

ТОЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО ЯК ВАЖЛИВИЙ ЕЛЕМЕНТ СУЧАСНОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА В УКРАЇНІ

Лукач В.С.¹, Фришев С.Г.², Василюк В.І.³, Ікальчик М.І.⁴

¹ к.п.н., професор, директор ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут";

² д.т.н., професор ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут";

³ к.т.н., доцент, в.о. декана факультету інженерії та енергетики ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут";

⁴ к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри агроінженерії та транспортних технологій ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут".

Система точного (координатного або керованого) землеробства поєднує найбільш ефективні складові сучасних технологій і використовує супутникові навігаційні системи для точного визначення географічних координат окремих ділянок поля, місце визначення машинно-тракторних агрегатів (МТА) і дозованого внесення технологічних матеріалів: насіння, мінеральних добрив та засобів захисту.

Точне землеробство - це оптимальне управління для кожного квадратного метра поля. Метою такого управління є отримання максимального прибутку за умови оптимізації сільськогосподарського виробництва, економії господарських і природних ресурсів. При цьому відкриваються реальні можливості виробництва якісної продукції та збереження навколишнього середовища. Такий підхід, як показує міжнародний досвід, забезпечує набагато більший економічний ефект і, найголовніше, дозволяє підвищити відтворення ґрунтової родючості і рівень екологічної чистоти сільськогосподарської

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання механізації, енергоефективності та логістики в аграрному
секторі в умовах сучасних викликів»

продукції.

Точне землеробство – це комплексна високотехнологічна система сільськогосподарського менеджменту, що включає в себе технології глобального позиціонування (GPS), географічні інформаційні системи (GIS), технології оцінки врожайності, змінного нормування і дистанційного зондування землі.

Суть точного землеробства в тому, що обробка полів проводиться в залежності від реальних потреб вирощуваних в даному місці культур. Ці потреби визначаються за допомогою сучасних інформаційних технологій, включаючи космічну зйомку. Основні результати, що досягаються за допомогою застосування технологій точного землеробства: оптимізація використання витратних матеріалів; підвищення врожайності та якості сільгосппродукції; мінімізація негативного впливу сільськогосподарського виробництва на навколишнє природне середовище; підвищення якості земель; інформаційна підтримка сільськогосподарського менеджменту.

Основними компонентами системи точного землеробства є:

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

Принцип роботи системи приладів супутникової навігації (GPS) полягає у наступному. У навколосемному просторі розгорнута мережа штучних супутників Землі (ШСЗ), які рівномірно “покривають” всю земну поверхню. Орбіти ШСЗ визначаються з дуже високою точністю, тому в будь-який момент часу відомі координати кожного супутника. Радіопередавачі супутників безперервно випромінюють сигнали в напрямку Землі. Ці сигнали приймаються GPS-приймачем, що знаходиться в деякій точці земної поверхні, координати якої потрібно визначити.

Для визначення місця розташування певної точки потрібно знати три координати (плоскі координати X , Y і висоту H), отже, в приймачнику повинні бути виміряні відстані до трьох різних штучних супутників Землі. В результаті обробки цих вимірювань в приймачнику обчислюються координати (X , Y і H) і точний час. Якщо приймач встановлений на об'єкті, що рухається, то може бути обчислена і швидкість об'єкта.

До складу системи входять:

1. сузір'я штучних супутників Землі (ШСЗ);

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання механізації, енергоефективності та логістики в аграрному
секторі в умовах сучасних викликів»

2. мережа наземних станцій спостереження і керування (сегмент управління);

3. власне GPS-приймачі (апаратура споживачів).

Головна особливість системи точного землеробства – диференційований підхід до окремих ділянок поля. Адже відомо, що варіація родючості ґрунту і ступінь розвитку рослин усередині поля величезна. Це підтверджують зображення рослинності полів, отримані з космічних знімків, по яких за допомогою спеціальної програми будується цифрова карта схожості і розвитку рослин.

Для створення і зберігання інформації, створення карт врожайності і вирішення інших завдань використовують польові комп'ютери, які, працюючи спільно з навігаційним приладом, дозволяють зберігати дані, проводити картування, аналізувати зразки ґрунту, вести топографічну карту. Отримати інформацію про площу поля і його агрохімічний стан можна при використанні мобільного автоматизованого комплексу, що складається з навігаційної системи, польового комп'ютера, автоматичного пробовідбірника ґрунту на глибині до 30 – 40 см і автомобіля. Використовуваний мобільний комплекс дозволяє в повному об'ємі в автоматизованому режимі здійснити із заданим кроком дискретне польове обстеження.

Найбільш переконливими є переваги системи точного землеробства у режимі «on-line», коли з'являється можливість за допомогою спеціальних датчиків робити виміри стану рослин на мікролокальному рівні ділянки поля і одразу ж коригувати внесення агрохімікатів. Зокрема, розроблені різні системи сенсорних датчиків, які встановлюються на трактор під час внесення добрива. Датчики визначають в реальному часі основні параметри стану ґрунтів, які необхідно враховувати для регулювання зростання рослин. За допомогою комп'ютера і відповідного програмного забезпечення відбувається обробка даних, визначається кількість добрив, необхідна для конкретної ділянки землі; потім дані передаються на агрегати, які вносять добрива.

Створені адаптовані до с.-г. умов мікропроцесори, електронні, фотоелектричні, ємкісні, електромагнітні, п'єзоелектричні, електромеханічні та інші датчики, а також електронні прилади, які стали базою системи точного землеробства. Значних успіхів в електронізації с.-г. техніки досягли фірми Amazone, Diadem, Rotina, Lely і ін. Застосування електронних пристроїв дало можливість знизити нерівномірність внесення добрив. Фірма Rider (Німеччина) створила сівалку Saxonia, яка забезпечує задані не тільки відстань між насінням

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання механізації, енергоефективності та логістики в аграрному
секторі в умовах сучасних викликів»

в рядку, а й глибину їх загортання. 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: регулювання глибини обробки ґрунтообробних машин фірми Landsberg; оптимізації роботи обприскувачів фірми Holder; машин для внесення мінеральних добрив фірми Rotina; сівалок Saxonia і ін.

Причому мікропроцесор не тільки контролює і регулює технологічні параметри, але і показує фактичну робочу швидкість агрегату, обсяг виконаної роботи, параметри двигуна і питому витрату палива. Завдяки використанню високоточної техніки в країнах з розвиненим землеробством вдалося підняти врожайність зернових культур до 90 ц/га і отримати вагомий прибуток.

В різних країнах почали розробляти способи і засоби для спрощення і зниження вартості агрохімічного аналізу ґрунту, в тому числі через врожайність вирощеної культури на окремих ділянках поля. Одне з кардинальних рішень цієї проблеми запропонувала англійська фірма KRM — оцінювати вміст азоту, фосфору і калію в ґрунті шляхом фотографування полів в інфрачервоних променях на спеціальну плівку за допомогою літака або супутника Землі.

Технологія точного землеробства відмінно зарекомендувала себе і успішно застосовується в США, Канаді, Бразилії та в країнах Європи. На сьогоднішній момент всі світові лідери з виробництва сільськогосподарських машин (CLAAS, John Deere, Case і ін.), комплектують свою техніку навігаційною системою GPS в зв'язку з тим, що це забезпечує економію коштів. У Європі, наприклад, 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 підвищеної запиленості.

Машинобудівні компанії "Кейс", "Джон Дір", "Клаас" давно продають в Україні трактори, оснащені інтегрованою системою автоматичного керування. Вона приймає сигнал, який синхронізується із супутниковою системою GPS та використовується для миттєвого відправлення та отримання технічних, агрономічних чи виробничих параметрів. Тракторист "на ходу" може виміряти, скажімо, вміст азоту в ґрунті, і ці показники відразу знатиме власник або менеджер господарства. Також власник зможе перевірити, скільки гектар

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання механізації, енергоефективності та логістики в аграрному
секторі в умовах сучасних викликів»

обробив той чи інший трактор чи комбайн, скільки витратив палива. Сівалка, розкидач добрив, будь-яка причеплена до трактора техніка діятиме згідно з даними тракторного бортового комп'ютера: де треба, покладе більше добрива, а в іншому місці внесе іншу норму насіння. Компанія «Кейс» пішла ще далі: на міжнародній виставці SIMA-2016 у Парижі вона показала безпілотний трактор Case IH Magnum CVX, який працює взагалі без водія у кабіні.

Певне виробниче застосування отримала система паралельного водіння Trimble, яка універсальна для будь-яких типів сільськогосподарських машин. Це — одна з технологій точного землеробства, що дозволяє оптимізувати обробіток земель і суттєво зменшити витрати на паливо, посівний матеріал та добрива. Вона містить, зокрема, підрулюючі пристрої, вказівники курсу (GPS-навігатори) та автопілоти ліній напрямку. Курсопоказчик Trimble встановлюється в кабіні трактора і вказує водію напрямок для точного водіння по паралельних рядах в ході польових робіт. При досягненні кінця гону механізаторові залишається тільки вивести машину на новий ряд, користуючись підказками курсоуказателя, і знову підключити автоматику.

За даними дослідження компанії «Агрістатіс», у 2022 році аграрії почали активніше запроваджувати різні методи точного землеробства, як порівняти з тогорічними. Практику застосування різних рішень щодо диференційного внесення добрив, сівби та обробки засобами захисту рослин за допомогою систем точного землеробства мають наразі 17–19% аграріїв. Незважаючи на воєнні дії в нашій країні, агрономи хочуть і далі користуватися різними видами новітніх технологій у майбутньому та збільшити відсоток їх застосування.

Застосування дронів в умовах війни має особливий характер. Наразі до підготовки операторів дронів долучилась значна кількість фахівців, зокрема з аграрної галузі точного землеробства. Незважаючи на те, що більша частина аграріїв (56% — за даними дослідження «Агрістатіс» 2022 року) не мала практики користування дронами в минулому, 34% планують залучити дрони в майбутньому. Коментар від школи операторів БПЛА «Крук»: звісно, ситуація за 5–10 років може кардинально змінитись, і дрон буде такою самою звичною річчю в господарстві, як і трактор. Але до цього ще треба зробити певні кроки.

Ще одно питання для вирішення за допомогою технологій точного землеробства — очищення аграрних угідь від наслідків війни. Масштаби забруднення протипіхотними мінами ще оцінюються, але, за даними уряду України, з початку війни очищено всього 0,3% підозрюваної забрудненої території. За даними Міністерства аграрної політики, на квітень 2023 року було

Міжнародна науково-практична конференція
«Актуальні питання механізації, енергоефективності та логістики в аграрному
секторі в умовах сучасних викликів»

обстежено 12 тис. гектарів сільськогосподарських земель для першочергового розмінування, підрозділи ЗСУ вже розмінували 2,3 тис. гектарів.

У Європі та США технології точного землеробства активно використовуються вже понад 20 років. У США 80% фермерів тією чи іншою мірою враховують технології точного землеробства, включаючи диференційоване внесення добрив та обробку пестицидами. Китай також активно впроваджує системи точного землеробства, що спричинило збільшення врожайності зерна на 60% сільськогосподарських угідь за останнє десятиліття.

Піонером точного землеробства в Україні є компанія «Дружба-Нова», де елементами точного землеробства охоплено 100% оброблюваних площ. Технологія змінної норми висіву та автоматичного контролю сошників за рахунок оптимізації густоти стояння рослин дозволила підвищити врожайність кукурудзи до 20% та заощаджувати насіннєвий матеріал за рахунок відсутності перекриттів та загушення посівів залежно від конфігурації поля до 15%. За результатами дослідження «Українського клубу аграрного бізнесу» (УКАБ) «Дружба-Нова» займає найкращі місця у світі, випереджаючи за деякими сегментами основних конкурентів України – Аргентину та Бразилію. Американець українського походження Джон Шморгун, президент українського холдингу «АгроДженерейшн», пріоритети розставляє так: «Точне землеробство – це для нас усіх мрія. Але якщо люди безвідповідальні – для них говорити про GPS трохи зарано. Персонал – це проблема №1. Земля – проблема №2». Прогрес у агросфері неможливий без освічених людей.

Таким чином узагальнення досвіду передових країн Світу та отримані результати вітчизняних вчених та фермерів вже показали, що точне землеробство це реальна інноваційна, екологічно й економічно обґрунтована розробка, яка потребує всеякої підтримки і впровадження.

Список використаних джерел:

1. Аніскевич Л. В. Спеціалізоване обладнання машин для високоточного внесення заданих норм мінеральних добрив в технологіях точного землеробства : реком. / Л. В. Аніскевич, Д. Г. Войтюк, І. М. Сівак, М. З. Зелінський; за заг. ред. Л. В. Аніскевича. - К : Аграрна освіта, 2006. - 49 с.
2. Войтюк Д.Г. Методи реалізації системи точного землеробства / Д. Г. Войтюк, Л. В. Аніскевич, Г. Р. Гаврилюк, М. С. Волянський // Науковий вісник НАУ. – 1998. – Вип. 9. – С. 67–69.
3. Основи точного землеробства для фермера — інфографіка.

<https://kurkul.com/spetsproekty/1165-osnovi-tochnogo-zemlerobstva-dlya-fermera--infografika>, 2021.

4. Як розвивається напрям точного землеробства в умовах воєнного стану.

Механізація АПК, «Агрістатіс», 2023.

© Лукач В.С., Фришев С.Г., Василюк В.І., Ікальчик М.І. 2024

УДК 539.3

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИСКРЕТНО ПІДКРІПЛЕНИХ ЕЛІПСОЇДАЛЬНИХ ОБОЛОНОК ДЛЯ АПК

Майбородіна Н.В.¹, Герасименко В.П.², Редько Р.В.³

¹ канд. фіз.-мат. наук, доцент, ВП Національного університету біоресурсів і природокористування України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, mainataliia2311@gmail.com;

² канд. техн. наук, доцент, ВП Національного університету біоресурсів і природокористування України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, suavagvr@gmail.com

³ студент, ВП Національного університету біоресурсів і природокористування України "Ніжинський агротехнічний інститут", м. Ніжин, rostik2003@gmail.com

Анотація: в даній роботі наведено огляд літератури дослідження коливань дискретно підкріплених еліпсоїдальних оболонок. В роботі проведений аналіз сучасного стану проблеми дослідження коливань підкріплених оболонок. Наведений огляд основних напрямків досліджень і праць, які опубліковані за останні роки.

Ключові слова: підкріплені еліпсоїдальні оболонки, еліпсоїдальні оболонки, вимушені коливання.