



ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

*Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В.,
Національний Аграрний Університет, м. Київ
Михайлевський В.А., НТУУ "КПІ", м.Київ*

Сучасний технічний та технологічний розвиток суспільства свідчить, що в усіх галузях діяльності людини відбуваються зрушення в бік високих технологій на базі високоінтелектуальних технічних розробок. В галузі сільського господарства, зокрема в рослинництві, такі технології покликані забезпечити оптимальні режими виробництва продукції без ушкодження навколишнього середовища. Одним з напрямків нових технологій в рослинництві є технології точного землеробства (ТЗ). Застосування цих технологій окреслює напрямок переходу до цілеспрямованого керування агробіологічним потенціалом сільськогосподарського поля, а також режимами роботи машин та знарядь на окремих технологічних операціях в залежності від координат знаходження МТА в полі та конкретних природнокліматичних умов і експлуатаційної ситуації. Застосування технологій ТЗ є переходом на новий рівень механізації виробництва продукції сільського господарства. Такий технологічний перехід вимагає засвоєння світового досвіду ТЗ, а також розробки нових конструкцій датчиків, спеціалізованого обладнання, робочих органів і машин в цілому на патентозахищеному рівні, підготовки конструкторської, технологічної та виробничої бази з виготовлення та

вдосконалення новітньої сільськогосподарської техніки.

Отримання максимального урожаю можливо за рахунок створення оптимальних умов для росту рослин. При цьому урожай є результатом дії ряду природних факторів, таких як світло, тепло, повітря, волога, стан ґрунту (твердість, щільність), наявність поживних речовин, а також впливу механізованих операцій з обробітку ґрунту, внесення добрив, сівки тощо. Для забезпечення оптимальних умов для росту і розвитку рослин необхідно мати інформацію про стан поля на елементарних ділянках (кількість поживних речовин у ґрунті, вологість, щільність та ін.). Сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур не дають можливості отримати таку інформацію.

Щоб таку інформацію отримати, з поля необхідно зібрати два урожаї - біологічний та інформаційний. Інформаційний урожай якраз і лежить в основі технологій ТЗ - способу виробництва продукції рослинництва, який базується на застосуванні змінних норм внесення технологічних матеріалів (насіння, добрив, пестицидів) у відповідності до потреб рослин на кожній елементарній ділянці поля. Такі розвинені країни, як США, Великобританія, Канада тощо вже перейшли

до практичного застосування системи точного землеробства (СТЗ). СТЗ включає глобальну систему позиціонування (ГСП), географічну інформаційну систему (ГІС) і технології змінних норм внесення технологічних матеріалів (ЗНВ).

ГСП базується на радіонавігаційній супутниковій системі, яка дозволяє визначити місцезнаходження машинно-тракторного агрегата (МТА) в полі у світових координатах (широта і довгота) з заданою точністю.

ГІС — це комп'ютерна мережа з програмним забезпеченням, яка проводить обробку даних про стан ґрунту, урожайність сільськогосподарських культур і забезпечує побудову картограм (рис. 1 і 2).

Сучасні реформи в аграрному секторі України сприяють впровадженню нової прогресивної системи виробництва продукції рослинництва - СТЗ. Ключовим фактором застосування СТЗ є розробка засобів механізації та спеціалізованого обладнання.

Сільськогосподарські машини (СГМ) з обладнанням для технологій ТЗ умовно можна поділити на два принципово різних, за критерієм використання геовизначеної інформації, класи: машини з системами реєстрації місцевизначених параметрів - реєстратори - (переважно збиральні

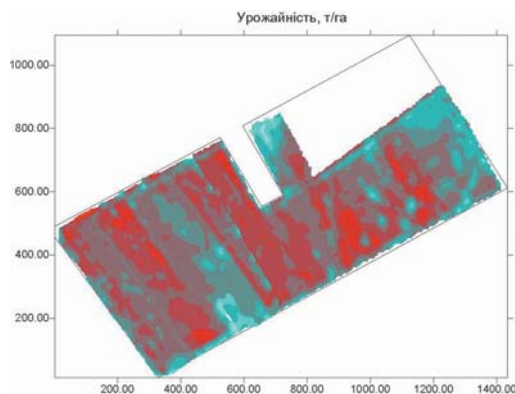


Рис. 1 - Картограма урожайності озимої пшениці

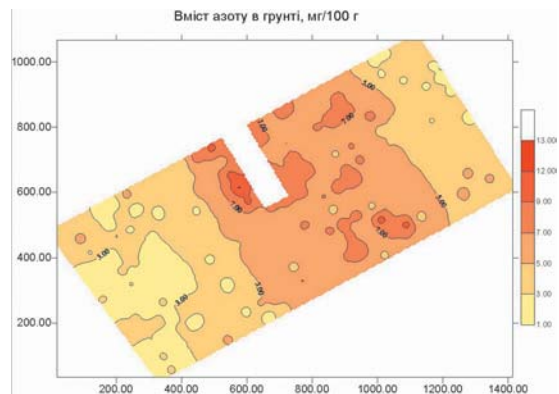


Рис. 2 - Картограма вмісту азоту в ґрунті

машини і технічні засоби польової розвідки) і машини з відтворенням місцевизначеної інформації з метою керування технологічним процесом - реалізатори - переважно машини для внесення технологічних матеріалів (ТМ) - сівалки, розподільники добрив, обприскувачі тощо. Відповідно до цього, задачі, що їх вирішує бортове обладнання машин-реєстраторів і машин-реалізаторів, також принципово різні. У першому випадку ставиться задача максимально точного запису на магнітні носії кількісного перебігу технологічного процесу, що виконується, а в другому - максимально точного виконання заздалегідь складеного (для карт-технології) режиму зміни щільності розподілу ТМ по площі поля. Існують також і машини з комбінованими функціями як реєстрації, так і реалізації. Прикладом подібних машин можуть бути машини для внесення ТМ, які працюють відповідно до сенсор-технології. Узагальнена схема класифікації СГМ та обладнання за критерієм використання геовизначеної інформації наведено на рис. 3.

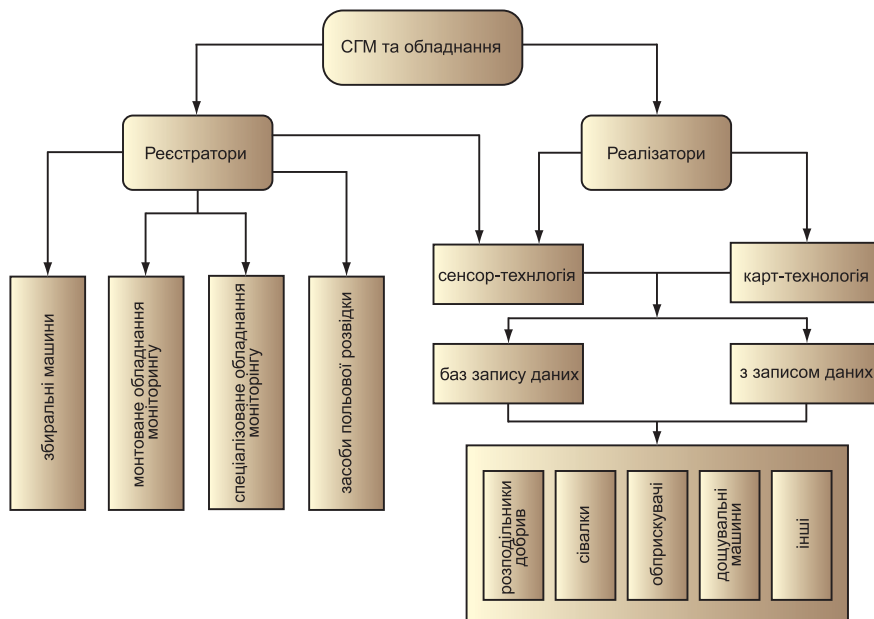


Рис. 3 - Узагальнена класифікація СГМ за критерієм використання геовизначеної інформації

Серед машин і обладнання для технологій СТЗ слід виділити варіант машин-реалізаторів з функціями запису на магнітні носії основних показників технологічного процесу. Реєстрація інформації на машинах-реалізаторах необхідна для аналізу якості виконання запланованих технологічних режимів роботи машини в умовах постпроцесу. Подібний аналіз

дає впевненість в правильності обраної стратегії керування агробіологічними ресурсами сільськогосподарського поля і допомагає вести хронологію якісного та кількісного виконання технологічних операцій на конкретному полі.

Розглянемо які операції та обладнання необхідні для реалізації технологій ТЗ на прикладі операції сівки, для якої відповідно використовуються посівні машини.

Посівні машини відносяться до

класу машин-реалізаторів. Одночасно з традиційними задачами виконання агротехнічних вимог до сівки тієї або іншої культури, сівалки, у разі їх застосування в ТЗ, повинні ще виконувати задачі реалізації електронних картограм (планів) сівки, які синтезовані на підставі алгоритмів оптимального співвідношення між агробіологічним потенціалом елементарних ділянок поля і нормою сівки. Схема формування і реалізації картограм сівки представлена на рис. 4.

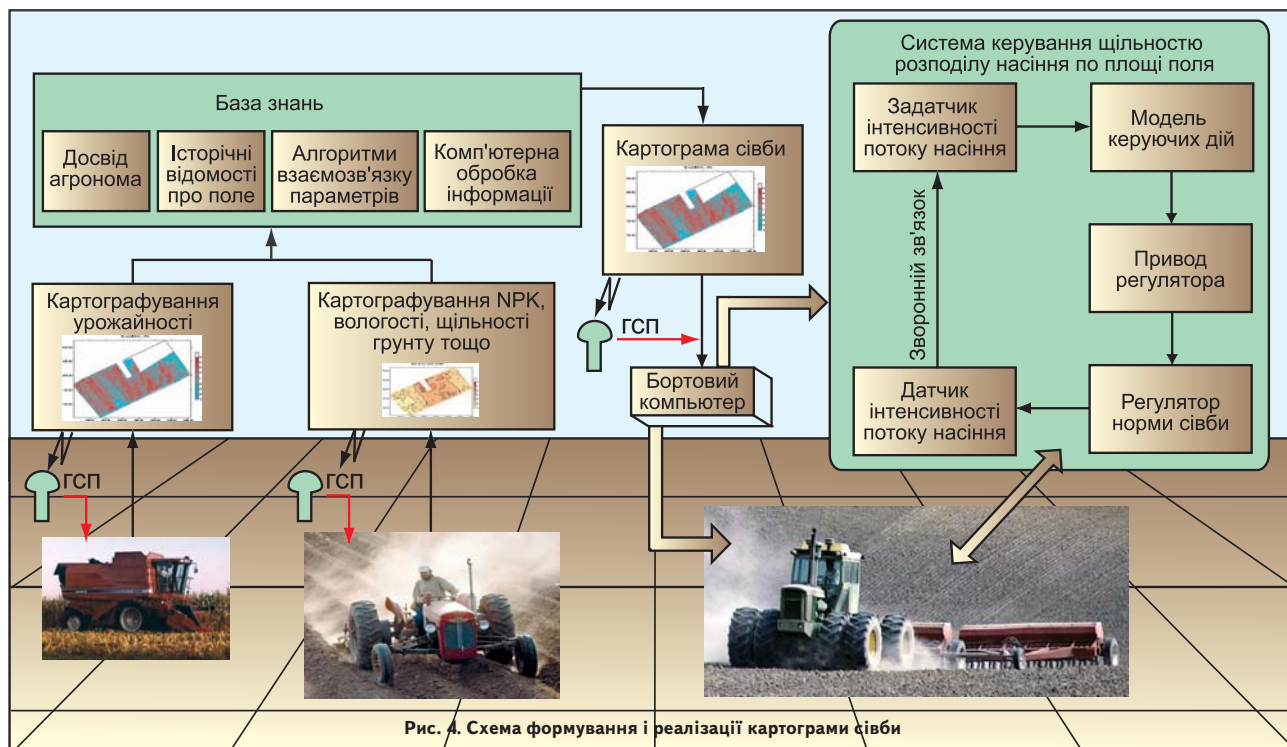


Рис. 4. Схема формування і реалізації картограм сівки

З схеми видно, що при застосуванні СГМ в СТЗ, обов'язковим елементом додаткового обладнання є система визначення положення машинно-тракторного агрегату (МТА) в полі. Якщо для цієї мети застосовується супутникова глобальна система позиціонування (ГСП), то з'являється можливість користуватися обчисленою інформацією не тільки про координати місцезнаходження МТА в полі, але і про швидкість його руху.

Деякі приймачі ГСП (з субметровою точністю видачі координат) можуть дати точність визначення швидкості в межах 0.15-0.2 м/с. Практика використання обладнання ГСП на сільськогосподарських рухомих об'єктах свідчить, що досить часто виникає ситуація з втратою сигналів з супутників. Пов'язано це з багатьма факторами, але основними з них є непередбачені атмосферні явища, викривлення радіосигналів за рахунок прийому відбитих променів, а також попадання МТА разом з приймальною антеною в зони "радіотіней" від ліній електропередач, лісосмуг тощо. Втрата інформації про швидкість переміщення МТА може привести до зміни заданої норми сівки в недозволених межах. Тому досить широко використовується практика визначення швидкості руху МТА (пройденого шляху) за рахунок установки на мостах ведучих (ведених) коліс МТА відповідних датчиків. Недоліками такого вимірювання є такі фактори, як зміна радіуса кочення колеса під час роботи машини, а також пробуксовка та ковзання коліс по поверхні ґрунту. З метою визначення швидкості руху МТА використовуються, також, сенсори радарного типу. Точність роботи навіть добре відкаліброваного радарного сенсора великою мірою залежить від кількості і стану решток на поверхні поля і стану самої поверхні, що є обмежувачим моментом в його застосуванні. Наприклад, сенсор RSS

(Raven Industries, США) має діапазон вимірювань від 0,22 до 31,1 м/с і похибку вимірювань близько 3 %. Взагалі, на етапах розробки спеціалізованого обладнання для існуючих сівалок, варто розглядати варіант визначення швидкості руху МТА в полі за рахунок опорного або додаткового ("п'ятого") колеса, як найбільш доцільний.

Як було зазначено вище, для проведення сівки із змінними нормами можливо використовувати карт-або сенсор-технології. Сенсор-технологія має специфічні моменти її організації і відповідний попередній аналіз показує, що для реалізації сенсор-технології бажано використовувати системи з адаптивним ладнанням. Для реалізації процесу сівки за карт-технологією можливо використовувати системи з жорстким ладнанням. На першому етапі реалізації такої технології необхідно сформувати картограму сівки. Як правило, така картограма базується на інформації про урожайність культури попереднього року сільськогосподарських робіт та даних моніторингу фізико-механічних та агрохімічних параметрів ґрунту. На підставі цієї інформації та на базі агрономічних знань, історичних відомостей про поле (як і чим ореться, сівозміни, рельєф тощо) і алгоритмів взаємозв'язку між місцевизначеними параметрами поля за допомогою відповідного програмного забезпечення випрацьовується електронна картограма сівки.

Надалі треба реалізувати в полі виконання технологічного процесу відповідно до створеної картограми в реальному часі та з заданою точністю. Причому, виконання цих додаткових вимог не повинно тягнути за собою погіршення якості роботи сівалки за звичайною технологією. Наприклад, при сівбі важливо закласти насіння на задану глибину і рівномірно розподілити по площі живлення відповідно до агро-вимог, але із заданою щільністю і без зниження загальної продуктивності МТА. Для забезпечення реалізації всіх наведених операцій необхідне спеціалізоване обладнання. Спеціалістами проблемної лабораторії "Точне землеробство" Національного аграрного універси-

тету розроблені виконавчі органи та ланка спеціалізованого обладнання для технологій ТЗ. На рисунку 5 представлена експериментальна машина для внесення твердих мінеральних добрив на базі машини МВД-900.

На цій машині встановлений автоматизований привод керування заслінками дозатора, супутникова навігаційна система та система керування дозатором. Автоматизований привод містить механізм відкриття заслінок дозатора машини МВД-900, що керується електродвигуном зворотнопоступальної дії. Електродвигун має повний хід штока - 75 мм, швидкість його переміщення - 3 мм/с, допустиме зусилля на штоці - 3000 Н, а міжцентрова відстань в початковому положенні - 200 мм. Робоча напруга живлення електродвигуна - 24В.

Діапазон зміни дози внесення досягається зміною величини відкриття заслінок, який залежить від величини кута повороту важеля їх переміщення. Експериментально встановлено, що для зміни дози внесення на 40% від максимальної потрібно змінити положення важеля на кут 20 градусів.



Бортовий контролер

Загальне керування виконавчим обладнанням відбувається за допомогою бортового контролера або, для окремих сільськогосподарських машин, бортового комп'ютера.

Обладнання може працювати в ручному і автоматичному режимах. В автоматичному режимі приймач сигналів глобальної системи позиціонування (ГСП) передає на бортовий комп'ютер інформацію про місце знаходження МТА в полі. Бортовий комп'ютер синхронізує цю інформацію з інформацією про норму внесення мінеральних добрив, що надходить від електронної картограми внесення. У відповідності до швидкості руху МТА, що визначається відповідним датчиком, бортовий комп'ютер передає сигнал керування через контролер на привод регулятора положення заслінки вихідного вікна добрив. Датчик зворотного зв'язку надає інфор-



Рис. 5 - Експериментальна установка для змінних норм (доз) внесення твердих мінеральних добрив



Бортовой комп'ютер АЛМАЗ

мацію про реальну норму внесень.

На дисплеї бортового комп'ютера АЛМАЗ відображається картограма поля і місце МТА в полі, а також видається інформація про біжуче значення норми внесень, швидкість МТА, оброблену площу, загальну кількість внесеного технологічного матеріалу, час роботи тощо. Вся ця інформація реєструється бортовим комп'ютером і в подальшому може бути проаналізована. В будь-який момент можна перейти на ручний режим керування технологічним процесом роботи МТА.

В подальшому, апаратура керування технологічними режимами роботи сільськогосподарських машин та реєстрації місцевизначених пара-



Контролер для реєстрації польових даних

метрів полів удосконалювалась. Один з варіантів виконання бортового контролера дозволяє реєструвати польові дані сільськогосподарських угідь в режимах "карта" і "точка" по 4-ох незалежних інформаційних каналах і записувати ці дані в загальноприйнятних форматах збереження електронної інформації, наприклад, Excel.

Подібна інформація необхідна для побудови картограм наявності поживних речовин (NPK) в ґрунті, його кислотності (pH), вологості, температури. Обладнання може використовуватись також для визначення вогнищ хвороб та шкідників сільськогосподарських культур. З набором відповідних датчиків обладнання серії АЛМАЗ можна встановлювати на вітчизняні зернозбиральні комбайни для побудови картограм урожайності поля.

На рис. 6 представлена картограма урожайності одного з полів кор-

порації "Інтерагросистема" Менського району Чернігівської області при збиранні зернових культур сезону 2002 року. Ця картограма зафіксована за допомогою контролера та датчику потоку зерна обладнання для реєстрації урожайності серії АЛМАЗ. Інформація записується на вмонтований електронний носій з об'ємом пам'яті, наприклад, 32 Mb, що дозволяє реєструвати дані з урожайності та координат руху комбайна на протязі



Контролер та датчик потоку зерна обладнання реєстрації урожайності

всього періоду збирання без втрати даних. Обладнання працює в повному автоматичному режимі, що робить його обслуговування та експлуатацію "прозорими" для комбайнера, а також дозволяє реєструвати маршрут руху комбайна з моменту виїзду з машинного двору до кінця робочої зміни.

Для реєстрації місцевизначених параметрів полів застосовувалась також апаратура на базі спеціально розробленого контролера. Контролер для реєстрації польових даних сільськогосподарських угідь в режимах "кар-



Контролер реєстрації місцевизначених параметрів полів

- 1 - слот підключення живлення;
- 2 - з'єднання PS/2;
- 3 - вхід датчика координат ГСП;
- 4 - магнітна картка;
- 5 - вхід датчика місцевизначених параметрів;
- 6 - індикатор стану контролера;
- 7 - клавіатура.

та" і "точка" має входи для підключення живлення (+12В), комп'ютера (через PS/2 - для забезпечення сервісного обслуговування), датчика місцевизначених параметрів, датчика координат ГСП. Цей контролер дозволяє записувати дані на зовнішню пам'ять. За допомогою такого обладнання можливо реєструвати інформацію, необхідну для побудови картограм наявності поживних речовин (NPK) в ґрунті, його кислотності (pH), вологості, температури, тощо.

При розробці бортових контролерів та комп'ютерів використовувались комплектуючі провідних фірм-виробників: ICOP Technology, WinStar, ICP_DAS (Тайвань) та "ХОЛИТ Дейта Системс" (Україна).



КОНТАКТИ:

т. (044) 267-8426
e-mail: l-anisc@mail.kar.net

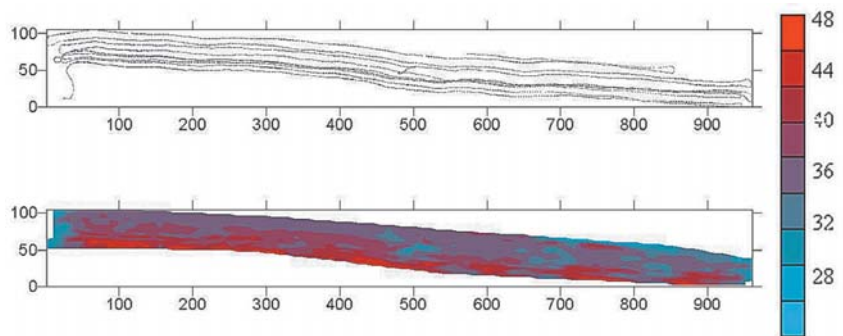


Рис. 6. Картограма урожайності (ц/га) та траєкторія руху комбайна на збиранні зернових культур