

Для прикладу приведемо результат оцінки розрахунку ранжувань тракторів з табл.8 (ст. 23). Візьмемо трактори, які за даною методикою отримали однаковий ранг 19-100, а саме №№ 12, 16, 18, 19, 20, 21, 30 та 31. Спробуємо оцінити їх за своєю методикою. Результат розрахунку приведено в табл. 1.

Як бачимо за методикою, яка рецензується всі трактори однакові (так як у всіх ранг 19-100) не зважаючи, що ціна на трактор коливається від 41 до 62 тис.€. А це 212000 грн. різниці. Дайте мені 212000 грн. і я визначу, який трактор кращий без всякої методики. За нашою методикою при рівнозначних критеріях отримуємо чітке ранжування. На 1 місці - Deutz Fair 120, 2- McCormick MC105, 3 - New Holland T6010.

Люба методика має містити основні формули і залежності для самостійного визначення чи перевірки правильності ранжування окремих марок с.г. машин. Відсутність цих залежностей є недоліком даної методики. Яким чином визначався ранг не зовсім зрозуміло. Якщо це просте відношення кількості (%) приналежностей світовому рівню (із загальної кількості варіантів), що відповідають світовому рівню згідно кожного критерію, тоді це пояснює неможливість однозначного ранжування. Методика не розкриває, що саме приймають за базовий варіант. Просто варіант у якого найкращі ті чи інші показники, чи щось інше? Чи саме базовий варіант і визначався експертами? Якщо так, тоді дана методика має ще один недолік, а саме статичність і відсутність мобільності. Адже експерти можуть скласти свою оцінку лише стосовно техніки, яка вже є на ринку України, (а це на 80% техніка нижче світового рівню). Нові розробки не відразу зможуть бути оцінені експертами, або оцінка їх буде не коректною і як наслідок втрачається час на оцінку.

Врахувавши дані зауваження, на наш погляд, і використавши сучасні інноваційні обчислювальні технології, дану методику можна покласти в основу проектування повноцінної експертної системи.

УДК 631.171:631.3.075

СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ РУХОМ ПОЛЬОВИХ АГРЕГАТІВ

Сіренко Ю. В., Калнагуз О. М.

Сумський національний аграрний університет

Однією з найважливіших завдань сільськогосподарського виробництва є підвищення продуктивності праці на операціях по

вирощуванню сільськогосподарських культур при одночасному збереженні високої якості виконуваних робіт.

При русі машинно-тракторних агрегатів (МТА) в складі колісного трактора і сільськогосподарських машин, які агрегуються з ним, відбувається відхилення від заданої траєкторії внаслідок збурень з боку опорної поверхні, дії сил інерції, нахилу опорної поверхні. При цьому утворюються огріхи, відбувається збільшення шляху і підвищується витрата палива, витрата насіння і добрив. При обприскуванні відбувається перекриття зон запилення, що призводить до підвищеної витрати гербіцидів і отруєння рослин. При спробах підвищити швидкість руху водій не встигає реагувати на відхилення і змушений знижувати швидкість, що призводить до зниження продуктивності праці [1].

Одним з найбільш ефективних способів зниження впливу негативних моментів на якісні та кількісні показники роботи МТА є використання систем прецизійного землеробства на основі супутникової навігації. Впровадження технологій точного землеробства в господарстві підвищує ефективність і продуктивність на кожному етапі сільськогосподарських робіт. Зараз на світовому ринку є п'ять провідних виробників спеціального устаткування для систем автоматичного керування: Trimble, Raven, Hexagon, John Deere та Precision Planting.

В Україні статистики впровадження елементів точного землеробства не існує. Вірніше, її ніхто не збирав і не узагальнював. Лише в деяких компаніях, котрі просують на ринку свої послуги та інструментарій, є свій сегментний погляд на ситуацію [2]. Наразі в Україні точним землеробством охоплено лише 15% сільгоспземель. Однак, ця цифра швидкими темпами збільшується [3].

В даний час застосовуються в сільському господарстві прилади: системи паралельного водіння і автопілот. Автопілот призначений для автоматичного коректування напрямку руху трактора. Для цього до керма підключається спеціальний прилад - пристрій, що підрулює. Він може бути електричним і гідравлічним [4].

Однією з найбільш доступних і в той же час найбільш популярних технологій точного землеробства є система паралельного водіння. Дана система дозволяє проводити польові роботи (оранка, культивування, сівба, внесення добрив, збирання врожаю) з максимальною точністю і мінімумом «непотрібних» рухів.

Система паралельного водіння заснована на використанні сигналу супутникової навігації. При використанні безкоштовного GPS-сигналу рух сільгосптехніки по полю здійснюється з точністю до 30 см. При роботі з платним сигналом точність сягає до 2,5 см, що дає можливість радикально скоротити площу пропущених або двічі оброблених ділянок поля. Також скорочується довжина холостого ходу техніки і ширина розворотної смуги, знижується (до 20%) кількість використовуваних ресурсів - палива, насіння,

добрив [5]. Система управління направляє трактор строго паралельно лінії, зафіксованій при першому проході агрегату. Техніка працює як прямолінійно, так і криволінійно.

Користуючись підказками курсовказувача, можна вести трактор по полю будь-хто, якої завгодно складної форми, без пропусків і перекриттів, з точністю до 20-40 см вдень і вночі, в будь-яку погоду. Значення такої можливості важко переоцінити, коли через несприятливі погодні умови для проведення польових робіт є невелике «вікно» в 2-3 дня. Курсовказувач може легко переставлятися з однієї одиниці техніки на іншу [7]. Однак система паралельного водіння може не тільки підказувати, але і сама вести трактор, або комбайн. Для цього до курсовказувача підключається автопілот і підрулювач пристрою [6].

Електричний автопілот – автоматичний підрулювач. Електричний автопілот здійснює управління технікою без вбудовування в гідравлічну систему непідготовленої розробником техніки. Автопілот в залежності від моделі встановлюється без зняття рульового колеса (Raven Smartsteer, OnTrac3), або вимагає установки електричного керма (TopCon X25, AgGPS EZ-Pilot). Електричне кермо може встановлюватися на будь-яку модель трактора. Електричні автопілоти обладнані вбудованим компасом, технологіями компенсації нерівностей, датчиками кута повороту, гіроскопами, акселерометрами.

Автопілот складається з електрогідравлічної системи автоматичного керування трактором. Механізатор на початку ділянки задає тип руху. При пересуванні по прямим лініям вказує пункти початку і кінця. При криволінійному русі перший прохід здійснює оператор, після чого включає автопілот і трактор повторює рухи по заданій кривій. Тракторист допомагає процесу управління трактором тільки на поворотах. Електричний автопілот – це найдешевше рішення. Однак воно має деякі недоліки – діє з деяким запізненням [4].

Гідравлічний автопілот – досягнення максимальної точності всіх видів робіт (суцільна культивуація, передпосівна культивуація, сівба, міжрядна культивуація, обприскування, внесення добрив і ін.). Збільшення продуктивності за рахунок роботи в нічний час. Колія сільгосптехніки рівна і не впливає на виконання точності робіт. Це важливо при обробці просапних культур. Поліпшується точність міжрядної культивуації, забезпечується захист рослин при внесенні гербіцидів.

Незважаючи на максимальну автономність машин все ще необхідна присутність оператора. По-перше, трактор на автопілоті не може сам розвертатися. Водій і починає маневр розвороту, після чого передає управління автопілоту, який завершує маневр по оптимальній траєкторії. По-друге, при роботі поблизу ліній електропередач виникають перешкоди, і навігаційна система починає давати збої, що знову вимагає ручного управління. В сільськогосподарських угіддях, що мають високі, щільні

дерева і/або хвилястий рельєф місцевості, прийом сигналів GPS стає великою проблемою. Лише в деяких моделях при втраті GPS-сигналу трактор ще протягом 15 хвилин рухається по заданому курсу. По-третє, робота автопілоту дуже сильно залежить від якості інтернет – з'єднання. У місцях, де покриття інтернетом слабке, система автоматичного водіння може бути не придатна для використання. По-четверте автопілот не здатний розпізнавати перешкоди на шляху проходження, для їх об'їзду необхідно переходити на рульове керування [8].

Перераховані вище системи недешеві. Наприклад, система автопілотування від фірми «Джон Дір» коштує близько 21000 євро для колісних і 16500 євро для гусеничних тракторів. Система паралельного водіння трохи дешевше і коштує від 5000 до 6000 євро.

З швидким розвитком безпілотних технологій в сучасному сільському господарстві автоматичне планування маршруту грає важливу роль в роботі сільськогосподарських полів, а розворот сільськогосподарських машин на поворотних смугах є важливою частиною цього процесу [9]. Поворот на розворотній смузі повинен виконуватися за мінімальний час і переміщатися в обмежених умовах бездоріжжя [10]. Оптимізація управління поворотом на поворотній смузі може допомогти стабільно скоротити час і витрата палива, а також максимізувати ефективність використання поля. Тому для підвищення ефективності використання мобільної сільськогосподарської польовий техніки з автоматичним управлінням оптимізація траєкторії повороту на поворотній смузі представляє великий інтерес для виробників сільськогосподарської техніки.

Список використаних джерел

1. *Пенюшкин А. С.* Управление движением колесного трактора с использованием спутниковых радионавигационных систем. Ползуновский альманах, №4/2. 2011.
2. Precision farming – відсікання зайвого. // *Зерно - журнал сучасного агропромисловця.* – 2019.
3. Точне землеробство та управління землею онлайн: Agrohub оприлюднив масштабний звіт про інновації в агросекторі. – 2019..
4. Точность – 2 сантиметра на поле в 100 га // *Журнал сучасного агропромисловця "Зерно".*
5. Точное земледелие: принцип работы и перспективы//*Статьи и материалы. Технологии.* – 2017.
6. Точное земледелие. Часть 1. Системы параллельного вождения.– 2014.
7. Гид по системам параллельного и автоматического вождения – 2018.
8. Тест-драйв системы автоматического вождения AgLeader. – 2018.

9. X. Tu, L. Tang. (2019) Headland Turning Optimisation for Agricultural Vehicles and Those with Towed Implements, Journal of Agriculture and Food Research, 1, 1-41,. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2019.100009>.

10. J. Jin, L.Tang. (2011). Coverage path planning on three-dimensional terrain for arable farming J. Field Robot., 28 (3), 424-440.

УДК 631.811: 681.3

ВИЗНАЧЕННЯ НОРМ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ЗАЛЕЖНО ВІД НАЯВНОСТІ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН В ҐРУНТІ

Бондар Д. С., Ничай В. І., Надточій О. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Одним з найбільш важливих показників, що характеризують рівень і умови відтворення родючості, є вміст в ґрунті гумусу. Тому створювані при внутрішньогосподарчому землеустрої організаційно-територіальні умови землекористування повинні сприяти не стільки зростанню врожайності культур, інтенсифікації виробництва, але і неухильному підвищенню родючості ґрунту, підтримці в ньому позитивного балансу гумусу і збереженню його виробничої сили.

Процес мінералізації гумусу залежить від ряду чинників: генетичних особливостей ґрунту, кліматичних умов, інтенсивності обробок, структури посівних площ, рівня врожайності культур, застосування добрив тощо.

Рослини споживають з ґрунту 16 елементів:

- 3 макроелементи – азот (N), фосфор (P) і калій (K). Рослини споживають макроелементи в кількості від 30 кг до 300 кг/га по діючій речовині.

- мезоелемента – сірка (S), магній (Mg) і кальцій (Ca). Рослини споживають мезоелементи в кількості від 1 до 30 кг/га по діючій речовині.

- 10 мікроелементів – цинк (Zn), мідь (Cu), залізо (Fe), марганець (Mn), молібден (Mo), хлор (Cl), бор (B), натрій (Na), кремній (Si), кобальт (Co).

Рослини споживають мікроелементи в кількості від 0,01 міліграма до 1 кг/га по діючій речовині.

Наука та практика довели, що максимальна прибавка врожаю навіть при дотриманні науково - обґрунтованої агротехніки не перевищує 40 %. Тобто урожай на 60 % формується за рахунок природної родючості ґрунту. Доведено практикою і науково обґрунтовано, що коливання врожаю від ґрунтово-кліматичних умов можуть бути плюс мінус 30 %. Тому при визначенні кількості добрив для виробництва певної сільськогосподарської