

Latex/ Artur Onishchenko , Artem Lapchenko, Oleh Fedorenko, Andrii Bieliatynskyi // In book: International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies EMMFT 2019 pp.104-116.

УДК 631.471

Одарюк Т.С., м. Полтава, Україна

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

## **ВИКОРИСТАННЯ ПРЕЦИЗІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ СКЛАДАННІ КАРТ**

### **СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

"Прецизійне" сільське господарство базується на структурній інформації про ґрунти, екологію, режим трофності, агрофізичні параметри та інші суттєві характеристики невеликих за розміром ділянок, полів, плантацій тощо. Ця інформація включає в себе результати фенологічних спостережень, метеоумови, технологію вирощування, догляду і збирання сільськогосподарських культур. Точність попередніх робіт зі збору та упорядкування локалізованої інформації про кількість та інтенсивність агротехнічних операцій, що застосовуються на конкретних ґрунтах в певних природно-кліматичних зонах, а також про потреби в насінні, добривах, хімічних меліорантах, пестицидах, поливах тощо визначає результативність їх запровадження в "прецизійне" сільське

господарство, яке має дві очевидні переваги перед його традиційним варіантом: по-перше, економічну оптимізацію самого аграрного виробництва; і по-друге, захист ґрунтів і довкілля в цілому від забруднення і деградації.

Переважає більшість технологій, які обслуговують потреби "прецизійного" сільського господарства, відноситься до класу комп'ютерних технологій, які були розроблені в останнє десятиріччя і в даний час удосконалюються. Цей досвід не перевищує п'яти років і повністю пов'язаний із запровадженням таких геоінформаційних технологій в США, Великобританії та Австралії. В даному випадку наводяться результати експериментального застосування прецизійних технологій Університетом м. Кордова (Іспанія).

При запровадженні прецизійних технологій першим кроком є виготовлення детальної карти родючості ґрунту, або, інакше, біопродуктивності ділянки, а якщо точніше – складання ліній (зон) ізопродуктивності. Для створення такої карти потрібно мати географічні координати точок X і Y, ув'язавши з ними дані про величину врожаю (кг/га). В прецизійних технологіях такі результати отримують за допомогою датчика GPS, що ним оснащено комбайн, і пов'язаним з цим через комп'ютерну програму синхронізованим вимірювачем врожайності. Задана точність і полегшення роботи по локалізації точок забезпечуються датчиками, які працюють за диференційованою методикою (DGPS). За цією методикою виправлення роблять з допомогою датчиків з точно означеною позицією, які отримують однаковий з польовими датчиками

сигнал від супутника Землі. Окрім безпосереднього коригування через супутник зв'язку, виправлення можуть поступати на датчик також від польових "радіомаяків", або передаються з допомогою звичайних радіосигналів.

Датчик урожайності вирощуваної зернової культури розміщується в бункері комбайна (збірнику чистого зерна). Дані про кількість зерна такий датчик фіксує, вимірюючи зерновий потік за допомогою електросигналу. Точність цих замірів знаходиться в межах восьми відсотків. Сьогодні кожен третій зерновий комбайн, що його виготовляють у США, обладнаний вимірювачем урожайності, отже, і ефективної родючості ґрунту. Наприклад, система, яка запроваджена фірмою "Массей Фергюссон", дозволяє охопити подібними вимірами майже 800 точок на кожному гектарі, тобто точність, яка набагато перевищує вимоги детального ґрунтового-агрохімічного картографування і задовольнить вимоги найвимогливішого автора польових дослідів за окультурювання ґрунтів і підвищення їхньої родючості.

Адекватна інтерполяція отриманих таким чином даних дозволяє виготовити карту родючості, яка відображає реальну мозаїку врожайності на конкретному полі, і допомагає змодельовувати об'єктивну стратегію визначення тих екологічних чинників, які знаходяться в мінімумі або, навпаки, в максимумі і емітують отримання запрограмованого врожаю.

Проте слід підкреслити, що процедура означеної інтерпретації є досить непростюю і для розробки потрібних стратегій потрібно мати результати замірів, здійснюваних

впродовж декількох років, оскільки динаміка врожайності дається багатьма факторами і ґрунтові умови є лише одним із них, до того ж взаємодія факторів може бути антагоністичною, синергетичною тощо. Точне визначення лімітуючого фактора в цьому контексті набуває вирішального значення для успішного напрацювання стратегій (моделей) господарювання позбавлених його негативного впливу.

Результати прецизійного картографування, отримані в Університеті м. Кордова, виявили надзвичайну строкатість карт урожайності. Це навело авторів карт на думку про те, що економічні ресурси на таких полях застосовувались край незадовільно. Цілком природно, що подальший аналіз таких і подібних їм ситуацій потребує значно більших масивів геоєкоінформації, але сама карта урожайності є початковою, при тому найбільш привабливою ланкою, без якої взагалі неможливо створити виробниче дієві бази даних для системи геоєкоінформації.

Вплив рельєфу як вельми впливового ґрунотворника і суттєвого фактора врожайності в прецизійному картографуванні враховується досить легко. Для цього в геоінформаційну систему (ГІС) включають карту ізоліній або інші характеристики (у випадку цифрових моделей), які й суміщають з ґрунтовими, агрохімічними, екологічними та іншими картами. Ця додаткова інформація формується з допомогою методу GPS і вводиться до ГІС.

Другим кроком прецизійного картографування ділянок, полів тощо є оконтурювання виділів з різними агровиробничими

і екологічними характеристиками ґрунтів. За даними Університету м. Кордова, контури зі зменшеною врожайністю найчастіше співпадають з ділянками ґрунту, мало забезпеченими фосфором і калієм, що є одним із лімітуючих факторів зниження врожайності. Але азот за його надзвичайно високої мобільності є тим елементом, який стає майже некерованим. Все ж в експериментах вдавалось зафіксувати на одному полі велику різницю в кількості спожитого рослинами азоту і це, на думку авторів, створює певні перспективи для диференційованого внесення азоту залежно від потреб рослин в тому чи іншому ґрунтовому контурі. Але тут виявляються суттєві ускладнення: досить часто низьковрожайні контури аж ніяк не залежать від кількості в ґрунті рухомих форм азоту, а для отримання одиниці урожаю на цих контурах потрібно внести непропорційно багато не лише азоту, але й інших ресурсів. Все ж надані в потрібний момент відомості про біопродуктивність (врожайність, родючість) і потребу в елементах живлення відносяться до основного блоку ГІС, що дає можливість не лише збалансувати режим живлення сільськогосподарських рослин фосфором, калієм і навіть азотом, а й попередити забруднення довкілля, перш за все водоносних горизонтів, яке відбувається за рахунок вимивання з ґрунту невикористаних рослинами біогенних елементів.

Процедура картографування ґрунтової родючості пов'язана з відбором і великої кількості зразків ґрунту, які потім аналізують за спеціальними методиками в лабораторії. Така процедура є настільки коштовною, що в більшості і випадків

затрати на її проведення не окуповуються.

Наступним кроком є картографування забур'яненості, яка, зазвичай, має характерні плямистості, зумовленої біологічними особливостями самих бур'янів (однорічні, багаторічні, кореневі тощо), ґрунтовими умовами (гранулометричний склад, трофність, кислотно-лужний режим, заболоченість тощо), рельєфом і т. ін. Розподіл бур'янів у вигляді плям означає, що частина поля є слабо або зовсім незабур'яненою, отже, обробіток ґрунту з метою знищення бур'янів, у тому числі й гербіцидами є неефективним і його не слід проводити. Точно дозоване відповідно з прецизійними технологіями застосування дорогокоштовних гербіцидів є економічно вигідним, до того ж забезпечує позитивний природоохоронний ефект. На відміну від контурів трофності, особливо по азоту, ділянки, які заселені бур'янами, мають певну стабільність в часі, через що їх розподіл можна визначити з допомогою картографування відповідних ділянок методом GPS з подальшим поданням одержаних даних до складу інформаційних систем. Але й тут є серйозні прогалини, оскільки слабо досліджено проблему післядії – гербіцидів. До того ж на необроблюваних полях щільність бур'янів зростає з надзвичайною швидкістю. "Демографія" бур'янів є особливо динамічною, ускладненою застосуванням гербіцидів та обробітком ґрунту і вимагає точної поінформованості щодо своїх закономірностей.

Отже, прецизійні технології в сільськогосподарському виробництві будуть з кожним роком все більше розвиватись,

оскільки такі його переваги перед традиційним землеробством, як економічність і екологічність, вже сьогодні не можуть бути проігноровані. Заради справедливості все ж варто зауважити, що вигода від застосування прецизійних технологій в сільському господарстві важко піддається оцінці. До того ж не завжди відомо, які параметри та з якою точністю потрібно включати до ГІС з метою послідуочого ефективного застосування "прецизійного" сільського господарства. Ведуться дослідження в напрямку здешевлення затрат на отримання даних, якість яких є вирішальною для застосування геоєкоінформаційних систем, аналізу просторового варіювання ґрунтової родючості, врожайності вирощуваних культур і ресурсних витрат, а також для адекватного управління процесом окультурювання ґрунтів і підвищення їх родючості, врожайності сільськогосподарських культур, екологізації землекористування.

#### Бібліографічний список:

1. Стародубцев Н.В., Карачинська В.В. Степаненко К.В. Географічні інформаційні системи (ГІС): їх структура і функції, перспективи застосування в ґрунтознавстві і агроєкології / В.М. - К.: Нора-прінт, 2005.
2. Beasley D.B. Distributed parameter hydrologic and water quality modeling. In: Giorgini, Zingales (eds.): Agricultural non-point source pollution, 2006.
3. Diamond J.T., Wright J.R.: Efficient Land allocation. Journal of Urban Planning and development. Vol. 115, No. 2. 2008.