

СИСТЕМА ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА: ВІД СЕНСОРНОГО МОНІТОРИНГУ ДО ОПТИМІЗАЦІЇ АГРОТЕХНОЛОГІЙ

Мікуліна Марина Олександрівна,

к.е.н., доцент

Задорожний Єгор

Діченко Віталій

Студенти

Сумський Національний аграрний університет

м. Суми, Україна

marinamikulina1@ukr.net

Анотація: Сучасні тенденції розвитку аграрного виробництва орієнтуються на впровадження інноваційних технологій, що забезпечують ефективне використання ресурсів та підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Одним із ключових напрямів є **системи точного землеробства**, які поєднують сенсорні технології, супутникову навігацію, геоінформаційні системи (GIS) та програмне забезпечення для комплексного аналізу даних.

У сучасних умовах зростання світового населення та підвищення попиту на продукти харчування аграрний сектор стикається з проблемою одночасного забезпечення високих урожаїв і збереження природних ресурсів. Традиційні методи ведення землеробства часто призводять до надмірних витрат добрив, води та енергії, що негативно впливає на економічний та екологічний стан довкілля [9,]. У цьому контексті технології точного землеробства виступають ефективним інструментом досягнення балансу між продуктивністю та екологічною стійкістю.

Ключові слова: системи точного землеробства, сенсорні технології, агросектор, програмне забезпечення.

На першому етапі реалізації точного землеробства вирішальну роль відіграє **сенсорний моніторинг**, що передбачає збір даних про стан ґрунту (вологість, щільність, температура, рівень поживних речовин), розвиток рослин, кліматичні параметри та роботу техніки. Використання датчиків різного типу (оптичних, ультразвукових, електрохімічних, дистанційних супутникових та безпілотних систем) створює базу для оперативного й точного оцінювання агробіологічних процесів.

Подальший етап — **обробка та інтеграція даних** у єдину інформаційну систему. За допомогою алгоритмів аналізу «Big Data» та елементів штучного інтелекту здійснюється прогнозування врожайності, визначення оптимальних норм внесення добрив, регулювання поливу та захисту рослин. Це дає змогу перейти від традиційного «середнього» підходу до **локалізованого управління агротехнологіями**, враховуючи неоднорідність поля [5, с. 314].

Завершальним аспектом є **оптимізація агротехнологій**, яка передбачає адаптивне планування та автоматизацію операцій. Використання систем автоматичного керування технікою (GPS-навігація, автопілот, змінні норми внесення) сприяє зниженню витрат пального, мінімізації впливу на довкілля, підвищенню якості посівів і збору врожаю [4, с. 34].

Таким чином, системи точного землеробства забезпечують перехід аграрного виробництва на якісно новий рівень, де головними пріоритетами є **раціональне використання ресурсів, екологічна безпека та економічна ефективність**.

Сенсорний моніторинг як основа системи.

Першим етапом реалізації концепції точного землеробства є створення системи сенсорного моніторингу [7, с. 61]. Сучасні датчики дозволяють у режимі реального часу збирати дані про:

- **ґрунт** — його вологість, щільність, кислотність, рівень мінерального живлення;
- **рослини** — швидкість росту, стан фотосинтетичної активності, наявність стресів;
- **кліматичні умови** — температура, кількість опадів, сонячна радіація, вітрове навантаження;

- **техніку** – витрати пального, навантаження, параметри роботи машинно-тракторних агрегатів.

Для отримання максимально повної інформації застосовуються як стаціонарні сенсори, розміщені безпосередньо у ґрунті, так і мобільні — встановлені на техніці чи безпілотних літальних апаратах (дронах). Поєднання таких джерел даних забезпечує багаторівневий контроль стану агроєкосистеми [1, с. 34].

Інтеграція та аналіз даних.

Наступним кроком є обробка та інтеграція отриманої інформації у єдину аналітичну систему [6, с. 55]. Використання геоінформаційних технологій (GIS) дозволяє поєднувати просторові дані про поля з результатами сенсорних вимірювань. На основі алгоритмів штучного інтелекту та машинного навчання здійснюється прогнозування врожайності, оцінювання ризиків розвитку хвороб чи появи шкідників, а також моделювання різних сценаріїв застосування агротехнологій [8, с. 185].

Оптимізація агротехнологій.

На базі опрацьованих даних створюються рекомендації для оптимізації всіх етапів виробництва:

- **сівба** – вибір оптимальної густоти висіву та напрямку посівних рядків;
- **живлення** – диференційоване внесення добрив залежно від родючості окремих ділянок поля;
- **зрошення** – використання систем крапельного чи точкового поливу відповідно до актуальних показників вологості;
- **захист рослин** – локалізоване внесення засобів захисту лише у зонах ризику;
- **збирання врожаю** – оптимізація маршрутів техніки та прогнозування обсягів продукції.

Завдяки цьому досягається скорочення витрат ресурсів, зменшення собівартості продукції та підвищення її якості [3, с. 33].

Переваги впровадження.

Використання систем точного землеробства забезпечує:

- економію до 20–30% мінеральних добрив та пального;
- підвищення урожайності культур на 10–25% залежно від регіону;
- зменшення негативного впливу на довкілля;
- підвищення точності управлінських рішень та прогнозованості виробництва [2, с. 46].

Висновки.

Системи точного землеробства є стратегічно важливим напрямом розвитку сучасного сільського господарства. Вони дозволяють переходити від традиційної масової моделі виробництва до інноваційної, заснованої на даних і точному управлінні ресурсами. Ключовим фактором успіху є поєднання сенсорного моніторингу, аналітики даних та автоматизованих систем оптимізації агротехнологій. Це відкриває можливості для підвищення продуктивності, рентабельності та сталого розвитку аграрного сектору [10, с. 68].

Список літератури

1. Мікуліна, М., & Поливаний, А. (2023). Функціонування системи технічного сервісу в АПК. Актуальні питання у сучасній науці, (3 (9)).
2. Мікуліна М. Вплив ціни пального на собівартість виконання польових робіт аграрним підприємством : аналіз та стратегії оптимізації [Електронний ресурс] / М. Мікуліна, А. Поливаний // Актуальні проблеми економіки. – 2023. – № 6. – С. 46-58.
3. Мікуліна М. Система точного землеробства (СТЗ) як інструмент для визначення рельєфу поля [Електронний ресурс] / М. Мікуліна, А. Поливаний // Агросвіт. – 2023. – № 14. – С. 70-74. – DOI: <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2023.14.7033>.
4. Мікуліна, М. О., & Поливаний, А. Д. (2020). Стан використання супутникових даних в сільському господарстві. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали І Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ (pp. 33-34).
5. Мікуліна, Марина Олександрівна, Богдан Олександрович Саржанов, and Антон Поливаний. "ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ТА ПОКРАЩЕННЯ

ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ." *The 10 th International scientific and practical conference "European congress of scientific achievements"* (October 7-9, 2024) Barca Academy Publishing, Barcelona, Spain. 2024. 314 p.. 2024.

6. Мікуліна, М. О., Саржанов, Б. О., & Поливаний, А. Д. (2024). ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОЕФІЦІЄНТА НАДІЙНОСТІ АГРОМАШИНИ НА ПРЯМІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ЗАТРАТИ АГРАРНОГО ПІДПРИЄМСТВА. Вісник Сумського національного аграрного університету.

Серія: Механізація та автоматизація виробничих процесів, (1 (55), 55-61.
<https://doi.org/10.32782/msnau.2024.1.7>

7. Мікуліна М.О. Розвиток ринку агротехнічного обслуговування / М.О. Мікуліна, А.Д. Поливаний // Міжнародна науково-практична конференція «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація». – Харків: ДБТУ, 2022. - С. 60-61.

8. Мікуліна, М. О.; Поливаний, А. Д. Методичні підходи стосовно вивчення впливу типу ходової системи тракторів на техніко-економічні показники. In: *The 5 th International scientific and practical conference "Science and innovation of modern world"* (January 25-27, 2023) Cognum Publishing House, London, United Kingdom. 2023. 672 p. 2023. p. 185

9. Самойленко, Вікторія Вікторівна, Тетяна Олексіївна Власенко, and Марина Олександрівна Мікуліна. "Оптимізація бізнес-процесів у цифровій економіці для підвищення конкурентоспроможності регіонів." *Здобутки економіки: перспективи та інновації* 15 (2025).

10. Mikulina, M. O., B. O. Sarzhanov, and A. D. Polyvanyi. "АНАЛІЗ УМОВ РОБОТИ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПОЛЯХ ЗА ДОПОМОГОЮ СТЗ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗОК З ЕКОНОМІЧНОЮ ПРОДУКТИВНІСТЮ." *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series: Mechanization and Automation of Production Processes* 3 (53) (2023): 68-72.

