.: Наук. думка, 2006. — С. 276—191.
 17. Лялько В. І., Сахацький О. І., Жолобак Г. М., Греков Л. Д. Контроль площ та стану озимих культур за допомогою знімків MODIS/TERRA та SPOT XI (на прикладі Київської області) // Доповіді НАНУ. — 2007. — № 3. — С. 122—127.
 18. Лялько В. І., Сахацький О. І., Жолобак Г. М., Ваклюк М. В. Аерокосмічний контроль посівів озимого ріпаку — сировини для виробництва біодизелю // Вісник НАН України. — 2009. — № 12. — С. 13—22.
 19. Методические указания по проведению наземных наблюдений на аэрокосмических полигонах Украины при дистанционном зондировании агроресурсов. — К.: УкрНИПТИ «Агроресурсь», 1994. — 72 с.
 20. Муратова Н. Р., Терехов А. Г. Опыт пятилетнего оперативного мониторинга сельскохозяйственных угодий Северного Казахстана с помощью спутниковых данных // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов: Сб. науч. ст. — М.: ООО «Азбука-2000», 2007. — Том II, вып. 4. — С. 277—283.
 21. Мясникович М. В., Тузиков А. В., Буткин Г. А. и др. Национальная космическая программа Республики Беларусь // Матеріали 4-го Білоруського космічного конгресу. — Мінськ, 2009. — <http://uiip.bas-net.by/kosmos4/program.html>.
 22. Пакшин М. Ю., Білан І. І., Гаврилюк В. Б., Вахняк В. С. Прогнозування урожайності озимієї пшениці за космічними знімками // Зб. наук. праць Чернівецького ун-ту. — 2007. — Вип. 360. — С. 176—184.
 23. Применение методов дистанционной диагностики в сельском хозяйстве: Сб. науч. тр. — К.: Наук. думка, 1989. — 152 с.

24. Сахацький О. І., Жолобак Г. М., Макарова Г. А. та ін. Класифікування земного покриття за супутниковими даними MODIS для моніторингу посівів озимих зернових у межах адміністративних районів Київської та Миколаївської областей України // Космічна наука і технологія. — 2009. — 15, № 5. — С. 16—23.
25. Сиротенко О. В. Вибіркові обстеження посівів сільськогосподарських культур за даними космічного знімання // Регіональна нарада «Можливості дистанційного зондування Землі та геоінформаційних технологій у вирішенні проблем Київщини»: Тез. доп., Київ, 20—21 березня 2007 р. — <http://www.pryroda.gov.ua/ua/index.php?newsid=704>
26. Султангазин У. М., Муратова Н. Р., Терехов А. Г. Использование космического мониторинга в планировании и прогнозировании параметров зернового производства // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов: Сб. науч. ст. — М.: Полиграф сервис, 2004. — С. 291—297. — www.iki.rssi.ru/earth/trudi/1-28.pdf.
27. Тараріко О. Г., Сиротенко О. В., Волошин В. І. та ін. Використання космічних технологій в агропромисловому комплексі України // Вісн. аграр. науки. — 2007. — № 7. — С. 5—9.
28. Толпин В. А., Барталев С. А., Ефремов В. Ю. и др. Возможности информационного сервера СДМЗ АПК // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов: Сб. науч. ст. — М.: ООО «ДоМира», 2010. — Том 7, вып. 2. — С. 221—230. — http://d33.infospace.ru/d33_conf/sb-2010t2/221-230.pdf.
29. Шадчина Т. М. Наукові основи дистанційного моніторингу стану посівів зернових. — К.: Фітосоціоцентр, 2001. — 220 с.
30. Шевченко А. О. Системні дослідження і кібернетизація технологічних рішень в землеробстві // Системні дослідження та моделювання в землеробстві. — К.: Нива, 1998. — С. 3—17.
31. Baruth B., Royer A., Klisch A., Genovese G. The use of remote sensing within the MARS crop yield monitoring system of the European Commission // The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. — Beijing, 2008. — Vol. 37, Part B8. — P. 935—940.
32. Lyalko V. I., Sakhatsky A. I., Hodorovsky A. Ya., et al. The Experience of Application of AVHRR NOAA and Landsat-7 data for cereal crop yield forecasting // Geoinformation for European-wide Integration. — Rotterdam: Millpress, 2003. — P. 567—572.

Надійшла до редакції 27.10.10

G. M. Zholobak

THE USE OF REMOTE SENSING METHODS FOR AGRORESOURCES MONITORING IN UKRAINE

The state of remote sensing technologies for agro-industrial complex of Ukraine beginning from the 1980s is analysed. The achievements of Ukraine in the sphere of satellite observations of agrosources are surveyed. Some problems and prospects of the satellite data application for goals of agricultural production in Ukraine are considered.