

## Упровадження системи розумного фермерства в Україні

О. В. Гера

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, Україна  
Corresponding author. E-mail: geraoksana@gmail.com

Paper received 22.06.18; Accepted for publication 28.06.18.

<https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-172VI20-02>

**Анотація.** Розглянуто перспективи впровадження новітніх супутникових та геоінформаційних технологій, а також обладнання у рільництві. Описано суть методики ведення точного землеробства. Показано економічний ефект від застосування інновацій. Надано рекомендації щодо використання режимів роботи обладнання залежно від запланованих робіт у полі.

**Ключові слова:** розумне фермерство, точне землеробство, GNSS-технології, інновації в агровиробництві.

**Вступ.** Сфера застосування глобальних навігаційних супутникових та геоінформаційних систем, а також методів дистанційного зондування Землі постійно розширюється. Ще кілька років назад твердження, що впровадження GNSS-технологій в агропромисловому комплексі буде корелювати з урожайністю сільськогосподарських культур та прибутковістю підприємств, прозвучало б оксюмороном. Проте така практика успішно працює вже декілька десятиліть у зарубіжних країнах, передових виробниках аграрної продукції. Саме час відкинути стереотипи про те, що заняття сільським господарством – архаїзм, адже у переліку аграрних країн-лідерів США, Нідерланди, Франція, Німеччина, Канада, Австралія.

Розвиток супутникових технологій та впровадження їх у сільське господарство знаменувало початок нової епохи землеробства – інтелектуальної, на зміну ручної та механізованої. Запропонований підхід до ведення сільського господарства отримав назву “розумного фермерства” (smart farming). Актуальність вивчення даного питання для держави з великими площами сільськогосподарських угідь, значними незалученими трудовими та інтелектуальними ресурсами і прагненнями до економічного зростання – не викликає сумнівів.

**Короткий огляд публікацій.** Питання нагальної необхідності переведення аграрної галузі на новий якісний рівень розглядається у багатьох наукових дослідженнях. Основною причиною є проблема продовольчого забезпечення, особливо у контексті прогнозів різкого зростання населення планети водночас із значним забрудненням та виснаженням природних ресурсів. Вирішення проблеми – запровадження системи розумного фермерства, а в недалекому майбутньому використання концепції інтернету речей для контролю та управління даними та процесами [1]. Особливості застосування принципів розумного фермерства, перспективи та перешкоди у впровадженні в окремих державах описано в [2, 3]. Первинна концепція та розрахунок окупності елементів розумного фермерства наведено в [4, 5].

**Мета.** Метою даної роботи є дослідження можливості та способів застосування супутникових та геоінформаційних технологій для підвищення рентабельності ведення сільського господарства та покращення ефективності використання землі як цінного природного ресурсу.

**Виклад основного матеріалу.** За останні роки було поширення поняття “розумного фермерства”.

Алгоритм його втілення такий: збір інформації – аналіз даних – ефективне рішення – контроль, з використанням цифрової техніки та спеціалізованого програмного забезпечення на всіх етапах. Інновації впроваджуються у всі напрямки діяльності сільськогосподарського підприємства: власне обробіток землі, логістика, менеджмент.

Точне землеробство (precision agriculture) – перша необхідна шаблиця до провадження розумного фермерства. Суть точного землеробства полягає у наступних принципах. Масив землі диференціюють на окремі однорідні щодо своїх ґрунтових властивостей поля. Обробіток – зрошування, внесення органічних та мінеральних речовин – здійснюється строго до потреб кожного поля за допомогою модернізованих сільськогосподарських машин для уникнення подвійних проходів чи пропусків ділянок землі. У результаті досягається достатнє удобрення ґрунту, стабільна урожайність хімічно незабруднених культур, економія коштів завдяки зменшенню використання добрив, води, пального, посівного матеріалу, засобів захисту рослин. За підсумками 2016 р., Україна посідала шосте місце за величиною експорту пшениці у світі, дев'яте – за обсягами її виробництва, і лише двадцять п'яте – за урожайністю (4,2 т/га при максимальному показнику 9,09 т/га у Новій Зеландії). Більшою мірою експортують дешевше фуражне, а не продовольче зерно. Тому підвищення рівня урожайності та якості сільськогосподарських культур можна вважати стратегічною метою.

Точне землеробство – це комплексний підхід у рільництві, який передбачає застосування новітніх технологій та різного обладнання. Сьогодні найрозповсюдженішими є такі розробки:

- системи паралельного керування сільськогосподарськими машинами;
- картографування урожайності, інших кількісних та якісних характеристик полів з використанням космічних знімків, БПЛА та спеціального програмного забезпечення;
- контрольований посів та внесення необхідних речовин (автоматичне відключення секцій на перекриттях);
- диференційоване внесення добрив відповідно до карт полів;
- контроль за поливом, вологістю ґрунту з використанням спеціальних сенсорів та портативних метеостанцій;
- сканування ґрунтів.

Експерти стверджують, що використання одного лиш елементу системи: паралельного керування або автоматичного відключення секцій – забезпечить економічний ефект 7-10 %. А впровадження усього комплексу технологій – до 50 % і більше.

Очевидно, впровадження новітніх технологій потребує значних фінансових інвестицій. У першу чергу, такі інновації можуть собі дозволити потужні лати-фундисти із земельним банком 100-600 тис. га. Однак доведено, що навіть дрібним та середнім сільськогосподарським підприємствам ( 3-20 тис. га) може бути посильним та рентабельним поетапне здійснення модернізації. Як приклад, переоснащення 12-метрового культиватора для забезпечення локально-стрічкового внесення трьох видів добрив коштує 35 тис. дол. За реально очікуваного економічного ефекту 30-40 дол./га термін окупності витрат може становити всього один маркетинговий рік. У результаті диференційованого внесення добрив у 2014 р. фермерському господарству “Світанок” (Сумська обл., земельний банк 3500 га) вдалось зекономити 30% витрат на мінеральні добрива за незмінного рівня урожайності.

Базовий набір GPS-обладнання для реалізації методів точного землеробства коштує 3-5 тис. дол. Підраховано, що у господарстві з площею обробітку 3 тис. га після впровадження систем паралельного водіння, висіваючи пшеницю, можна очікувати таку економічну вигоду за рік [5]:

- 2700 дол. за рахунок економії посівного матеріалу через зменшення ширини смуги перекриття рядів з 40 до 5 см;

- 1000 дол. економія витрат на паливе;

- 5500 дол. економія витрат на азотні, калійні, фосфорні добрива.

Загалом 9200 дол. зекономлених коштів, що підтверджує маркетингову фразу щодо окупності систем паралельного водіння за один-два сезони.

Вартість та комплектація обладнання для сільськогосподарських машин залежить від точності позиціонування, яку воно може забезпечити, і переліку технологічних завдань, які потрібно реалізувати в полі. Навігаційні супутникові системи забезпечують кількадесят точність позиціонування приймача, що недостатньо для виконання агротехнічних робіт. Додаткові пристрої можуть приймати коректувальні сигнали та гарантувати точність, від субметрової до сантиметрової, залежно від потреб користувача (табл.1,2). Розрізняють абсолютну точність (“Year-to-Year”) та точність перекриття суміжних смуг (“Pass-to-Pass”). Абсолютною називають точність, з якою можна потрапити у той самий рядок через тиждень, місяць чи рік після здійснення певної операції в полі з ймовірністю 95%. Точність проходження машини – це відносна точність, у межах якої можливе перекриття чи пропуск ділянок ріллі між двома суміжними проходженнями агрегату з ймовірністю 95%.

**Таблиця 1.** Режими роботи GNSS-обладнання

Режим / Показник	Автономний GPS-приймач+фільтр	Egnos/OmniSTAR VBS	OmniSTAR XP/HP	CenterPoint RTX	RTK RTK/VRS
Абсолютна точність позиціонування	1,0-5,0 м	0,5-1,0 м	25-30 см	4 см	1-2 см/ 1,5-3 см
Точність проходження агрегату(перекриття)	15-45 см	15-30 см	5-12 см	4 см	1-2 см/ 1,5-3 см
Підключення	безоплатно	безоплатно/ платно	платно	платно	безоплатно/ платно

**Таблиця 2.** Рекомендовані операції у різних режимах роботи GNSS-обладнання

Операція / Режим	Автоном. GPS-приймач+фільтр	Egnos/OmniSTAR VBS	OmniSTAR XP/HP	CenterPoint RTX	RTK RTK/VRS
Обприскування	+	+	+	+	+
Внесення речовин	+	+	+	+	+
Обробіток ґрунту (оранка)	+	+	+	+	+
Картографування	+	+	+	+	+
Косіння		+	+	+	+
Збір урожаю			+	+	+
Посів			+	+	+
Культивація				+	+
Формування насінневого ложа				+	+
Точне рільництво				+	+
Стрічковий обробіток ґрунту (strip-till)				+	+

Як видно, здійснення традиційних операцій, як оранка, розпилення чи розповсюдження засобів захисту рослин, косіння – не вимагає високої точності. Для виконання перелічених дій достатньо оснащення відповідної машини GPS-навігатором та курсовказівником. Для проведення культивачії, формування насінневого ложа та стрічкового обробітку ґрунту пот-

рібна сантиметрова точність позиціонування сільськогосподарської техніки. Останнє досягається шляхом застосування додаткових приладів (базова станція, модем тощо) та платного використання коректувальних сигналів (поправок).

Точність позиціонування сільськогосподарської машини в полі, або задання лінії руху – це одна складова

точного виконання заданої операції. Друга важлива річ – точність, з якою оператор техніки може дотримуватись заданої траєкторії руху (рисунок 1).

Точність GPS-приймача Точність системи водіння

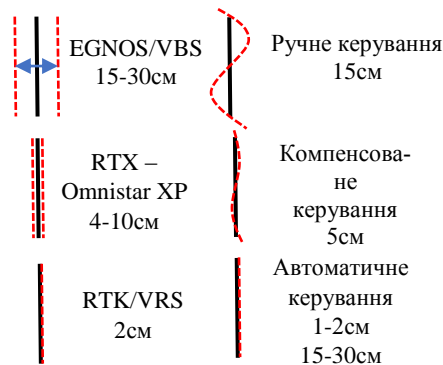


Рис. 1. Точність виконання польових операцій

Відрізняють три види систем паралельного водіння: ручна, компенсована, автоматична (в тому числі, інтегрована). Автоматична система водіння забезпечує високу якість виконання точних робіт незалежно від пори доби, видимості та погодних умов. Підраховано, що для фермерського підприємства із земельним банком 500 га з використанням сільськогоспо-

дарських машин із шириною захвату агрегату 5 м можна очікувати таку економію коштів: 2155 дол. (використовуючи сигнали EGNOS); 3220 дол. (HP/XP); 4020 дол. (RTK). Враховано вартість оренди техніки, робочої сили, пального, насіння, добрив, засобів захисту рослин.

**Висновки.** У сучасних умовах для ефективного та рентабельного ведення сільського господарства потрібно переходити на новітні технології агроменеджменту та виробництва з використанням GNSS- та ГІС-технологій. У виборі обладнання та техніки варто враховувати розміри фермерства, види с/г культур, які вирощуються, та обрану методику обробітку поля. Витрати на окремі елементи системи точного землеробства окупуються за один-два маркетингові роки навіть у дрібних сільськогосподарських підприємствах. Результатом упровадження інновацій є підвищення урожайності, покращення агрохімічних властивостей ґрунту, економія фінансових затрат завдяки оптимальному використанню насінневого матеріалу, добрив, засобів захисту рослин та пального. Технології точного землеробства успішно використовуються кілька десятиліть закордоном, а в останні роки знаходять все більше прихильників серед вітчизняних агровиробників.

#### ЛІТЕРАТУРА

- Sundmaeker, H., Verdouw, C., Wolfert, S., Pérez Freire, L. Internet of food and farm 2020 // Digitizing the Industry – Internet of Things Connecting Physical, Digital and Virtual Worlds, 2016, Volume 2, P. 129-151.
- Dieisson Pivoto, Paulo Dabdab Waquil, Edson Talamini, Caroline Pauletto Spanhol Finocchio, Victor Francisco Dalla Corte, Gianade Vargas Mores. Scientific development of smart farming technologies and their application in Brazil // Information Processing in Agriculture, Volume 5, Issue 1, March 2018, P. 21-32.
- Somayah Tohidyan Far, Kurosh Rezaei-Moghaddam. Impacts of the precision agricultural technologies in Iran: An analysis experts' perception & their determinants // Information Processing in Agriculture, Volume 5, Issue 1, March 2018, P. 173-184.
- Ласло О. Впровадження технологій точного землеробства в Україні / О. Ласло // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2011. – №1 – С. 49 – 50.
- Циганенко М. Система точного землеробства економить ваші гроші / М. Циганенко, М. Макаренко // Пропозиція. – 2017. – № 2 – С. 56 – 60.

#### REFERENCES

- Laslo, O. Application of the precision agriculture in Ukraine / O. Laslo // Visn. of Poltava State Agrarian Academy. – 2011. – №1 – С. 49 – 50.
- Tsyganenko, M. The precision agriculture system saves your money / M. Tsyganenko, M. Makarenko // Proposition. – 2017. – № 2 – С. 56 – 60.

#### Application of the smart farming technologies in Ukraine

O. Gera

**Abstract.** The prospects for introduction of the latest satellite and geoinformation technologies, as well as equipment, into Ukrainian agriculture are considered. The essence of methods of the precision agriculture is described. The economic effect of innovations applying is shown. The recommendations for using the operating modes of equipment are given depending on the planned work in the field.

**Keywords:** smart farming, precision agriculture, GNSS-technologies, innovations in agricultural production.

#### Применение систем разумного земледелия в Украине

O. Gera

**Аннотация.** Рассмотрены перспективы внедрения новейших спутниковых и геоинформационных технологий, а также оборудования в полеводство. Описана суть методики ведения точного земледелия. Показан экономический эффект от применения инноваций. Даны рекомендации по использованию режимов работы оборудования в зависимости от запланированных работ в поле.

**Ключевые слова:** разумное земледелие, точное земледелие, GNSS-технологии, инновации в агропромышленности.