УДК 631.92

Ласло О. О., к.с.-г.н., доцент кафедри землеробства і агрохімії
(Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава)

ВИКОРИСТАННЯ ТОЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ОЦІНЦІ ПРОДУКТИВНОСТІ ОРНИХ ЗЕМЕЛЬ

Функціональні можливості агрометеорологічної інформаційної системи моніторингу полів основані на створенні користувальницьких карт полів у векторному форматі, корегування поточних карт полів з уточненням їх кордонів, розбивкою або об'єднанням; введення GPS даних з контролем якості по кількості використаних у роботі супутників і геометрії їхнього положення, що впливає на точність визначення місця розташування; відображення на карті в реальному часі одержаних від GPS даних; вимір на карті відстаней і площ; визначення за спрощеною технологією частини поля, обробленого сільгосптехнікою; корегування супровідної інформації з кожного поля. На основі карт ведеться облік сільгоспугідь, агрохімічний моніторинг, візуалізація переміщень техніки й відображення стану об'єктів моніторингу.
Ключові слова: система CGMS, точне землеробство, геоінформаційне середовище, дистанційне зондування землі, дистанційний контроль.

Функциональные возможности агрометеорологической информационной системы мониторинга полей основаны на создании пользовательских карт полей в векторном формате, корректирование карт полей с уточнением границ, разбивкой или объединением; введение GPS данных с контролем качества по количеству использованных в работе спутников и геометрии их расположения, что влияет на точность определения места расположения, отображение на карте в реальном времени полученных от GPS данных; измерение на карте расстояний и площадей; определение за упрощённой технологией части поля, обработанного сельхозтехникой; корректирование сопровождающей информации с каждого поля. ГИС-подсистема обеспечивает картографическую составную системы. Её основой являются многослойные карты местности с возможностью укомплектование растров (съёмка, сканированные карты и др.), векторных карт (топографическая основа, карты полей, тематические карты и др.) и матриц (поверхность рельефа, качественные особенности почвы, урожайность и др.). На основе карт ведётся учёт сельхозугодий, агрохимический мониторинг, визуализация передвижений техники и отражение состояния объектов мониторинга.
Ключевые слова: система CGMS, точное земледелие, геоинформационная среда, дистанционное зонд зондирование земли, дистанционний контроль.

Functional possibilities of the agricultural meteorology informative system of monitoring of the fields are based on creation of maps of the fields in a victories format, to realize of current maps of the fields with clarification of their scopes, laying out; introduction of GPS of information is with control of quality on the amount of the companions used in-process and geometry of their position which influences on exactness of location; reflection on a map real-time got from GPS of information; measuring is on the map of distances and areas; determination is on the simplified technology of part of the field treat agricultural technical; to realize of accompanying information from every field. On the basis of maps registered, agrochemical monitoring, visualization of moving of technique and reflection of the state of monitoring objects farmlands.

Сільське господарство є важливою ланкою національної економіки України. Аграрний сектор виконує одне із основних завдань у системі національних пріоритетів – забезпечення продовольчої безпеки. Розвиток аграрного виробництва потребує впровадження високоефективної системи землеробства, сучасних технологій збирання і обробки інформації, що необхідна для вирішення багаточисельних виробничих і управлінських завдань. До таких сучасних технологій відносять модель росту рослин WOFOST, що реалізується у системі CGMS (Crop Growth Monitoring System) [3, 4].

Точне землеробство є новою, технічно більш сучасною технологією з виробництва продукції рослинництва. На основі такого землеробства здійснюється управління продуктивністю посівів з урахуванням внутрішньопольової варіабельності середовища життєдіяльності рослин, тобто здійснюється оптимальне управління для кожного квадратного метра поля. Метою такого управління є отримання максимального прибутку за умови оптимізації сільськогосподарського виробництва, економії господарських і природних ресурсів. Такий підхід, як показує міжнародна практика, забезпечує досить великий економічний ефект, і саме головне, дозволяє підвищити відродження ґрунтової родючості і рівень екологічної безпеки сільськогосподарської продукції [2].

Для реалізації технології точного землеробства необхідні сучасна сільськогосподарська техніка, що керується бортовою ЕОМ і здатна диференційовано проводити агротехнічні операції, засоби точного позиціонування на місцевості і технічні системи, які допомагають виявити неоднорідність поля. До таких технічних систем відносять засоби дистанційного зондування землі, що здатні проводити зйомку полів сільськогосподарських культур у різних спектральних діапазонах і здійснювати моніторинг агротехнічних операцій. Основою технології точного землеробства є програмне наповнення, яке забезпечує автоматизоване ведення просторово-атрибутивних даних сільськогосподарських угідь, а також генерацію, оптимізацію і реалізацію агротехнічних

рішень з урахуванням змін характеристик у межах поля, що обробляється [1, 4].

Розвиток космічних технологій призвів до здешевлення й популяризації використання космічних фотознімків і даних високоточних супутникових систем навігації (GPS). Відносна дешевизна космічних зйомок і доступність пристроїв високої точності супутникової навігації дали можливість їх використання у різних галузях сільського господарства, зокрема у землеробстві [2].

До програмного наповнення технології точного землеробства відносять програмне забезпечення, що працює у геоінформаційному середовищі і моделі, що реалізують прогноз урожайності [3].

Точне землеробство нині отримує все більше розповсюдження у багатьох європейських країнах. Воно розглядає кожне поле як одиницю обліку з неоднорідними за рельєфом, ґрунтовим покривом, агрохімічним вмістом і спрямоване на застосування на кожній ділянці поля різних технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Для реалізації концепції точного землеробства необхідно застосовувати адаптовану до певних умов систему підтримки прийняття рішень, що використовує пристрої супутникової навігації, ГІС-засоби, дані дистанційного зондування (космічне зображення), бортові комп'ютери, технічні пристрої сільськогосподарського призначення, що знаходяться на сільськогосподарському агрегаті, програмне забезпечення [2].

При проведенні досліджень використовували методи активного зондування полів у строки проведення основних агротехнологічних заходів.

Завданням дослідження є оцінка та аналіз рівнів обробки даних агрометеорологічної інформаційної системи моніторингу при створенні електронних карт.

CGMS – це агрометеорологічна інформаційна система моніторингу якості строків сівби, росту і розвитку сільськогосподарських культур на великих ділянках на основі показників, що характеризують погодні умови й умови їх росту. Показники виводять із самих сільгоспкультур, погодних і ґрунтових даних, а також щоденних метеорологічних параметрів [2].

Технологія оцінки продуктивності орних земель включає три рівні обробки даних:

1. Генерація показників погоди. На даному етапі здійснюється збір, перевірка і коригування метеорологічних даних. У подальшому метеорологічні параметри завантажують у базу даних програмного комплексу CGMS і переносяться на регулярну сітку. Вихідними результатами є декадні, щомісячні карти метеорологічних параметрів.

2. Генерація показників росту зернових культур. На цьому етапі здійснюється введення у модель наступних даних: метеорологічні поля на регулярній сітці, дані про сільськогосподарську культуру, ґрунтові дані, мапа землекористування. На виході з другого рівня формуються декадні і щомісячні дані

стану розвитку біомаси, листкового індексу та інші показники, що необхідні для оцінки продуктивності культури, що розглядається.

3. Оцінка продуктивності орних земель. Вхідними даними на третьому рівні є історичні статистичні дані по урожайності і часовий ряд урожайності, розрахованої за допомогою моделювання. У результаті отримуємо оцінку продуктивності орних земель [2, 3].

Запропонована технологія космічного моніторингу агротехнологій вирощування сільськогосподарських культур дозволяє ефективно контролювати хід польових робіт за допомогою методів активного зондування полів у строки проведення основних агротехнологічних заходів.

Вище зазначена технологія дає можливість вести дистанційний контроль наступних сільськогосподарських робіт:

- Зяблевий обробіток – визначення основних типів полів: пар, зяб (оранка), стерня.
- Снігозатримання – ідентифікується чотири типи полів: пар, кулісний пар, суцільна стерня, штучне створення снігових валів.
- Закриття вологи і боронування – визначаються наступні типи полів: зяб без закриття вологи, зяб із закриттям вологи, пар без закриття вологи, пар із закриттям вологи, необроблені поля.
- Передпосівний обробіток ґрунту – розпізнаються поля після передпосівного обробітку: пар попереднього року, пар першого обробітку, пар без закриття вологи, пар із закриттям вологи, полинева оранка, багаторічні трави, стерня ячменю і пшениці.
- Сівба – ідентифікуються наступні типи полів: пар попереднього року, борозни, багаторічні трави, стерня ячменю та пшениці, полицевий обробіток поточного року, передпосівний обробіток ґрунту, пар із закриттям вологи, сівба, лущення.
- Кущення – розпізнаються: пар, стерня, зяблевий обробіток.
- Збирання – визначають наступні типи полів: пар, стерня, багаторічні трави, ярий ячмінь, яра пшениця на полицевій оранці [1].

Обробка даних синхронної (космічної і наземної) зйомки з метою опрацювання методів дистанційного контролю агротехнічних операцій виконують по одному сценарію:

1. Створення карт агрофонів – виконується перед обробка даних польових спостережень і формується векторна карта сільськогосподарських полів за станом на час спостережень, яка містить всю супровідну інформацію про хід польових робіт.

2. Формування еталонних ділянок – вибираються еталонні ділянки, для яких заповнюються спеціальні таблиці відповідності, що містять номера полів, фотозйомки, фрагменти космозйомок і вид обробітку (зяб, пар та ін.) Ці таблиці використовують у наступних етапах створення ГІС-технології при розробці алгоритмів розпізнавання.

3. Передобробка даних дистанційного зондування – попередня обробка космічних зйомок виконується за допомогою ERDAS IMAGINE.

4. Класифікація полів – виконується за допомогою пакета Definiens Professional і включає наступні етапи: сегментація пікселів по агрофонах, класифікація, векторизація. Отримані об’єкти експортуються у векторний формат у супроводженні атрибутів, що описують властивості об’єктів, які можуть використовуватися для просторового аналізу в ArcGIS/ArcMap. У підсумку створюється *.mxd проект, де формується підсумкова карта.

Електронна карта полів як агрометеорологічна інформаційна система моніторингу дає можливість вести суворий облік і контроль всіх сільськогосподарських операцій, оскільки опирається на точні знання площ полів, довжини доріг, інформації про поля та ін. На підставі карти полів проводиться повний аналіз умов, що впливають на ріст рослин на даному конкретному полі. Карти полів становлять основу для одержання структури сівозміни й служать оптимізації виробництва з метою одержання максимального прибутку, а також раціонального використання всіх ресурсів, що беруть участь у виробництві. Електронні карти полів дають можливість точно вести планування, облік і контроль всіх сільськогосподарських операцій, оскільки опираються на об'єктивні розміри площ полів, довжину доріг й інших об'єктів, нанесених на неї в процесі створення.

1. Болотова Т. Н. Анализ агроэкономической модели точных технологий в растениеводстве / Т. Н. Болотова // Вісник ХНТУСГ. – 2007. – Вип. 49. – С. 76-83. **2.** Деревенчук Р. Тенденції розвитку системи точного землеробства / Р. Деревенчук // Актуальні проблеми аграрного виробництва: теорія, дослідження, практика: Матеріали міжн. студ. наук.конф. : наук. вид. – Л. : ЛДАУ, 2002. – С. 157-159. **3.** Лісовий М. П. Сучасна класифікація точних агротехнологій / М. П. Лісовий, В. В. Медведєв, Т. М. Болотова [та ін.] // Вісник аграрної науки. – 2004. – № 4. – С. 45-48. **4.** Lowenberg DeBoer J. Economics of Site-Specific Management in Agronomic Crops / Lowenberg DeBoer J., M. Swinton. – Purdue University, Department of Agricultural Economics. Staff Paper 95–14, 1995. – P. 67.

Рецензент: д.с.-г.н., професор Писаренко П. В. (Полтавська державна аграрна академія, м. Полтава)