

Тема 7. ДІДЖИТАЛІЗАЦІЯ У СФЕРІ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

План

1. Поняття точного землеробства та стан його розвитку в Україні.
2. Історія впровадження системи точного землеробства в світову практику землекористування.
3. Застосовування технологій точного землеробства в сільськогосподарському виробництві.
4. Роль діджиталізації в створенні інтегрованих система управління рослинництвом.
5. Економічна ефективність від впровадження технологій точного землеробства.
6. Екологічний аспект застосування технологій точного землеробства.

Література:

1. Федірець О.В. Управління інноваціями при впровадженні технологій точного землеробства в Україні. Наукові праці Полтавської державної аграрної академії / О.В. Федірець. – Полтава : ПДАА, 2013. № 2 (7). Т. 3. – с. 302-308.
2. Соколова Г.Б. Деякі аспекти розвитку цифрової економіки в Україні. Економічний вісник Донбасу / Г.Б. Соколова. – 2018. № 1(51). – с. 92-96.

1. Поняття точного землеробства та стан його розвитку в Україні.

Одним із визначальних завдань людства на межі ХХ-ХХІ століть стало забезпечення продовольчої безпеки населення планети, що дало поштовх до швидких темпів інтенсифікації сільського господарства. Проте його розвиток спровокував виникнення ряду проблем світового масштабу, серед яких доцільно виокремити питання раціонального використання природних ресурсів та забруднення навколишнього природного середовища. Для їх розв'язання необхідне розроблення системи інноваційних технологій в агровиробництві, що сприяло появі нових термінів, таких як «точне сільське господарство», «точне землеробство», «цифрове фермерство», «сільське господарство 4.0» тощо.

Точне землеробство - це не лише удосконалена технологія виробництва, а ціла філософія виробництва, при якій використовувані технології враховують особливі властивості місцевості та відповідні встановлені вимоги. Технологічні операції й матеріальні витрати спрямовані на оптимізацію витрат та використання їх необхідної кількості у потрібний час і тільки в потрібному місці. Тому точне землеробство є вимогою для сучасного сільського господарства, що вимагає поглибленого дослідження.

Проблема модернізації аграрного виробництва на сьогодні постала досить гостро і вимагає детального вивчення. За визначенням експертів точного землеробства, під даною системою землеробства розуміють такий набір технологій, що поєднує використання різноманітних датчиків, сучасних інформаційних технологій та технологій управління для оптимізації виробництва, враховуючи при цьому мінливість та невизначеність сільського господарства.

Міжнародне товариство точного землеробства (ISPA) формулює наступне визначення точного сільського господарства, а саме: *це стратегія управління, яка збирає, обробляє та аналізує часові, просторові та індивідуальні дані й поєднує їх з іншою інформацією для підтримки управлінських рішень відповідно до передбачуваної мінливості з метою покращення ефективності використання ресурсів, підвищення продуктивності виробництва, поліпшення якості продукції, зростання рентабельності та стійкості сільськогосподарського виробництва. Це складне визначення повинно охопити всю широту управління й характеризує бурхливий розвиток науки та техніки в сільськогосподарському виробництві.*

На сьогодні точне землеробство стало предметом вивчення багатьох учених, тому можна виокремити основні дефініції даного процесу. Слід зауважити, що суть даного визначення еволюціонує з плином часу, що безпосередньо пов'язано зі зміною технологій та усвідомленням того, чого можна досягти.

Згідно з дослідженнями, **точне землеробство визначається як інформаційно-технологічна система сільськогосподарського виробництва, в якій використовується система аналізу, визначення та управління такими факторами поля, як просторові та часові змінні для досягнення максимальної сталості, прибутку та захисту навколишнього середовища.**

Точне сільське господарство сприяє створенню ефективних планів боротьби зі шкідниками, збирання врожаю, зрошення, боротьби з хворобами та оптимальне внесення добрив тощо. Це нова технологія, яка пов'язана з розвитком технології отримання та аналізу даних, результатом чого є впровадження адекватних рішень.

Тобто головною метою точного землеробства є оптимізація ресурсів для сільськогосподарського виробництва відповідно до можливостей землі.

Основні результати, що досягаються за допомогою застосування технологій точного землеробства:

- 1) оптимізація використання витратних матеріалів (мінімізація витрат);
- 2) підвищення врожайності та якості сільгосппродукції;
- 3) мінімізація негативного впливу сільськогосподарського виробництва на навколишнє природне середовище;
- 4) підвищення якості земель;
- 5) інформаційна підтримка сільськогосподарського менеджменту.

Основними компонентами системи точного землеробства є:

- 1) система збору просторової інформації (ДЗЗ, наземні аналітичні методи);
- 2) система просторового контролю виконання операцій: GPS (прилади супутникової навігації) і сенсорні датчики.

За даними експертів в США близько 80% сільськогосподарських товаровиробників застосовують різноманітні технології точного землеробства. В Україні окремі технології точного землеробства застосовуються лише на 20-30% оброблюваних площ (що становить близько 8 млн га). Причому вітчизняні агрохолдинги використовують елементи точного землеробства на 50% площ - при внесенні засобів захисту рослин і тільки по 4% площ - при

посіви та внесенні мінеральних добрив.

Нині в Україні на агроринку популярні такі рішення, як: впровадження систем точного землеробства, аерозйомка з метою контролю якості посівів, ведення історії полів для вибору оптимальної культури, лабораторні дослідження ґрунту для отримання інформації про біохімічний склад. Ці технології дають можливість збільшити врожайність та знизити собівартість продукції завдяки скороченню витрат на паливо, насіння й добрива.

2. Історія впровадження системи точного землеробства в світову практику землекористування.

Вчені та конструктори розуміли, що система точного землеробства повинна базуватися на останніх досягненнях електроніки. Однак випробування вже перших експериментальних зразків показали, що складні і дорогі електронні прилади не пристосовані для польових умов, які характеризуються підвищеними запиленістю і вологістю середовища, вимагають висококваліфікованого обслуговування і ремонту при дефіциті запчастин. Але дуже скоро були створені адаптовані до с.-г. умовами мікропроцесори, електронні, фотоелектричні, ємкісні, електромагнітні, п'єзоелектричні, електромеханічні та інші датчики, а також електронні прилади.

Першими вагомими результатами у використанні електронних пристроїв на с.-г. техніці були розробки машин для захисту рослин. Наприклад, обприскувач Hydroelectron фірми Теснома, який отримав золоту медаль на міжнародній виставці SIMA-1976 Парижі, був обладнаний електронним регулятором подачі розчину пропорційно швидкості руху агрегату. Аналогічну машину розробила англійська фірма Agmet. У порівнянні з використовуваними в країнах СНД аналогами в них підтримується постійна в одиницю часу витрата розчину, а норма його внесення на 1 га значно варіюється при кожному перемиканні передачі, зміні частоти обертання двигуна і буксуванні коліс, що забезпечує економію до 20% отрутохімікатів. А це не тільки економічний, але і екологічний ефект.

Складніше вирішувалися питання точного висіву насіння зернових колосових культур. Експериментальні зразки таких сівалок були показані на міжнародній виставці в Мюнхені в 1982 р, а серійна машина з електронним регулятором висіву фірми Blanchot з'явилася лише через три роки і була відзначена на паризькій виставці SIMA-1985. Фірма Rider (Німеччина) пішла ще далі, створивши сівалку Saxonia, яка забезпечує задані не тільки відстань між насінням в рядку, а й глибину їх загортання.

Значних успіхів в електронізації с.-г. техніки досягли фірми Amazone, Diadem, Rotina, Lely і ін. В машинах відцентрового типу вони домоглися незалежності дози внесення добрив на 1 га від швидкості агрегату. Крім того, частота обертання дисків що розсіюють і фактична доза добрив, що вносяться на 1 га, постійно висвічуються на моніторі, причому останню тракторист може змінювати зі свого робочого місця.

У 1986 р в результаті тісної співпраці фірм-виробників тракторів і сільгоспмашин було визнано раціональним багатоканальний мікропроцесор

встановлювати на тракторі, а на машинах використовувати лише уніфіковані датчики.

Так, наприклад, на тракторі Case стали монтувати мікропроцесор і підключати до нього датчики і виконавчі механізми:

1. регулювання глибини обробки ґрунтообробних машин фірми Landsberg;
2. оптимізації роботи обприскувачів фірми Holder;
3. машин для внесення мінеральних добрив фірми Rotina;
4. сівалок Saxonia і ін.

Для об'єднання зусиль по розробці та освоєнню в с.г. виробництві електронних систем в 1992 році країни ЄС прийняли план, який передбачає прискорене фінансування з бюджету ЄС перспективних напрямків автоматизації та комп'ютеризації с.г. техніки. В даний час до цієї роботи приєдналися Угорщина, Чехія, Словенія та Естонія. Причому в створенні якісно нових, високоточних і високопродуктивних машин західноєвропейські країни значно обійшли США і Канаду.

Перший експериментальний зразок дводискової відцентрової машини для диференційованого внесення одного виду мінеральних добрив продемонструвала в 1994 р на виставці Smithfield Farm Tech англійська фірма KRM. Вміст поживних речовин в ґрунті визначається методом інфрачервоного фотографування поля з супутника. Однак через дорожнечу електронного обладнання (близько 50% ціни машини) вони не набули широкого поширення.

Піонером освоєння точного землеробства є Великобританія, де на фермі в графстві Сафольк протягом трьох років проводили картографування врожайності, покоординатно аналіз ґрунту в аномальних зонах, а добрива вносилися іншою машиною фірми Amazone-M-Tronic. Це забезпечило річну економію в середньому по 17,2 фунта стерлінгів на кожному гектарі (в порівнянні з внесенням постійних доз по всьому полю).

Технологія відмінно зарекомендувала себе і успішно застосовується в США, Канаді, Бразилії та в країнах Європи. У США і Канаді навігаційне обладнання особливо поширене, тому що у виробництві використовується широкозахватная техніка.

На сьогоднішній момент всі світові лідери з виробництва сільськогосподарських машин (CLAAS, John Deere, Case і ін.) комплектують свою техніку навігаційною системою GPS. Підраховано, що економічний ефект від застосування GPS-обладнання сягає 50-60 Євро на гектар. Крім того, користувачі даного обладнання отримують можливість проводити польові роботи вночі, в тумані, при підвищеній запиленості.

Зарубіжний досвід налічує достатньо велику кількість виробників GPS-обладнання: це відома компанія John Deere з приладом Green Star Parallel Tracking System, і менш відомі: Mid-Tech Center-Line, Raven RGL 500, Cultiva ATC, Outback S, і інші. Однак, незаперечним лідером в даному напрямку на сьогоднішній день є компанія Trimble з сімейством навігаційних приладів серії AgGPS, які широко застосовуються в точній землеробстві в Європі, США, Канаді та інших країнах.

3. Застосовування технологій точного землеробства в сільськогосподарському виробництві.

Система позиціонування, заснована на прийомі сигналів супутників GPS до мінімуму скорочує пропуски і перекриття при суміжних проходах агрегатів, що, в кінцевому рахунку, призводить до економії посівного матеріалу, добрив, хімікатів і паливо-мастильних матеріалів (ПММ). Оскільки система усуває потребу в сигнальниках, скорочуються витрати на додатковий персонал. Сільськогосподарські операції виконуються швидше.

Важливо, що система дає можливість працювати в умовах поганої видимості в тому числі, в темний час доби. Більш того, система є ресурсозберігаючою технологією: за рахунок зменшення смуг перекриттів до мінімуму знижується перевитрата добрив і засобів захисту рослин (ЗЗР). За рахунок точної навігації не «розмивається» первісна технологічна колія проходу техніки: система запам'ятовує траєкторію руху і дає механізаторові можливість точно потрапити в ту ж колію при повторній обробці поля.

Основна перевага застосування *систем паралельного водіння* при обприскуванні – скорочення до мінімуму огріхів, що неминуче виникають при цій операції, особливо якщо вона проводиться широкозахватною технікою і в умовах поганої видимості. Наприклад: при обробці гербіцидами, такі огріхи можуть негативно відбитися на врожайності не тільки необроблених ділянок, а й усього поля.

При водінні звичайним способом, механізатор, щоб уникнути пропусків, намагається проходити сусідні ряди з перекриттям, що значно погіршує фітотоксичність препаратів. В кінцевому рахунку, перекриття складають, за різними оцінками, від 5 до 15% площі. Застосування GPS-навігації знижує взаємне перекриття рядів до 1-3% і дозволяє досягти точності обробки 15-30 см від проходу до проходу.

Система складається з декількох компонентів: курсовказівника EZ-Guide 250/500 зі вбудованим супутниковим приймачем, підрулювального пристрою EZ-Steer або навігаційного контролера NavController II.

Курсовказівник Trimble EZ-Guide 250 встановлюється в кабіні трактора і вказує водію напрямок для точного водіння по паралельних рядах в ході польових робіт. Він складається з світлодіодної панелі, кольорового 4-дюймового дисплея і інтегрованого 12-канального GPS-приймача. Яскраві світлодіоди показують водієві, в який бік відхиляється трактор від ідеальної траєкторії і величину зсуву.

Використання системи Trimble EZ-Guide 500 має розширений діапазон точності від проходу до проходу (2,5-30 см). Цей прилад містить високоточний двочастотний приймач GPS/DGPS/RTK і 7-дюймовий дисплей. Приймач дає можливість кожного року використовувати «стару» траєкторію руху і легко модернізується до більш високого рівня.

Використання підрулювального пристрою EZ-Steer виключає огріхи, збільшує ефективну експлуатацію сільськогосподарської техніки, за рахунок можливості працювати в темний час доби, в умовах поганої видимості і значно знижує стомлюваність механізаторів. При досягненні кінця гону механізаторові

залишається тільки вивести машину на новий ряд, користуючись підказками курсовказівника, і знову підключити EZ-Steer, який передає зусилля через гумовий валик на рульове колесо.

Вбудоване програмне забезпечення курсовказівника Trimble EZ-Guide 250/500 дозволяє виконувати картування полів - при об'їзді поля по контуру визначити точні координати меж поля і обчислити його загальну площу.

Для механізатора робота з системою досить проста: перший прохід механізатор виконує вручну. Вказує ширину захвату агрегату, задає початкову і кінцеву точки руху. Потім система автоматично розмічає площину поля в курсовказівнику лініями, паралельними заданої і з шириною рівною ширині захвату агрегату. Далі механізаторові необхідно рухатися по цих траєкторіях. Система підтримує не тільки прямолінійні, але також криволінійні і спіралеподібні способи руху.

Ефект від використання паралельного водіння очевидний і підтверджується досвідом. Так, наприклад, при роботі посівного комплексу стикове міжряддя було встановлено 25 см при відстані між сошниками 35 см. При роботі агрегату ширина стикового коливалася в межах 5 см. Таким чином, використання високоточного курсовказівника з пристроєм, що підрулює дозволяє мінімізувати перекриття і здійснювати посів з величиною стикових міжрядь, рівних міжсошниковій відстані.

Перекриття скорочується до 10%, і отже, зменшується перевитрата насіннєвого матеріалу, ПММ та припосівних мінеральних добрив. За рахунок збільшення змінної продуктивності на 20% і збільшення робочого часу на 40% через роботу вночі, значно скорочується час виконання польових робіт.

4. Роль діджиталізації в створенні інтегрованих система управління рослинництвом.

Одним з ефективних шляхів управління агрохолдингом в умовах конкурентного середовища є *супутниковий моніторинг*.

Для супутникового моніторингу землеробства на полях підприємства пропонується платформа **CROPIO** - це інтегроване комплексне програмне рішення, що забезпечує супутниковий моніторинг стану посівів, ведення обліку показників та відстеження обладнання і техніки у режимі реального часу.

Інтегрована система управління рослинництвом - це комплексне рішення з застосуванням декількох технологій, об'єднаних в одну інформаційну систему. Головна перевага інтегрованих систем - взаємопов'язані дані.

Сьогодні керівнику вже недостатньо лише запланувати польові роботи, розрахувати витрати добрив, пального або насіння, розподілити техніку на ці роботи, а потім зафіксувати в програмі факт виконання. Він повинен точно знати склад ґрунту на полях, яке насіння, добрива, агрохімікати та в якій пропорції вносити, коли і як провести підживлення рослин.

Керівнику потрібна повна і достовірна картина стану посівів на полях, розташованих в різних регіонах, точні розміри оброблюваних земель, дані про проблемні ділянки і зони. Для успішного ведення агробізнесу потрібно знати історію земель за кілька років, в режимі реального часу бачити роботу техніки і

персоналу на полях, організувати облік витрат і розподілити ці витрати пропорційно обсягам виконаних робіт.

Завдяки одночасному аналізу великої кількості показників - від актуальних і історичних даних про температуру повітря і опадах з найближчих до полю метеостанцій до даних про поточні результати роботи техніки з датчиків GPS-логгерів, інтегрована система управління рослинництвом CROPIO (рис. 7.1) відповідає більшості вимог, що пред'являються сучасними топ-менеджерами аграрного ринку.

Програма CROPIO складається з трьох базових модулів:

- 1) Стан посівів (Crop Health);
- 2) Планування робіт (Operations);
- 3) GPS-моніторинг (Telematics).

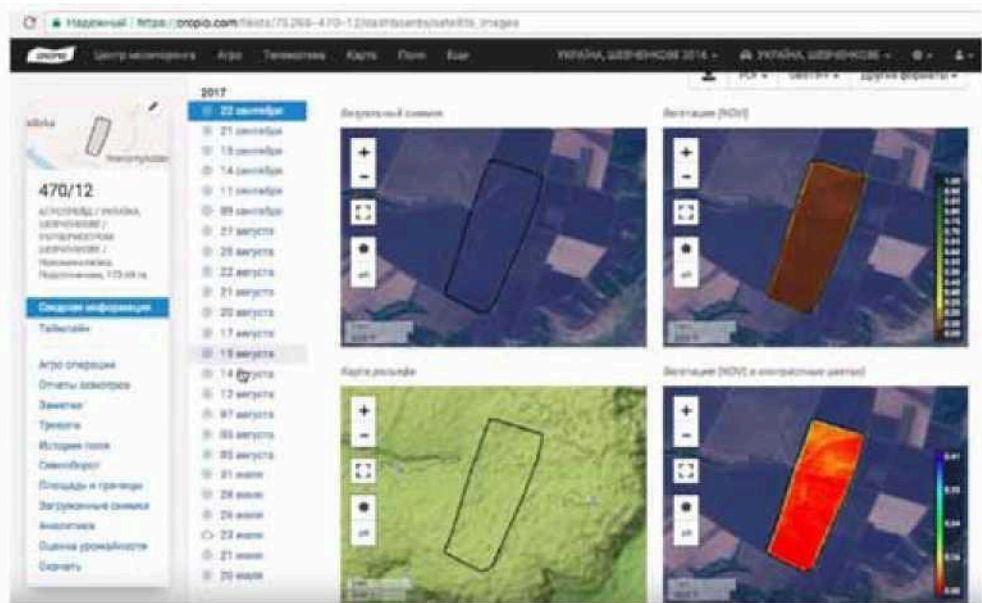


Рис. 7.1. Інформація про стан посівів онлайн

Програма підтримує відправлення запитів десяткам супутникових систем, метеостанцій і сенсорів, щоб завантажити архів супутникових знімків високого дозволу, історичні графіки вегетації культур на полях, метеорологічну інформацію за останні 10 років, карти рельєфу, висот і схилів для кожного поля.

Інформація про стан посівів на полях оновлюється регулярно на підставі знімків, зроблених понад 10-ю супутниковими системами: середнього (250 м на 1 піксель), і високого (10 і 15 м на 1 піксель) дозволу.

Модуль Телематика інтегрує вже існуючу у компанії систему GPS моніторингу транспорту в Cгopіo. Крім стандартних функцій, які є практично у всіх подібних програмах - управління технікою, контроль руху і витрати палива, модуль Телематика дозволяє зіставляти якість проведення робіт машинами з поточним станом посівів на поле і прив'язувати техніку до операцій, створеним для кожного поля індивідуально.

В результаті інтеграції системи моніторингу транспорту можна побачити статус всіх робіт на полях в розрізі кожного поля, груп полів, окремих операцій, техніки, людей; створити для цієї зв'язки плани робіт на день і відстежити історію всіх операцій. В режимі онлайн контролюється витрата палива кожною

машиною і робота кожного водія.

Отже, організаційна структура холдингу має бути спрямована на встановлення чітких взаємозв'язків між окремими підрозділами фірми, розподіл між ними прав та відповідальності. У ній реалізуються різні вимоги до вдосконалення системи управління, що знаходять своє відображення у тих чи інших принципах управління.

Головними напрямками розвитку систем управління в умовах діджиталізації менеджменту мають стати: сприяння прискоренню інноваційних ініціатив, прогностичний моніторинг ринкового середовища, оцінка чинників впливу на конкурентоспроможність компанії, розроблення дорожніх карт на основі галузевих пріоритетів та клієнтського досвіду. Разом із цим має відбуватися формування кадрового потенціалу, комплексна синхронізація всіх видів діяльності, розвиток культури та компетенцій інформаційного обміну, модернізація ІТ-систем, застосування аналітики та Big Data.

Відтак, для забезпечення стабільного розвитку агрохолдингу, зміцнення економічної та технологічної безпеки галузі необхідне впровадження новітніх прогресивних технологій. Використання інновацій та техніко-технологічних розробок в аграрній галузі дасть змогу підвищити результативність її діяльності. За рахунок інтенсивних технологій ведення вітчизняного сільськогосподарського виробництва можна досягти збільшення виробництва валової продукції, покращити її якість, скоротити витрати ресурсів, що, в свою чергу, сприятиме підвищенню ефективності та прибутковості агровиробництва.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ:

1. Дайте визначення поняттю «точне землеробство».
2. Назвіть основні результати, що досягаються за допомогою застосування технологій точного землеробства.
3. Охарактеризуйте історію впровадження системи точного землеробства в світову практику землекористування.
4. В чому полягає основна перевага застосування систем паралельного водіння?
5. Як діджиталізація допомагає в створенні інтегрованих система управління рослинництвом?
6. Які можливості має система управління рослинництвом CROPIO?