

УДК 633.1:65.011.56

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.135.2.9>

## ПЕРСПЕКТИВИ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ СІВБИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА МАЙБУТНЄ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

**Рудь А.В.** – доктор філософії в галузі технічних наук, професор,  
завідувач кафедри агроінженерії і системотехніки імені Михайла Самокиша,  
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Ключовим напрямком науково-технічного прогресу сьогодення є автоматизація всіх сфер діяльності людини, зокрема, і сільського господарства. Цей процес тісно пов'язаний із використанням індустріальних технологій у сільському господарстві та вдосконаленням планування і управління. У статті було проаналізовано перспективи автоматизованих систем сівби сільськогосподарських культур. Визначено, що автоматизовані системи у сфері землеробства дозволяють аграрним підприємствам контролювати матеріальні ресурси на всіх етапах виробництва та отримувати значні конкурентні переваги. Було проаналізовано системи автоматизованого контролю та керування сівбою на прикладі SCISO-25. Застосування автоматизованих систем для контролю якості технологічного процесу сівби сприяє максимальній оптимізації, забезпеченню відповідної якості посіву, скороченню строків та ефективному використанню матеріальних і фінансових ресурсів, а також зниженню трудомісткості. Також не менш важливим підходом в автоматизації сівби є використання автопілотів на сільськогосподарській техніці. Проаналізовано особливості технологій Precision Planting та їх вплив на врожайність сільськогосподарських культур. Значний потенціал для модернізації за допомогою Precision Planting мають механічні та вакуумні сівалки точного висіву, що в свою чергу дозволятиме зробити автоматизованим регулювання норми висіву та процес управління притисковим зусиллям. Було розглянуто компанії, які забезпечують сільське господарство України інноваційними технологіями (Agrieye, Sasagro та Agroxy). Застосовуючи ці технології, сільськогосподарські підприємства зможуть підвищити ефективність польових робіт, зменшити втрати та підвищити загальну продуктивність і стійкість. Незважаючи на деякі приклади використання автоматизованих систем в аграрному секторі України, у порівнянні із зарубіжним досвідом відзначається недостатня активність у впровадженні інноваційних технологій., що зумовлено низьким рівнем залучення інвестицій, високою вартістю обладнання для автоматизації та недостатнім рівнем матеріально-технічного забезпечення господарств. Тому в подальшому потрібно розширювати можливості фермерів отримувати доступ до сучасних технологій.

**Ключові слова:** аграрний сектор, інноваційні технології, автоматизація процесів виробництва, сівба сільськогосподарських культур.

### **Rud A.V. Prospects of automated systems sowing and their impact on the future of the countryside economy**

The key direction of scientific and technical progress is automation of spheres of human activity, in particular agriculture. This process is closely related to the use of industrial technologies in agriculture and the improvement of planning and management. The article analyzed the prospects of automated crop sowing systems. It was determined that automated systems in the field of agriculture allow agricultural enterprises to control material resources at all stages of production and obtain significant competitive advantages. Systems of automated control and management of sowing were analyzed using the example of SCISO-25. The use of automated systems for quality control of the technological process of sowing contributes to maximum optimization, ensuring the appropriate quality of sowing, shortening of deadlines and effective use of material and financial resources, as well as reducing the work of the staff. Also, an equally important approach in the automation of sowing is the use of autopilots on agricultural machinery. The peculiarities of Precision Planting technologies and their influence on the yield of crops are analyzed. Mechanical and vacuum precision sowing planters have a significant potential for modernization with the help of Precision Planting, which in turn will make it possible to automate the adjustment of the sowing rate and the process of controlling the pressure force. Companies that provide Ukrainian agriculture with innovative technologies (Agrieye, Sasagro, Agroxy) were considered. By applying these technologies, farms will be able

*to improve field efficiency, reduce losses, and improve overall productivity and sustainability. Despite some examples of the use of automated systems in the agricultural sector of Ukraine, in comparison with foreign experience, insufficient activity in the implementation of innovative technologies is noted, which is due to the low level of attracting investments, the high cost of automation equipment and the insufficient level of material and technical support of farms. Therefore, in the future, it is necessary to expand the opportunities of farmers to get access to modern technologies.*

**Key words:** *agricultural sector, innovative technologies, automation of production processes, sowing of agricultural crops.*

**Постановка проблеми.** Сільське господарство є ключовою галуззю економічного розвитку низки країн світу, зокрема, і України. Однією з найважливіших технологічних операцій у вирощуванні сільськогосподарських культур є сівба. Це пов'язано з тим, що від якості цього процесу залежать майбутні результати вирощування тих чи інших рослин. На сьогоднішній день досить поширеною є тенденція удосконалення сільськогосподарських технологій, а саме їх автоматизація. Такий процес напряму пов'язаний із використанням передових технологій та вдосконаленням систем планування і управління. Відповідь на виклики сьогодення залежить від впровадження сільськогосподарськими підприємствами інновацій та використання сучасних технологій, що стане ключовими аспектами у забезпеченні економічного зростання країни.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** О. Вишневецька проаналізувала сучасні тенденції розвитку інноваційних технологій в аграрному секторі та визначила, що сільське господарство у сучасному світі перебуває на початку чергової технічної революції, в основі якої лежить штучний інтелект, аналітика, підключені датчики та інші новітні технології, які можуть ще більше підвищити врожайність, підвищити ефективність використання води та інших ресурсів [3]. М. А. Замрій, С. П. Степаненко, Б. І. Котов та А. В. Рудь підкреслюють необхідність автоматизації та підвищення ефективності роботи обладнання, що задіяне на агропромислових підприємствах [7]. В. Малярчук, І. Легкодух та С. Демидов дослідили особливості конструкції, технічний рівень і якість роботи системи контролю висіву SCSO-25 та зазначили, що оскільки контроль висіву є основним інструментом точного землеробства, то системи контролю висіву і управління типу SCSO займають свою нішу в господарствах України у сівбі зернових культур з інтенсивною технологією [6].

**Постановка завдання.** Метою статті було проаналізувати перспективи впровадження автоматизованих систем сівби у сільське господарство. Завданнями дослідження було: 1) висвітлити найбільш нові технологічні досягнення аграрного сектору; 2) провести аналіз впливу використання автоматизованих систем на ефективність вирощування сільськогосподарських культур та їх врожайність.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Історія сільськогосподарського обладнання налічує винаходи та процеси, які революціонізували аграрне виробництво. У період від XVI до XVIII століття фермерам доводилося використовувати ручну силу, але перехід від дерев'яних плугів до сталевих, зробили землеробство менш трудомістким. Протягом XXI століття технічні нововведення продовжують трансформувати сільське господарство [3].

Аграрний сектор постійно розвивається, незважаючи на всі виникаючі ризики та виклики. Основними перспективами розвитку світового агропромислового комплексу на даний момент є:

- збільшення виробництва продуктів за рахунок впровадження новітніх технологій;

- підвищення якості та безпеки продукції;
- підтримка малих та середніх сільськогосподарських підприємств;
- розвиток сільського туризму та агротехнологій;
- підвищення уваги до виробництва органічної та екологічно безпечної продукції [1].

Автоматизація в сільському господарстві включає в себе застосування різноманітних систем та пристроїв для оптимізації агропроцесів. Однією із ключових технологій є використання автоматизованих сільськогосподарських машин та роботів. Ці пристрої можуть виконувати різні завдання, такі як сівба, полив, внесення добрив, збір врожаю та обробка землі, при цьому не потребуючи прямого втручання людини. Автоматизація також охоплює системи моніторингу, які вимірюють показники якості ґрунту, вологості, температури та інші важливі параметри [8].

Більшість операцій у полі передбачають повторювані цикли переміщення від ряду до ряду, із розворотами в кінці кожного гону. Рішення цього завдання полягає у впровадженні автоматизації управління машинами та у зменшенні відсотка ручного керування. Один із відомих підходів – використання систем автоматичного підрулювання та автопілотів. Досвід використання автопілотів на тракторах, комбайнах та інших сільгоспмашинах підтверджує, що виробничі показники зростають на 30–40% завдяки точному проходженню рядків і зменшенню втоми оператора [9]. Крім того, автопілот дозволяє виконувати роботи в нічний час і в умовах обмеженої видимості, економлячи паливо, насіння, гербіциди тощо. Для забезпечення високої якості сівби відповідний агрегат повинен бути оснащений RTK-антеною. У такому випадку сільським господарством додатково купується пакет доступу до оновлень. Оплата здійснюється тільки на період проведення робіт, що повністю себе виправдовує.

Розвиток рослин та якість урожаю, в першу чергу, залежить від того, як була виконана сівба. Враховуючи об'єктивно обмежені строки виконання агротехнічних робіт, виправлення помилок, здійснених під час виконання сівби, без матеріальних витрат неможливе. Важливим у процесі сівби сільськогосподарських культур є відстеження та оперативне регулювання подачі насіння. На сьогоднішній день для ефективного виконання таких завдань використовуються сучасні інструменти та пристрої моніторингу роботи сільськогосподарської техніки. Принцип дії таких систем базується на встановленні датчиків контролю необхідних параметрів на техніку та використання оператором планшетного персонального комп'ютера (ПК), за допомогою якого він зможе відслідковувати інформацію про сівбу в режимі реального часу.

Прикладом такої автоматизованої системи є SCSO-25, яка проводить статистичний облік висіву зернових, трав'яних, дрібно- і середньонасінних зернобобових культур за наступними параметрами:

- швидкість руху;
- пройдений шлях;
- засіяна площа;
- керування приводом технологічної колії [6, с. 122].

Використання таких систем контролю дозволяє проводити якісний процес сівби зернових культур і є однією з умов отримання хорошого врожаю, реалізація якого допоможе отримати вищі прибутки для ефективної подальшої роботи господарства. Система контролю сівби не потребує технологічного обслуговування, тому всі операції відбуваються без зупинки технологічного процесу. Під

час використання SCSO-25 у роботі із сівалкою на екрані панелі висіву (основної складової частини) показники якості сівби відображаються у реальному часі. Це зумовлено тим, що кожен датчик висіву отримує інформацію про пройдений шлях від датчика шляху. Ця інформація зіставляється та передається на екран панелі [2].

Для забезпечення ефективного проведення сівби необхідна якісна попередня підготовка, яка включає в себе вирівнювання поля, виконання обробітку ґрунту, боротьбу з бур'янами та вибір високоякісного посівного матеріалу. Проте, у сучасному світі виникли нові підходи, які орієнтовані на точне землеробство: під час посіву велика увага приділяється контролю за дотриманням норм висіву, правильному розміщенню насінини, ширині міжрядь та інтервалу між рослинами, уникненню двійників, забезпеченню відсутності пересівів та пропусків [4, с. 19].

Використання точних сівалок для просапних культур і посівних комплексів дозволяє раціонально використовувати посівний матеріал та добрива, зменшувати витрати на паливно-мастильні матеріали і робочу силу, що в результаті підвищує якість і врожайність продукції. Хоча механічні сівалки є простішими за конструкцією і більш доступними за ціною, вони мають важливий недолік – можливість неточного висіву через забивання дозуючого диску. З іншого боку, пневматичні сівалки, хоч і дорожчі, відрізняються стабільнішою точністю висіву і можливістю висіву двійників. На сьогоднішній день фермери мають можливість використовувати сівалки з електричним приводом, які відрізняються довшим терміном служби, кращими показниками висіву, регульованою нормою висіву та простотою обслуговування.

Одним із шляхів підвищення якості сівби сільськогосподарських культур є модернізація старих моделей сівалок за допомогою комплексу технологій Precision Planting. Ця компанія одна з перших акцентувала увагу на доведенні точності та якості кожного окремого етапу роботи обладнання. На сьогоднішній день це світовий лідер у технологіях для посівної техніки. Встановлено, що термін окупності модернізації звичайної точної сівалки до рівня Precision Planting може становити лише один рік, але за умови, що цією сівалкою буде посіяно площу не менше 600 га [9]. Сучасні механічні та вакуумні сівалки точного висіву мають значний потенціал для модернізації за допомогою Precision Planting, що дозволяє автоматизувати регулювання норми висіву та процес управління притискним зусиллям.

Технології Precision Planting підходять для посіву тих культур, де високий рівень сингуляції має значущий вплив на врожайність (кукурудза, соя та соняшник). Окрім того, існують варіанти обладнання Precision Planting, спеціально призначені для сівби ріпаку, сорго та інших культур з дрібнонасінними зернами [10].

Температура та вологість ґрунту є ключовими факторами, які необхідно враховувати під час сівби. Датчик Smart Firmer здійснює вимірювання температури ґрунту в режимі реального часу, що надає фермерові можливість приймати ефективні рішення щодо проведення посіву. Вміст вологи в ґрунтах різних типів може відрізнятися, Smart Firmer фіксує та відображає ці відмінності, що дозволяє адаптувати глибину посіву для забезпечення оптимальної вологості для насіння. Окрім цього, цей датчик може показувати дефекти техніки в процесі сівби, що сприятиме вчасному їх усуненню.

На сьогоднішній день в Україні деякі компанії надають сільському господарству технології, які використовують розумні машини та роботів, зокрема, це:

- компанія Agroху, яка спеціалізується на використанні точного землеробства та оптимізації процесу вибору насіння та добрив;

- компанія Agrieye – спеціалізується на розробці продуктів дистанційного зондування на основі штучного інтелекту (ШІ);
- фірма Sasago надає програмні рішення на основі сучасних технологій для спостереження, контролю та планування аграрного підприємства [5].

Однак, у порівнянні із зарубіжним досвідом, в Україні відзначається недостатня активність у впровадженні інноваційних технологій у сільське господарство.

Одним із найбільш важливих аспектів впливу автоматизованих систем сівби на сільське господарство є підвищення продуктивності, тобто збільшення врожаю на тлі зниження витрат під час виробництва. Для подальшого впровадження інновацій у сільське господарство необхідно розширювати можливості фермерів отримувати доступ до сучасних технологій, що включає в себе підтримку фінансових програм та створення пільгових умов для закупівлі сільськогосподарської техніки та пристроїв.

**Висновки і пропозиції.** Автоматизація процесів виробництва це один з основних напрямків науково-технічного прогресу у галузі сільського господарства. Використання точних технологій землеробства та автоматизованих систем стало стандартною практикою для розвитку найбільших агропромислових компаній у всьому світі. Оптимізація умов вирощування сільськогосподарських культур за допомогою різних інструментів дозволяє покращити якість продукції, збільшити її кількість, сприяє забезпеченню відповідної якості посіву, скороченню строків та ефективному використанню матеріальних і фінансових ресурсів, а також зменшенню інтенсивності навантаження на персонал. Мінімізація операційних витрат, збільшення врожайності та підвищення конкурентоспроможності підприємств є логічним результатом впровадження таких інновацій, як системи автоматичного підрулювання та автопілоти, автоматизовані системи контролю сівби (наприклад, SCSO-25), різні датчики тощо. Проте в Україні відзначається недостатня активність у впровадженні такого типу технологій, що зумовлено високою вартістю необхідного обладнання та недостатнім рівнем залучення інвестицій. Тому важливим є допомога держави, різних фінансових установ та партнерів аграрних підприємств у впровадженні інноваційних рішень. Оскільки саме від розвитку аграрного сектору залежить стійкість економіки країни.

Перспективами подальших досліджень може бути вивчення різних технологічних розробок щодо автоматизації виробничих процесів у сільському господарстві та визначення їхньої ефективності.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Атаманчук З., Тягун М. Сучасний стан світової агропромислової індустрії та перспективи її розвитку. *Галицький економічний вісник*. 2023. № 5. С. 178–184. DOI: [https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk\\_tntu2023.05](https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2023.05) (дата звернення: 15.01.2024).
2. Бурко К. В. Діджиталізація облікових процесів в аграрному виробництві. *Розвиток бухгалтерського обліку, аудиту, фінансів та оподаткування в аграрному секторі економіки: тенденції та перспективи сучасного етапу* : матеріали XII Міжнар. наук. – практ. конф. (м. Київ, 16 квітня 2020 р.). Київ, 2020. С. 8–10. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/25157.pdf> (дата звернення: 15.01.2024).
3. Вишневецька О. В. Розвиток інноваційних технологій в рослинництві. *Наукові перспективи*. 2023. № 10 (40). С. 385–397. DOI: [https://doi.org/10.52058/2708-7530-2023-10\(40\)-385-397](https://doi.org/10.52058/2708-7530-2023-10(40)-385-397) (дата звернення: 15.01.2024).

4. Зубко В. М., Хворост Т. В., Литвиненко Є. Є. Дослідження ефективності використання системи Smart Firmer за вирощування кукурудзи на зерно. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2021. № 3 (45). С. 18–23. DOI: <https://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/10119/1/1.pdf> (дата звернення: 15.01.2024).
  5. Кучмійова Т. С., Мороз Т. О., Шешунова А. В. Використання штучного інтелекту в сільському господарстві. *Modern Economics*. 2023. № 39. С. 69–74. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V39\(2023\)-10](https://doi.org/10.31521/modecon.V39(2023)-10) (дата звернення: 15.01.2024).
  6. Малярчук В., Легкодух І., Демидов С. Дослідження ефективності використання системи контролю та керування висівом SCSO-25 на сівалці С3-3 «Астра-3». *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2021. № 28 (42). С. 116–126. DOI: [https://doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-28\(42\)-9](https://doi.org/10.31473/2305-5987-2021-1-28(42)-9) (дата звернення: 15.01.2024).
  7. Теоретичні дослідження процесу руху зернового матеріалу на поверхні ступінчастого віброживильника / М. А. Замрій, С. П. Степаненко, Б. І. Котов, А. В. Рудь. *Вібрації в техніці та технологіях*. 2022. № 2 (105). С. 25–32. DOI: <https://doi.org/10.37128/2306-8744-2022-2-3> (дата звернення: 15.01.2024).
  8. Холодняк Ю. В., Гавриленко Є. В. Роль автоматизації та інтернету речей в управлінні агропромисловим комплексом. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі* : матеріали V Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції (м. Запоріжжя, 01–24 листопада 2023 р.). Запоріжжя, 2023. С. 32–37. URL: [http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/17193/1/materialy-V\\_mnpk\\_2023\\_.pdf#page=33](http://elar.tsatu.edu.ua/bitstream/123456789/17193/1/materialy-V_mnpk_2023_.pdf#page=33) (дата звернення: 15.01.2024).
  9. Emerging frontiers in nanotechnology for precision agriculture: Advancements, hurdles and prospects / A. Yadav et al. *Agrochemicals*. 2023. Vol. 2, No. 2. P. 220–256. DOI: <https://doi.org/10.3390/agrochemicals2020016> (дата звернення: 15.01.2024).
  10. The path to smart farming: Innovations and opportunities in precision agriculture / E. Karunathilake et al. *Agriculture*. 2023. Vol. 13, No. 8. Article 1593. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture13081593> (дата звернення: 15.01.2024).
-