

УДК 330.46

DOI: <https://doi.org/10.32782/2708-0366/2023.16.10>**Лобода О.М.**

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри менеджменту та інформаційних технологій,
Херсонський державний аграрно-економічний університет
(м. Херсон / м. Кропивницький)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9826-9443>**Loboda Olena**

Kherson State Agrarian and Economic University
(Kherson / Kropyvnytskyi)

АНАЛІЗ ТА ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В АГРОВИРОБНИЦТВІ

ANALYSIS AND ADVANTAGES THE APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN AGRICULTURAL PRODUCTION

У сучасних умовах агровиробництва, як і для будь-якої іншої конкретної економіки, характерно використання нових технологій, пошук потенційних можливостей для своєї цінної продукції, відповідність вимогам сучасного ринку, набір, що швидко змінюється, і багато іншого. нормативна документація. Мета дослідження – виявити вплив цифрових технологій на сільське господарство. У роботі також використовується комплекс науково-дослідних підходів та методів, що ґрунтуються на теоретико-методологічних дослідженнях великих цифрових технологій та можливостей їх дослідження в агропромисловому комплексі. Зростання як можливості, і потреби у зборі, управлінні та аналізі даних може призвести до фундаментальних змін у організації продовольчої системи. Цифрові технології, у тому числі «наскрізні технології», полягають у суттєвих змінах в аграрному секторі, близькості до сільськогосподарської техніки та закінчуються оптимізацією наборів вимог до споживання продуктів харчування та ресурсів, у тому числі людської праці. У статті аналізуються зовнішні чинники та внутрішні чинники економічного розвитку. Проаналізовано застосування різних методів цифровізації, від низькотехнологічних рішень із використанням простих технологій для виявлення механізмів управління, до високотехнологічних технологій розумного землеробства, включаючи датчики, інтернет-речей, аналітику великих даних, робототехніку та штучний інтелект. Досліджено можливості та виклики, що зумовлюють виняткову інноваційність, специфіку використання цифрових технологій, а також аналізують досвід різних країн щодо використання цих технологій у сільському господарстві.

Ключові слова: цифровізація, агровиробництво, великі дані, хмарні обчислення, штучний інтелект, розумне землеробство, інтернет речей.

In the modern conditions of agricultural production, as in any other specific economy, it is characterized by the use of new technologies, the search for potential opportunities for its valuable products, compliance with the requirements of modern market, a rapidly changing set, and much more. regulatory documentation. The purpose of research is to identify the impact of digital technologies on agriculture. The work also uses a complex of research approaches and methods based on theoretical and methodological studies of large digital technologies and their research opportunities in agro-industrial complex. The growth of both opportunities and needs for data collection, management and analysis can lead to fundamental changes in the organization of the food system. Digital technologies, including "end-to-end technologies", consist of significant changes in agricultural sector, proximity to agricultural machinery and end with the optimization of sets of requirements for consumption of food products and resources, including human labor. It has been shown that modern advances have significantly expanded the possibilities of collecting, analyzing, managing or transmitting

data related to agricultural activities, including by reducing costs and increasing the speed of data collection, analysis and dissemination. Building on previous achievements, a new wave of technological advances is aimed at working with agricultural and other data in electronic format to improve the sustainability and efficiency of agricultural and food systems. The article analyzes external factors and internal factors of economic development. The application of various digitization methods is analyzed, from low-tech solutions using simple technologies to detect control mechanisms, to high-tech technologies of smart agriculture, including sensors, Internet of Things, big data analytics, robotics and artificial intelligence. Opportunities and challenges that determine exceptional innovativeness, the specifics of using digital technologies, and also analyze the experience of different countries regarding the use of these technologies in agriculture have been studied.

Key words: digitization, agricultural production, big data, cloud computing, artificial intelligence, smart agriculture, Internet of Things.

Постановка проблеми. В останні часи можна побачити значний вплив інновацій як на повсякденне життя людей, так і на економіку в усьому світі. Нові технології, що полегшують обмін та передачу даних, руйнують торговельні бар'єри, що пов'язують галузі та країни на різних континентах [1, с. 9]. У світі рівень розвитку цифрових технологій грає вирішальну роль конкурентоспроможності країн. Перехід до цифрової економіки сприймається як ключовий драйвер економічного зростання [2, с. 11]. Сільське господарство – це господарська діяльність, що спрямована на забезпечення продовольством населення і видобуток сировини низки галузей промисловості. Сільське господарство та харчовий сектор стикаються з багатьма проблемами. За прогнозами, до 2060 року населення світу сягне 9,6 млрд осіб, що призведе до значного збільшення потреби в продуктах харчування. До 2060 року людству доведеться виробляти на 70 відсотків більше їжі. Слід зазначити, що зі збільшенням населення зменшуватимуться природні ресурси: прісна вода і орні землі.

Цифрові технології можуть стати розв'язанням цієї проблеми [3, с. 24]. Очевидно, що необхідно знайти драйвери розвитку цифрової економіки, які сприятимуть реалізації сценарію «невипадання» країни з процесу цифровізації та відхилення від кривої розвитку, що наздоганяє. У сільському господарстві цифровізація може змінити правила гри, підвищивши операційну ефективність, врожайність та прибутковість. Крім того, цифровізація сільського господарства може створити більш справедливий агропродовольчий виробничо-збутовий ланцюжок, оскільки цифрові технології знижують транзакційні та трансакційні витрати, а також інформаційну асиметрію. Процес відтворення інтенсивного типу у сільськогосподарській діяльності, що означає розвиток якісно нової економіки на основі, сприяти створенню товарів та послуг з вищою споживчою цінністю або найкращим поєднанням ціни та якості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Під час підготовки статті використовувалися загальнонаукові методи розуміння економіки, адаптовані з урахуванням характеру використання передових цифрових технологій у сільському господарстві. У роботі використовується комплекс наукових підходів та методів: системний та комплексний підхід, методи логічного та порівняльного аналізу, експертних оцінок та статистичного аналізу. Методологічні підходи ґрунтуються на теоретико-методологічному вивченні потенціалу новітніх цифрових технологій та можливості їх застосування у сільському господарстві, а також аналізі можливостей та проблем, які спричиняють ці інновації.

Існує безліч різних технологій, кожна з яких має свої переваги: одні спеціалізуються на зборі інформації, інші на її обробці та зберіганні, треті здатні виконувати завдання та звільняти людей від необхідності ручної праці [4, с. 107]. Так чи інакше, використання будь-яких цифрових технологій не лише підвищує ефективність діяльності та знижує витрати, а й стає гарантом конкурентоспроможності [5, с. 64].

Нижче наведено основні внутрішні драйвери цифрової трансформації сільського господарства:

– Підвищення продуктивності сільського господарства. Заміна ручної праці автоматизованим значно скорочує час та вивільняє робочу силу, яку можна використовувати більш ефективно.

– Найкраще управління ризиками. Своєчасне інформування про хвороби рослин, попередження про негоду, нестачу вологи, проблеми з ґрунтом.

– Покращений доступ до ринку та корпоративне управління. Глибокий аналіз потреб ринку, аналіз сільськогосподарської діяльності, своєчасне виявлення та усунення проблемних зон [6, с. 115].

– Поліпшене управління адміністративними процесами. Автоматизація більшості адміністративних процесів.

Існують і зовнішні фактори цифровізації сільського господарства, такі як високий споживчий попит на інформацію про сільськогосподарську продукцію та необхідність впровадження технологій на фермах, щоб брати участь у все більш оцифровуваних глобальних виробничих та маркетингових ланцюжках і залишатися конкурентоспроможними.

Формулювання цілей статті. Мета статті – виявити вплив цифрових технологій на сільське господарство, на основі використання комплексу науково-дослідних підходів та методів, що ґрунтуються на теоретико-методологічних дослідженнях великих цифрових технологій та можливостей їх дослідження в агропромисловому комплексі.

Виклад основного матеріалу. Слід зазначити, що попит на сільськогосподарську інформацію зростає по всьому ланцюжку створення вартості як у державному, так і приватному секторі. Існує кілька факторів, що мотивують сільгоспвиробників підвищувати ступінь цифровізації.

По-перше, ми визначаємо низку факторів, пов'язаних з торгівлею, а також управління ланцюжком створення вартості. Цифрові технології дозволяють забезпечити зберігання та управління даними з моменту їх створення у господарстві до моменту передачі інформації всім учасникам ланцюжка поставок, забезпечуючи повну прозорість. Доступ до сільськогосподарських даних також може допомогти покращити регулювання торгівлі, наприклад, за допомогою безпаперових процедур.

Крім того, можна відзначити низку факторів, пов'язаних із споживчим попитом та реалізацією державної політики у сфері сільського господарства. Безпека харчових продуктів є одним із найважливіших показників якості для споживачів. Продаж неякісної продукції може завдати непоправної шкоди репутації як виробника, так і роздрібного чи оптового продавця. Можна зазначити, що доступ до інформації про виробництво продуктів може створити нове джерело вартості.

Харчова промисловість вивчає можливість використання цифрових технологій для безпечного зберігання та обробки електронних записів та підвищення прозорості транзакцій. Основна мета – оновити процеси управління даними у складній мережі фермерів, брокерів, дистриб'юторів, роздрібних продавців та споживачів, щоб полегшити розслідування неякісних та небезпечних харчових продуктів. Пошук даних вручну може зайняти тижні та ніколи не дати результатів, але цифрові технології можуть скоротити час до секунд.

Деякі з перерахованих вище технологій у тій чи іншій формі існують багато років. Попередні хвилі технічного прогресу принесли у сільське господарство механізацію та можливість збільшити врожайність та термін придатності сортів насіння. Ще одним поворотним моментом є використання супутникової системи GPS для керування сільськогосподарською технікою. Нещодавні досягнення значно розширили можливості збору, аналізу, управління чи передачі даних, пов'язаних із сільськогосподарською діяльністю, у тому числі за рахунок зниження витрат та збільшення швидкості збору, аналізу та розповсюдження даних. Ґрунтуючись на попередніх досягненнях, нова хвиля технологічних досягнень спрямована на роботу із сільськогосподарськими та іншими даними в електронному форматі для підвищення стійкості та ефективності сільськогосподарських та продовольчих систем.

Зазначимо, що збирати інформацію можна навіть у районах із високою хмарністю, що не дозволяє використовувати деякі типи супутникових датчиків. Супутникові технології дозволяють відстежувати зміни в землекористуванні: визначати тип культур, що вирощуються, оцінювати стан посівів, врожайність і втрати. Отримані дані можна використовувати для прогнозування сезонної врожайності, у тому числі для прогнозування результатів землеробства на різних рівнях, а також для створення та реалізації плану, який допоможе знизити збитки та оздоровити посіви. Очікується, що у майбутньому супутники подолають колишні обмеження та покращать здатність виявляти невеликі та фрагментовані види землекористування. Такі досягнення прокладуть шлях до ширшого використання супутникових даних підвищення продуктивності сільського господарства.

Досягнення в галузі безпілотних літальних апаратів (БПЛА) та розробка дистанційних датчиків значно знизили вартість та підвищили ефективність дистанційного зондування [6, с. 32]. Під час польоту БПЛА збирає тепловізійні та візуальні зображення, що дозволяє отримувати докладніші зображення та знімати в умовах похмурого неба. Фермери можуть використовувати дрони для зниження витрат на моніторинг посівів, покращення дозволу даних та підвищення ймовірності виявлення потенційних проблем. Наприклад, за допомогою БПЛА виявлення нерентабельності ділянки, своєчасне виявлення шкідників чи хвороб рослин. Наприклад, за оцінками PwC, використання дронів може створити 628000 робочих місць до 2030 року і збільшити ВВП Великобританії більш ніж на 1,89%⁴. Тому передові технології впроваджуються країнами підтримки конкурентоспроможності.

Залежно від потреб сільськогосподарських угідь, а також розміру інвестицій можливе використання будь-якої з перерахованих вище технологій: від покупки супутникового знімку до покупки власних БПЛА. Ці технології здешевлюють людську працю, тому що одна людина не може з такою якістю стежити за кожною ділянкою землі. Крім того, розглянуті технології дозволяють спостерігати за такими факторами, як погодні умови та типи ґрунту, для прогнозування строків посіву та збирання врожаю кожної культури. Їх можна використовувати для визначення очікуваного врожаю в районі шляхом оцінки якості врожаю та розміру сільськогосподарських угідь.

Крім того, нові технології дозволили визначити рівень дефіциту поживних речовин у рослинах та розробити засоби, що підвищують рівень поживних речовин у рослинах і тим самим загальну врожайність сільськогосподарських культур.

Дистанційне зондування надає дані про вологість ґрунту та допомагає визначити кількість вологи у ґрунті і, отже, тип культури, яку можна вирощувати на землі, а також допомагає у плануванні іригації. Ці технології корисні для моніторингу зміни клімату, що відіграє важливу роль у визначенні того, які культури садити. Крім того, для наземної картографії незамінні як супутники, так і БПЛА. За допомогою картування ґрунту фермери можуть визначити, які ґрунти найкраще підходять для вирощування певних культур, які ґрунти потребують зрошення, які ділянки землі деградували, а які залишилися недоторканими. Таким чином, фермери можуть збирати різноманітну інформацію. Ряд останніх технологічних нововведень значно розширив можливості збирання, узагальнення, обробки та аналізу сільськогосподарських даних.

Великі дані – це сукупність структурованих і неструктурованих даних, які ефективно обробляються програмними інструментами, що горизонтально масштабуються. Аналіз значного обсягу даних за допомогою Big Data дає змогу побачити закономірності, які бачить людина. Великі дані дозволяють працювати з більшими обсягами даних, ефективно їх обробляти за рахунок високої обчислювальної потужності, розпізнавати закономірності та робити прогнози на основі даних у режимі реального часу. Сільське господарство – це область, де постійно доводиться приймати безліч рішень. Використання великих даних дозволяє знаходити цінні дані в потоці інформації та отримувати інформацію, яка покращить бізнес-процеси та підвищить швидкість вирішення завдань.

Великі дані надають фермерам докладну інформацію про клімат та характер опадів. Великий аналіз даних може призвести до потенційних проблем у певній галузі, наприклад зараження шкідниками або наближення посухи, що знижує потребу у регулярних ручних перевірках кожної ділянки. Зібрані дані використовуються для прийняття рішень, наприклад, які культури вирощувати для підвищення прибутковості або коли найкраще збирати врожай.

Використання пестицидів можна вважати спірним питанням через побічні ефекти. Використання великих даних дозволить приймати обґрунтовані рішення про те, чи слід використовувати ці хімічні речовини для боротьби зі шкідниками та хворобами, які пестициди краще використовувати, коли і як довго. Це забезпечує дотримання державних постанов, таких як правила безпечного використання пестицидів та агрохімікатів, та запобігає надмірному використанню хімікатів у виробництві продуктів харчування. Крім того, це призводить до більшої рентабельності, оскільки врожай не гине від бур'янів, хвороб та комах.

Говорячи про логістику та ланцюжки поставок, згідно з дослідженням McKinsey, близько третини продуктів, вироблених людьми, втрачається або стає непридатною для вживання. Щоб вирішити цю проблему, необхідно скоротити цикл доставки продуктів харчування від ферми до ринку. Великі дані можуть допомогти підвищити ефективність ланцюжка поставок за рахунок відстеження та оптимізації маршрутів доставки.

Великі дані можуть спричинити позитивні зміни в аграрному секторі. За допомогою програмного забезпечення для інтеграції різних джерел даних можна буде отримувати дані про клімат, агрономію, воду, сільськогосподарське обладнання, ланцюжки поставок, бур'яни, поживні речовини.

Хмарні обчислення – це набір комп'ютерних сервісів, доступних як послуга користувача через Інтернет, що дозволяє використовувати веб-інтерфейс для віддаленого доступу до виділених ресурсів. Великі обсяги інформації можуть бути завантажені в хмару, яка надає простір для зберігання та обчислювальну потужність для обробки та аналізу зібраних даних. Хмарні обчислення можна використовувати для збору даних з таких пристроїв, як наземні датчики, супутникові знімки та метеостанції. Наприклад, своєчасна обробка даних дозволить вживати заходів у період вегетації рослин та усувати проблеми до того, як вони призведуть до втрати всього врожаю.

Хмарні платформи можуть поєднувати дані з різних джерел і, наприклад, робити прогнози, розроблені експертами, про те, які продукти користуються попитом у даний момент, а які фахівці потрібні лише для того, щоб відповідним чином скоригувати виробництво. Крім того, хмарні обчислення можуть надати інформацію про методи ведення сільського господарства, методи вирощування, інновації, пестициди, насіння, добрива, стійкість до бур'янів та обладнання. У майбутньому він може навіть забезпечити доступ до баз даних клієнтів та ланцюжків постачання.

Є практичні програми для використання хмарних обчислень для створення цілої екосистеми, включаючи датчики та інструменти для моніторингу, збору даних про ґрунт або картографування сільськогосподарських полів. Прикладом є операційний центр, який використовує хмарні обчислення для відстеження та моніторингу продуктивності сільськогосподарської техніки для швидшого та ефективнішого усунення несправностей. Іншим прикладом є Startup Farmers Business Network, система, побудована на платформі хмарних обчислень. Він дозволяє порівнювати врожайність фермерів-учасників програми та надає інформацію про ринкові ціни на насіння та хімікати.

Однак використання великих даних і хмарних обчислень має як позитивні, так і негативні сторони. Слід зазначити, що хмарні обчислення потребують значних фінансових вкладень, тому здебільшого ним можуть користуватися лише великі компанії, а більшість підприємців не можуть дозволити собі його купити та встановити. Крім того, хмарні обчислення в основному призначені для великих ферм, оснащених високошвидкісним інтернетом. Таким чином, ферми з повільним або відсутнім доступом

до Інтернету можуть використовувати ці технології. Іншим важливим питанням є питання захисту даних, оскільки хмарні обчислення потребують детальної інформації про економічну ситуацію та поточні операції, щоб обмінюватися даними з іншими, включаючи постачальника хмарних послуг і треті сторони, залучені до аналізу даних.

Якщо говорити про наступні види наскрізних технологій, то слід зазначити, що їх застосування в даний час вимагає значних інвестицій, тому дозволити собі їх можуть тільки компанії з великим капіталом. Дослідження штучного інтелекту (ШІ) мають на меті змусити машини імітувати поведінку людини. Завдяки ШІ машини розвивають здатність взаємодіяти, вчитися в інших і власний досвід. Штучний інтелект використовує комбінацію аналізу великих даних і хмарних обчислень для роботи та навчання.

Рішення ШІ здатні подолати традиційні проблеми кожної галузі. Наприклад, у сільськогосподарському секторі штучний інтелект може допомогти фермерам підвищити свою ефективність. Адаптація технології штучного інтелекту допоможе контролювати непередбачувані природні явища.

Погляньмо на застосування штучного інтелекту в сільському господарстві. За його допомогою фермери тепер можуть аналізувати погодні умови, температуру, споживання води чи стан ґрунту у режимі реального часу. Наприклад, технології штучного інтелекту можуть допомогти оптимізувати планування підвищення врожайності шляхом вибору культур, місць і часу посадки. ШІ фокусується на перевірці неповноцінних культур та збільшенні потенціалу для підтримки здорового врожаю. Штучний інтелект також можна використовувати для створення моделей сезонного прогнозування для підвищення точності та продуктивності сільського господарства. Ці моделі можуть передбачати погодні умови на кілька місяців уперед, дозволяючи фермерам оптимально дбати про свої посіви.

Говорячи про ШІ, варто згадати про машинне навчання. Машинне навчання – це метод аналізу даних, який автоматизує побудову аналітичних моделей. Це область ШІ, заснована на ідеї, що системи можуть навчатися на досвіді, розпізнавати закономірності та приймати рішення з мінімальним втручанням людини. Так, алгоритми глибокого навчання можуть обробляти дані, що надходять від дронів, що літають над полями. Дрони зі штучним інтелектом можуть знімати зображення з усієї ферми та аналізувати їх майже в реальному часі для виявлення проблемних областей. Крім того, за подібними технологіями можна самостійно обприскувати та поливати конкретні культури. Застосовуючи ШІ разом із машинним навчанням і робототехнікою, можна лише отримувати інформацію, а й виконувати практичні дії, наприклад, у деяких випадках навіть саджати певні культури без застосування людської праці. В результаті ШІ скоротить використання гербіцидів у полі в порівнянні зі звичайною кількістю хімікатів, що розпоршуються.

Слід зазначити, що використання СГ-ботів або роботів вирішить проблему нестачі робочої сили та підвищить ефективність операцій. Робочі місця можуть давати більші врожаї, визначати та знищувати бур'яни точніше, ніж люди, та знижувати витрати на сільське господарство, забезпечуючи цілодобову працю.

Кожна з перерахованих вище технологій займає свою нішу і однозначно здатна підвищити ефективність будь-якої діяльності. Усі ці технології мають величезний потенціал. Інтернет речей – це система взаємопов'язаних комп'ютерів, механічних та цифрових пристроїв, об'єктів, тварин або людей, які мають унікальні ідентифікатори та можуть передавати дані через мережу, не вимагаючи зв'язку між людьми».

Завдяки розвитку сучасних технологій та інтернету речей розумне фермерство активно набирає популярності. Він значною мірою залежить від Інтернету речей, що усуває фізичну працю та підвищує продуктивність. Вся екосистема ІР складається з датчиків, які у режимі реального часу відстежують погодні умови (вологість, опади, температура). Сенсори ІР також можуть надавати інформацію про стан рослин та чітко вказувати на присутність шкідників у режимі реального часу. Датчики зображення

з низькою роздільною здатністю ідеально підходять для оцінки запасів на великій площі. Крім того, датчики IP можуть збирати дані про поведінкові моделі шкідників у навколишньому середовищі, дозволяючи користувачам оцінювати ефективність профілактичних заходів. Наприклад, якщо погодні умови створюють сприятливе середовище для шкідників, датчики IP можуть забезпечити прогнозу аналітику.

Можливості IP дозволяють автоматизувати систему поливу, забезпечивши ефективніше використання води. Так, ви можете встановити датчики навколо дерев для вимірювання рівня води. Вони підключені до спринклерних систем, які обробляють дерева в міру потреби. Ця установка автоматизує процес поливу. Окрім того, технологія IP збільшує прибуток за рахунок зниження ризиків. При встановленні датчика на трактор або іншу сільськогосподарську машину отримані дані постійно обробляються, і як тільки частина обладнання зношується або виникає проблема в роботі пристрою, датчик видає відповідне попередження. Оскільки технічне обслуговування має профілактичний характер, своєчасний ремонт дозволяє уникнути значних одноразових витрат.

Говорячи про штучний інтелект, не можна не згадати про точне землеробство. Precision Farming (PF) – це система управління продуктивністю сільськогосподарських культур, заснована на поєднанні супутникових та комп'ютерних технологій. Метою точного землеробства є зниження витрат за одиницю продукції і на підвищення продуктивності на одиницю ресурсів, що вводяться. Потреба інвестицій у конкретні сільськогосподарські угіддя варіюється залежно від типу необхідних послуг, що, своєю чергою, залежить від виду діяльності. Наприклад, потреби тваринницької ферми, овочевої ферми, саду та органічної ферми зовсім різні. Однак, незалежно від конкретних цілей використання нових технологій, основними причинами є раціональне використання ресурсів, зниження витрат і підтримання конкурентоспроможності.

Точне землеробство залежить від спеціалізованого обладнання, програмного забезпечення та IT-послуг. Іншими словами, він включає кілька різних технологій. В умовах точного землеробства можливе одночасне використання всіх технологій і тільки тієї їх частини, яка найбільше впливає на конкретне підприємство. Ця технологія заснована на використанні точних карток полів з усіма їх властивостями. Таким чином, точне землеробство включає доступ до даних про хімічний склад ґрунту, його вологість, кількість отриманої сонячної радіації, вугілля нахилу щодо горизонту, панівних вітрах, наявність поруч значущих природних та інших об'єктів. Час про стан рослин, ґрунту та повітря. Датчики на полях вимірюють вологість ґрунту та повітря, а також температуру. Супутники та дрони забезпечують зображення окремих рослин у режимі реального часу. Отримана інформація обробляється, порівнюється з показниками інших датчиків і в результаті видаються рекомендації з проблем, що вимагають негайного вирішення. Чим більше факторів враховано і чим детальніше карта, тим точніше можна використовувати супутникові та комп'ютерні технології та швидше налагодити виробничий процес. На основі електронних карт створюються рекомендації та інструкції про те, скільки добрив, насіння та води вносити на кожен ділянку поля. Вони завантажуються в керовану комп'ютером сільськогосподарську машину, яка працює у полі, та машина обробляє поле з мінімальним втручанням людини. Керуючись інструкціями та супутниковою навігацією, машини самі регулюють кількість добрив та насіння, що вноситься на кожен ділянку поля.

Ще один напрямок – нагляд за худобою. Великі ферми можуть використовувати програми бездротового Інтернету речей для збору даних про місцезнаходження, благополуччя та здоров'я своєї худоби. Таким чином, технологія IP стимулювала позитивні зміни в технології обліку тварин, що пасуться, таких як вівці та корови. Багато тварин носять обтягнуті тканиною нашійники. Ця технологія є незамінною при пошуку втрачених тварин. Крім того, датчики IP передають інформацію, яка допомагає ідентифікувати хворих тварин, щоб їх можна було відокремити від стада, щоб запобігти поширенню хвороби. Наприклад, JMB North America пропонує власникам

ранчо додаток для моніторингу корів. Одним із застосувань описаної вище технології є спостереження за вагітними або народжуються коровами. Ще один напрямок розвитку – інтелектуальні теплиці. Теплиці побудовані на базі IP, що дозволяє керувати мікрокліматом: освітленням, тиском, вологістю, температурою. Для моніторингу навколишнього середовища в розумній теплиці використовуються різні датчики, що дозволяють задавати потрібні параметри відповідно до ваших потреб. Також створюється хмарний сервер для віддаленого доступу до системи. Це усуває необхідність постійного ручного керування. Використання датчиків IP може допомогти оптимізувати процеси та дати можливість конкурувати з іншими країнами.

Висновки. Проведений аналіз показує, що з урахуванням представленого в статті досвіду цифрове сільське господарство включає широкий спектр технологій, що мають безліч застосувань по всьому ланцюжку створення вартості в сільському господарстві. Ці технології включають: хмарні обчислення, інструменти аналізу великих даних, штучний інтелект, машинне навчання, глибоке навчання, технології розподіленого реєстру, включаючи блокчейн і смарт-контракти, Інтернет речей, цифрові комунікаційні технології, цифрові платформи, електронна торгівля, платформи, консультативні програми, технології точного землеробства, датчики, системи наведення та стеження, автоматизовані машини. Зростання можливостей та потреба у зборі, управлінні та аналізі даних можуть призвести до фундаментальних змін в організації продовольчої системи. Оцифрування сільського господарства може бути досягнуто різними способами: від низькотехнологічних рішень з простими технологіями управлінського консультування до високотехнологічних технологій розумного землеробства з безліччю датчиків, Інтернету-речей та багатою аналітикою даних. Для прийняття рішень, безпілотні літальні апарати, робототехніка та штучний інтелект для автоматизації процесів.

Нові технології сприяють кращому управлінню сільськогосподарськими угіддями, підвищенню продуктивності сільського господарства та більш ефективному та раціональному використанню ресурсів. Крім того, роботизовані технології забезпечують більш надійний моніторинг та управління природними ресурсами, такими як якість повітря та води. Це дає виробникам більший контроль над рослинництвом та тваринництвом, переробкою, розподілом та зберіганням сировини, що може призвести до оптимізації витрат на оплату праці, зниження цін та підвищення безпеки харчових продуктів. Сучасне обладнання та високоточні сільськогосподарські та роботизовані комплекси дозволяють фермам стати прибутковішими, ефективнішими, безпечнішими та екологічнішими.

Список використаних джерел:

1. Гнатієнко Г.М., Снитюк В.С. Експертні технології прийняття рішень : монографія. Київ : ТОВ «Маклаут», 2008. 444 с.
2. Грабовецький Б.Є. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2010. 171с.
3. Збарський В.К., Мацибора В.І. Економіка сільського господарства : навч. посіб. Київ : Каравела, 2009. 264 с.
4. Лобода О.М. Застосування імітаційного моделювання та програмних комплексів при реалізації інноваційних проєктів в економічних системах. *Ефективна економіка*. 2020. № 11.
5. Лобода О.М. Вирішення задачі ідентифікації структури управління підприємства. *Сучасна спеціальна техніка*. Київ, 2012. № 3. С. 64–68.
6. Марасанов В.В., Пляшкевич О.М. Основи теорії проєктування і оптимізації макроекономічних систем. Херсон : Айлант, 2002. 190с.

References:

1. Hnatienko H.M., Snytiuk V.Ye. (2008) Ekspertni tekhnolohii pryiniattia rishen [Expert decision-making technologies]: monograph. Kyiv: TOV "Maklaut", 444 p.

2. Hrabovetskyi B.Ye. (2010) *Metody ekspertnykh otsinok: teoriia, metodolohiia, napriamky vykorystannia* [Methods of expert assessments: theory, methodology, areas of use]: monograph. Vinnitsa: VNTU, 171 p.

3. Zbarskyi V.K., Matsybora V.I. (2009) *Ekonomika silskoho hospodarstva* [Agricultural economics]: navch. posibnyk. Kyiv: Karavela, 264 p.

4. Loboda O.M. (2020) *Zastosuvannia imitatsiinoho modeliuвання ta prohramnykh kompleksiv pry realizatsii innovatsiinykh proektiv v ekonomichnykh systemakh* [Application of simulation modeling and software complexes in the implementation of innovative projects in economic systems]. *Efektivna ekonomika*, no. 11. Available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8321>

5. Loboda O.M. (2012) *Vyrishennia zadachi identyfikatsii struktury upravlinnia pidpriemstva* [Solving the problem of identifying the management structure of the enterprise]. *Modern special equipment*, no. 3, pp. 64–68.

6. Marasanov V.V., Pliashkevych O.M. (2002) *Osnovy teorii proektuvannia i optymizatsii makroekonomichnykh system* [Fundamentals of the theory of design and optimization of macroeconomic systems]. Kherson: Ailant, p. 190.
