



УДК 004.388.4:371.38 УДК: 338.43:004

АНАЛІЗ ІТ-ТЕХНОЛОГІЙ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ІННОВАЦІЙНОГО РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

ANALYSIS OF IT-TECHNOLOGIES IN PROVIDING INNOVATIVE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE

Тришин Ф.А., Златов А.Ф.
Trishyn F.A., Zlatov A.F.

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса, Україна
Odessa National University of Technology, Odessa, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5994-3538>, <https://orcid.org/0009-0008-8945-2973>
E-mail: fatrishyn@gmail.com, afzlatov@gmail.com

Copyright © 2024 by author and the journal “Automation of technological and business – processes”.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI: <https://doi.org/10.15673/atbp.v16i2.2842>

Анотація. У статті проведено аналіз особливостей використання ІТ-технологій для забезпечення інноваційного розвитку сільського господарства. Ідентифіковано три ключові інноваційно орієнтовані пріоритети аграрного бізнесу в Україні: точне землеробство (застосування такої технології дозволяє суттєво заощадити (близько 15%) добрив, палива, оптимізувати систему управління полем; інновації в сфері обліку та аналізу полів; ERP-системи управління бізнесом, які сприяють ефективності моніторингу розрізнених земельних масивів на території країни та управляти значною кількістю людей. Встановлено, що використання інформаційних технологій у сільському господарстві призвело до модернізації способів обробки для сільськогосподарських культур й системи управління полями. Систематизовано перелік найкращих інноваційних інформаційних технологій в сільському господарстві, які на сьогодні визнаються вітчизняними та світовими суб'єктами сільського господарства: геоінформаційні технології в сільському господарстві й GPS сільське господарство; відповідні супутникові знімки для сільського господарства; дрони й інші аерофотознімки; інноваційні інформаційні технології у сільському господарстві й різного роду онлайн-дані; об'єднання сукупності даних. Доведено, що використовуючи ІТ-технології фермери отримують суттєві вигоди, які постійно розвиваються. До основних переваг насамперед належать: мінімізація обсягів споживання води, різного роду поживних речовин і добрив, зменшення негативного впливу безпосередньо на екосистему, зниження хімічного стоку до ґрунтових вод, зростання ефективності, пониження цін і багато іншого. Охарактеризовано ІТ-технології у системі точного землеробства: технологія змінних норм; відбір проб ґрунту за допомогою GPS; комп'ютерні програми; дистанційне зондування. Визначено, що просторові зображення й інструменти для їх представлення, які використовуються у точному землеробстві, сприяють фермерам розпізнати нагальні проблемні точки, прийняти рішення, який метод доцільно використати в цільовій зоні й розрахувати найкращу модель дії.

Abstract. The article analyzes the peculiarities of the use of IT technologies to ensure the innovative development of agriculture. Three key innovation-oriented priorities of agrarian business in Ukraine have been identified: precision agriculture (application of such technology allows to save significantly (about 15%) fertilizers, fuels, optimize field management system, innovations in field accounting and analysis, ERP business management systems that promote The use of agricultural information technology in agriculture has led to the modernization of crop treatment methods and field management systems. domestic and global agricultural entities: geographic information technologies in agriculture and GPS agriculture, relevant satellite images for agriculture, drones and other aerial photographs, innovative info agricultural technologies and various online data; aggregation of data sets. Implementation of practical tools with the use of information on agricultural activities helps to make sound business decisions and meet the established requirements of environmentally friendly production for cereals. Agrinova Group's activities are focused on increasing the productivity of agricultural production, thus offering effective innovative information technologies within the business services of such a company. It has been proven that using IT technologies, farmers get significant benefits that are constantly evolving. The main benefits include: minimizing the consumption of water, various nutrients and fertilizers, reducing the negative



impact directly on the ecosystem, reducing chemical runoff to groundwater, increasing efficiency, lower prices and more. IT technologies in the system of precision agriculture are characterized: technology of variable norms; soil sampling using GPS; computer programs; remote sensing. It is determined that spatial images and tools for their presentation, which are used in precision farming, help farmers to identify urgent problem points, decide which method should be used in the target area and calculate the best model of action.

Ключові слова: сільське господарство, землеробство, IT-технології, інновації, розвиток, фермери.

Key words: agriculture, farming, IT-technologies, innovations, development, farmers.

Актуальність теми дослідження. Враховуючи загальні тенденції розвитку IT-ринку в Україні провідні розробники за останні роки найчастіше акцентують увагу на такому популярному напрямку, як розробка інновацій у сільському господарстві. В Україні на сьогодні налічується практично 200 агростартапів, й 30 із них реалізувались, як успішні компанії міжнародного рівні (eFarmer, Kray Technologies, Skok Agro, GrainTrack, BIOsens, SmartEP, UAberry, Tradomatic, AgroporTEx). Враховуючи те, що Україна в сучасних умовах нагально потребує зростання результативності діяльності сільського господарства, розробку інновацій в аграрній сфері замовляють у вітчизняних програмістів зазвичай не українські компанії, а іноземні аграрні інвестори. Тобто, значна кількість вітчизняних сільськогосподарських підприємств практично не готові проводити розробки та використовувати інноваційні продукти, адже їм значно доступніше використовувати готові розроблені рішення.

Постановка проблеми. Попри постійне декларування діджиталізаційних процесів у суспільстві, українські агрохолдинги є дуже повільними у їх імплементації. За умови впровадження у світі штучного інтелекту і роботів, вітчизняний аграрний бізнес все ще використовує базові програми обліку, GPS-трекери, відеомоніторинг, моніторинг даних за датчиками й, іноді, електронний документообіг.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Різні аспекти використання інноваційних технологій у сучасному сільському господарстві представлені у наукових працях таких науковців: як В. Амбросов, В. Гармашов, О. Дацій, В. Каплуненко, М. Кропивко, П. Коваленко, П. Саблук, М. Роїк, М. Ромащенко, О. Татаріко, С. Трибель та ін. Однак питання представлення можливих проблем й перспектив адаптації інноваційних IT-технологій в сільськогосподарське виробництво до вітчизняних умов не знайшло широкого представлення й потребує подальших наукових досліджень.

Мета статті полягає в аналізі основних проблем та перспектив використання інформаційних технологій у забезпеченні інноваційного розвитку вітчизняного сільського господарства.

Виклад основного матеріалу дослідження. У проведеному дослідженні (Agrohub Innovation Agenda), яке включило більш ніж 150 топ-менеджерів аграрників із банком землі, ідентифіковано три ключові інноваційно орієнтовані пріоритети аграрного бізнесу в Україні:

- 1) точне землеробство (застосування такої технології дозволяє суттєво заощадити (близько 15%) добрив, палива, оптимізувати систему управління полем;
- 2) інновації в сфері обліку та аналізу полів;
- 3) ERP-системи управління бізнесом, які сприяють ефективності моніторингу розрізнених земельних масивів на території країни та управляти значною кількістю людей [1-2].

Зауважимо, що практично жодні із технологій не відшкодують наприклад відсутність дощу. Проте вони сприятимуть мінімізації наслідків від посухи. В свою чергу, на глобальному світовому рівні інноваційні технології у сільському господарстві вирішують ширше коло завдань (штучне м'ясо, виведення нових сортів рослин, вертикальні ферми тощо). У сфері проведення селекції рослин представлений загальносвітовий індикатор витрат на інновації складає понад 15% від отриманого обороту. Репрезентативною є компанія Corteva Agriscience, яка спеціалізується на технологіях й продуктах для фермерів за останні два роки, інвестувала більше \$2 млрд у розробку й впровадження цифрових інвестицій: фінансування науково-дослідної роботи, діджитал забезпечення, обладнання лабораторій [3].

Ключовою відмінністю вітчизняних високотехнологічних інноваційних рішень від міжнародних є їх фокусування на результаті. Тобто в Україні інноваційні технології орієнтовані на підвищення результативності моніторингу та протидії процесам розкрадання, у свою чергу міжнародні ставлять за мету підвищення врожайності й загальної ефективності процесу виробництва. Використання інформаційних технологій в Україні у сільському господарстві відбувається на основі укладеної угоди про партнерство між компанією EOS Data Analytics (EOSDA), яка є глобальним постачальником аналітичних даних по супутниковому зображенню на основі використання штучного інтелекту, та Agrinova Group, яка безпосередньо надає консультації для сільського господарства й різноманітні бізнес послуги для України та інших країн Центральної й Східної Європи (Чехії, Словаччині та Польщі) [4]. Світовий ринок інформаційних технологій у сільському господарстві оцінювався практично в 15,3 млрд. доларів за 2020 рік та, як прогнозується, сягатиме 22,5 млрд. доларів у 2026 році. Постійно зростаючий попит на продукції сільського господарства, є результатом постійного приросту населення, призводячи до зростання вартості добрив, різних пестицидів, гербіцидів й інших сільськогосподарських ресурсів. У свою чергу, парниковий ефект та, як результат, глобальне потепління призводять до посухи й деградації ґрунтів. Дані фактори роблять точне землеробство досить важливим для забезпечення сталого розвитку всього людства. Враховуючи представлені дані, IT-технології у сільському господарстві орієнтуються на оптимізацію управлінських посівних процесів (сівба, боротьба із бур'янами й шкідниками, внесення добрив, зрошення і збирання врожаю тощо) [5].



Імплементация практичних інструментів із використанням інформації сільськогосподарської діяльності допомагає приймати виважені бізнес-рішення і відповідати встановленим вимогам екологічно чистого виробництва для зернових культур. Саме діяльність компанії Agrinova Group орієнтована на зростання продуктивності виробництва сільськогосподарських культур, цим самим пропонуючи ефективні інноваційні інформаційні технології у межах бізнес-послуг такої компанії [6].

Дієве партнерство між EOS Data Analytics й Agrinova Group дає можливість включати аналітику супутникових зображень до наданих пропозицій для різних фермерських господарств України, Чехії, Словаччини та Польщі [6].

На основі проведеного дослідження встановлено, що використання інформаційних технологій у сільському господарстві призвело до модернізації способів обробки для сільськогосподарських культур й системи управління полями. Технології суттєво змінили загальнодержавну концепцію сільського господарства, результати якої є ефективними, безпечними і простими у використанні. Нами систематизовано перелік найкращих інноваційних інформаційних технологій в сільському господарстві, які на сьогодні визнаються вітчизняними та світовими суб'єктами сільського господарства:

- 1) геоінформаційні технології в сільському господарстві й GPS сільське господарство;
- 2) відповідні супутникові знімки для сільського господарства;
- 3) дрони й інші аерофотознімки;
- 4) інноваційні інформаційні технології у сільському господарстві й різного роду онлайн-дані;
- 5) об'єднання сукупності даних.

Таким чином, використовуючи такі IT-технології фермери отримують суттєві вигоди від використання інформаційних технологій, які постійно розвиваються. До основних переваг насамперед належать: мінімізація обсягів споживання води, різного роду поживних речовин і добрив, зменшення негативного впливу безпосередньо на екосистему, зниження хімічного стоку до ґрунтових вод, зростання ефективності, пониження цін і багато іншого. На основі вище представлених чинників бізнес у сільському господарстві є економічно вигідним, інтелектуальним й стійким.

Проведемо більш детальніше аналіз деяких IT-технологій в сільському господарстві, як перспективи забезпечення сталого розвитку. Враховуючи те, що поля залежать насамперед від місцезнаходження, геоінформаційні технології стають неймовірно дієвим інструментом для організації точного сільського господарства. Цим самим, використовуючи геоінформаційні технології у сільському господарстві, підприємства можуть сформувати карту поточних та майбутніх змін щодо кількості опадів, врожайності, температури, стану рослин тощо. Воно також дозволяє використовувати GPS системи, сумісні із інтелектуальними технологіями у напрямку оптимізації внесення добрив й пестицидів у сільському господарстві. Важливим моментом є те, що фермерам не потрібно проводити обробку всього поля, а лише певної ділянки, таким чином вони можуть досягти значної економії фінансових ресурсів, зусиль й часу.

Серед значних переваг геоінформаційних технологій в сільському господарстві, є насамперед використання супутників й дронів для організації збору цінних даних щодо рослинності, ґрунтових умов, погоди й рельєфу із висоти. Такі дані суттєво покращують процес прийняття рішень в сільському господарстві. Адже прогнозування врожайності, організація проведення моніторингу полів в реальному часі орієнтовано на ідентифікацію різних загроз.

Використовувані датчики спроможні давати конкретне зображення в різних їх спектрах, дозволяючи використовувати спектральні індекси: Нормалізований диференційований вегетаційний індекс (NDVI) (який дозволяє визначати наприклад кількість зів'язаних рослин, вміст рослинності, загальний стан рослин); Індекс вмісту хлорофілу у покривах (CCCI) (допомагає при внесенні різних поживних речовин в сільському господарстві); Нормалізований індекс RedEdge (NDRE) (оцінює рівень вмісту азоту); Модифікований ґрунтово-корегований вегетаційний індекс (MSAVI) (орієнтований на мінімізацію впливу ґрунтового фону безпосередньо на початкових етапах розвитку рослин) та інші [7].

Використання таких інноваційних технологій у сільському господарстві, як дрони – бізнес має можливість конкретно визначати біомасу отриманого врожаю, розмір рослин, бур'яни, насиченість водою тощо. Вони надають достовірні якісні й точні дані в порівнянні із супутниками. Їх робота у сільському господарстві надає цінну інформацію значно швидше, ніж різного роду розвідники. Дрони також є гарними помічниками у боротьбі із комахами.

Однак хоча й дрони прості у використанні та спроможні збирати дані у досить короткі строки, при їх використанні виникають значні проблеми як й раніше, адже така технологія все ж є дорогою. Дрони є безпорадними там, де сільському господарству необхідно картографування або ж моніторинг великих територій, та краще доповнити таку технологію відповідним супутниковим моніторингом, де конкретні зони необхідно перехресно перевірити.

Для спрощення спостережень за сільськогосподарськими полями, в EOS розроблено EOS Crop Monitoring – так звану цифрову платформу, яка практично використовує супутниковий моніторинг, задля пришвидшення процесу прийняття управлінських рішень. Такий моніторинг дозволяє використовувати також Нормалізований диференційований вегетаційний індекс (NDVI) з метою відстеження стану врожаю в сільському господарстві. Такий індекс контролює кількість вмісту хлорофілу у рослинах, дозволяючи отримати належну інформацію про



їх стан. За наявності високих значень NDVI, це є підтвердженням гарного стану здоров'я рослин, адже чим більше хлорофілу для рослини, тим вона є здоровішою [8].

Ще однією актуальною особливістю інноваційної технології у сільському господарстві EOS Crop Monitoring є програма Scouting. Він представляє собою мобільний й десктопний застосунок, у якому використовуються відповідні цифрові карти для полів. Використовуючи таку програму у сільському господарстві, підприємець може призначати розвідникам завдання у декілька кліків.

Аналітика погоди, як сучасна IT-технологія у сільському господарстві використовується для аналізу погодних даних відповідно до отриманих даних про стан рослин, що отримані із супутникових знімків, відповідні фермери можуть використовувати полив і запобігати пошкодженню від погодних умов (морозу або спеки).

Найсильнішою перевагою щодо використання EOS Crop Monitoring є той факт, що відповідно він функціонує на супутникових знімках. Він також допомагає аналізувати різні польові умови для сільського господарства або ж стан конкретних територій й належним чином вчасно отримувати цінну інформацію, у свою чергу прискорюючи оптимальний час для реакції, а також приймати виважені рішення (як ефективно планувати в наступному сезоні, які сільськогосподарські культури висаджувати, також коли їх збирати, яку кількість поживних речовин й добрив використовувати, та багато іншого [9]).

Згідно із проведеним дослідженням аналітичної компанії McKinsey, практично 23% валового внутрішнього продукту серед країн Африки на південь від пустелі Сахара безпосередньо забезпечується сільським господарством. Зазвичай, це внесок від дрібних фермерів, які представляють практично 60% населення на південь від Сахари. Так як малі і середні фермерські господарства зростають за своєю кількістю, зростання їх продуктивності може суттєво покращити економічну ситуацію у країнах Африки. Проте, тільки не значна частина фермерів практично готова впроваджувати інноваційні технології у сфері точного землеробства [10].

Заслугує на увагу серед IT-технологій точне землеробство – інноваційний метод рільництва, який передбачає використання технологій з метою покращення якості отриманого врожаю. Технологія точного землеробства насамперед передбачає використання точних даних для дистанційного зондування, а саме знімки або ж відеозображення із дронів або супутників. Представлені зображення дозволяють більш ефективно спостерігати за наявним станом ґрунтів і врожаїв. Таким чином точне землеробство у сільському господарстві спонукає привертати увагу зі сторони аграріїв, адже воно сприяє формуванню витрат й поліпшенню стану довкілля.

Основною метою точного землеробства є забезпечення оптимальної продуктивності із одного боку, й збереження ресурсів, належне забезпечення екологічної стійкості й захисту з іншого. Тобто точне землеробство як дієвий метод регулярного діяльності сільського господарства сприяє вирішенню найважливіших проблем землеробства: великі витрати й руйнівний вплив на довкілля, надлишкове використання ресурсів. Основні технології та переваги використання точного землеробства у сільському господарстві представлено в табл. 1.

Таблиця 1 IT-технології у системі точного землеробства та їх характеристика

№ п/п	Базові технології точного землеробства	Характеристика
1	Технологія змінних норм (англ. Variable rate technology)	дозволяє фермерам контролювати визначену кількість вкладених ресурсів, які застосовуються у рамках визначених сфер господарства. Така технологія точного землеробства насамперед використовує спеціалізоване програмне забезпечення, різні контролери й систему щодо диференціального глобального позиціонування (DGPS).
2	Відбір проб ґрунту за допомогою GPS	заснований на відборі різних ґрунтових проб для проведення перевірки складу поживних речовин, визначення рівня рН та інших даних для безпосереднього прийняття вигідних рішень у сільському господарстві. Об'ємні дані, що зібрані шляхом вибірки, використовуються для розрахунку рівня змінної норми для сприяння оптимізації посіву і добрив
3	Комп'ютерні програми	використовуються для формування точних планів фермерських господарств, чітких карт полів, проведення аналізу врожаю, карт врожайності та визначення точної кількості ресурсів, які необхідно використати. Серед переваг такого методу точного землеробства у сільському господарстві є насамперед можливість сформулювати екологічно безпечний план для ведення сільського господарства, що, безпосередньо, допомагає знизити вартість та підвищить врожайність
4	Дистанційне зондування	визначає фактори, які також можуть викликати стрес для врожаю за певний час для того, щоб провести оцінку кількості вологи у ґрунті. Дані певним чином отримуються із дронів та супутників. Порівняно із даними із дронів, різні супутникові знімки є більш доступними та універсальними

*Джерело: систематизовано авторами на основі [6]

У наш час новітні науково-технічні відкриття суттєво полегшують життя для фермерів й дозволяють їм належним чином справлятися із різноманітними викликами значно швидше. Зважаючи на сукупність доступних методів, фермери, природно, прагнуть мати найкращий й найефективніший продукт відповідно за свою ціну.



Серед переваг, які нами виокремлено для використання представлених нами ІТ-технології нами ідентифіковано наступні проблеми:

1. Пріоритети вартості. Ціни абсолютно на всі пристрої (дрони, різні датчики, метеостанції) є дуже високими, а користуватися постійно ними є нерационально, адже для точного землеробства вони необхідні лише в певному місці та на певний час. Таким чином використання послуг компаній, представлених на світовому ринку ІТ-технологій є значно раціональніше. Супутникового моніторингу досить задля визначення проблемних зон, а після цього на основі дронів або ж розвідувальних додатків можна оцінювати рівень проблеми в деталях.

2. Цілеспрямовані людські (інтелектуальні) ресурси. Дорога вартість гаджетів це не єдиний пункт серед складнощів. Необхідно також найняти спеціалістів або навчити свою команду для роботи із досить складним пристроєм.

3. Необхідність мати ліцензію на використання технологій та пристроїв.

4. Обмежена робота. Адже використання дронів є забороненим поблизу стратегічних об'єктів (військові бази або аеропорти). Також вони досить чутливі до сильних вітрів, обмежуючи їх використання.

5. Інтернет речей та робототехніка суттєво замінюють людей у більшості сферах життя, а сільське господарство також не виняток. На сьогодні використовуються кілька додатків, які можуть розраховувати кількість для посадкового матеріалу або ж необхідних поживних речовин значно точніше ніж люди. Тобто використовуючи представлені технології точного землеробства, є можливість отримувати інформацію щодо посівів й прогнозу погоди безпосередньо на свій телефон.

Висновки. Зважаючи на постійні кліматичні зміни й зростання світового попиту на сільськогосподарські продукти харчування, впровадження міжнародних практик у сільське й лісове господарство є одним із ключових завдань для нашого покоління. Компанія EOSDA наслідуючи місію щодо використання Космосу на користь людства, концентрується на модернізації супутникових технологій, що лежать в основі її продуктів, приносячи користь споживачам й робити внесок у підтримку навколишнього середовища. Таким чином, автоматизовані гаджети є досить розумними, щоб відрізнити бур'яни від рослин та стиглі плоди від незрілих. Така інновація організації точного землеробства у сільському господарстві суттєво знижує витрати матеріалів та захищає природу від застосування хімікатів, адже надмірне удобрення та полив суттєво знищують посіви. Отже, використання представлених нами ІТ-технологій для точного землеробства насамперед дозволяє зберігати повну інформацію у одному місці, своєчасно отримувати історичні дані і їх порівняльний аналіз, проводити складання звітів та ділитись будь-якою необхідною інформацією із відповідними учасниками системи управління (агрономами, фермерами, аграріями, які працюють на полях, різними страховими компаніями, консалтинговими компаніями, трейдерами та іншими).

Reference

- [1.] European Court of Auditors. Digitising European industry: audit preview. August 2019. 12 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.eca.europa.eu/lists/ecadocuments/ap19_13/ap__digitising_industry_en.pdf
- [2.] Internet of Food and Farm 2020. European Commission. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cordis.europa.eu/project/id/731884>
- [3.] Large-scale pilots in the digitisation of agriculture. European Commission [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/large-scale-pilots-digitisation-agriculture>
- [4.] Precision Crop Management. IoF2020 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.iof2020.eu/use-casacatalogue/arable/precision-crop-management>
- [5.] Official web-site of DEMETER [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://h2020-demeter.eu/>
- [6.] Точне землеробство [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eos.com/uk/industries/agriculture/>
- [7.] Agricultural Interoperability and Analysis System. European Commission [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cordis.europa.eu/project/id/857125>
- [8.] Building an Interoperable, Data-Driven, Innovative and Sustainable European Agri-Food Sector. European Commission [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cordis.europa.eu/project/id/857202>
- [9.] Connecting the dots to unleash the innovation potential for digital transformation of the European agrifood sector. European Commission [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cordis.europa.eu/project/id/818182>
- [10.] Autonomous Greenhouses. SmartAgriHubs[Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.smartagrihubs.eu/flagshipinnovation-experiment/18-autonomous-greenhouses>

Отримана в редакції 10.06.2024. Прийнята до друку 20.06.2024. Received 10 June 2024. Approved 10 June 2024. Available in Internet 23 July 2024