

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗОВАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

*Павло Луб, к. т. н., Олег Ковалишин, к. т. н., Любомир Чухрай, к. т. н.,
Володимир Станько, к. т. н., Назар Заплатинський, ст. викладач
Львівський національний університет природокористування,
вул. Володимира Великого, 1, м. Дубляни, Львівський р-н, Львівська обл., Україна,
e-mail: pollylub@ukr.net kovalyshynoleh@gmail.com l.chukhrai@gmail.com
wlad.stanko@gmail.com hayk.ukr@gmail.com*

<https://doi.org/10.31734/agroengineering2024.28.173>

Луб П., Ковалишин О., Чухрай Л., Станько В., Заплатинський Н. Використання інтелектуалізованих інформаційних технологій для управління ресурсами сільськогосподарських підприємств

Встановлено, що, хоча використання штучного інтелекту в сільському господарстві має свої недоліки та ризики, воно є перспективним напрямом для ефективного вирішення проблеми продовольчої безпеки. Визначено потребу в інноваційних технологіях сільського господарства та розуміння потреб в умовах глобалізації ринку. Доведено об'єктивну потребу агроформувань у розробці та вдосконаленні швидкого й ефективного моделювання сценаріїв прийняття управлінських рішень та інтегрування їх з метою оцінки майбутніх вигод, очікуваних прибутків та прогнозування термінів окупності. Наголошено, що в сучасних умовах впровадження інформаційних компаній щодо інноваційних процесів аграрної галузі як загалом, так і в окремих підгалузях та складових необхідно організувати на рівні державних програм, особливо щодо застосування в напрямі технічних та технологічних складових виробничих процесів підприємств аграрного сектору, сприяти розвитку видів діяльності з високою наукоємністю, перейти від технологічно низької ресурсної до високотехнологічної інноваційної економіки. Результати проведених досліджень дали змогу систематизувати знання про наявні технології штучного інтелекту (ШІ), які проявили себе як успішні методи вирішення проблем у сфері сільського господарства та агропромисловості і поширюватимуться в цьому напрямі протягом наступних п'яти – семи років. Подальшими етапами дослідження може стати докладне вивчення різних технологій та методів ШІ для пошуку їх найкращого використання у різних сферах людської життєдіяльності (зокрема в сільському господарстві та агропромисловості), визначення їх ефективного поєднання між собою та обґрунтування оптимальної внутрішньої структури (математизація та програмний код).

Ключові слова: цифрові технології, інформаційні технології, аграрні підприємства, сільське господарство, рослинництво, тваринництво, машинний інтелект, інноваційний розвиток, цифровізація.

Lub P., Kovalyshyn O., Chukhrai L., Stanko V., Zaplatynskyi N. Utilization of intelligent information technologies for resources management in agricultural enterprises

The demand for innovative agricultural technologies and an understanding of the conditions of market globalization are increasingly critical. This article analyzes the role of artificial intelligence (AI) in optimizing resource management within agricultural enterprises through big data analysis. It demonstrates the essential need for agribusinesses to develop and enhance rapid and efficient scenario modeling for decision-making, integrating these models to assess future benefits, expected profits, and forecast payback periods. The importance of implementing information technologies aimed at innovative processes in the agricultural sector, both at a general level and within specific subsectors and components, is emphasized. This implementation should occur through state programs, particularly concerning the technical and technological aspects of agricultural production processes. Such measures promote the development of high-tech activities and facilitate the transition from a low-resource economy to a high-tech, innovative economy. The research results provide a comprehensive overview of existing AI technologies that have proven effective in solving problems within agriculture and agribusiness. These technologies are expected to advance significantly over the next five to seven years, allowing businesses to gain competitive advantages and achieve substantial economic benefits. The use of AI and robots in agriculture addresses several key challenges, including alleviating labor shortages, reducing the harmful impact of chemicals on humans and the environment, increasing crop yields, improving enterprise productivity, and lowering the costs of agricultural production. Future research may focus on a more detailed examination of various AI technologies and methods to identify their optimal applications across different areas of human activity, including agriculture and agribusiness. This will include exploring effective combinations of these technologies and establishing an optimal internal structure, encompassing both mathematical frameworks and software coding.

Keywords: digital technologies, information technologies, agrarian enterprises, agriculture, crop production, animal husbandry, artificial intelligence, innovative development, digitization.

Постановка проблеми. У сучасних умовах аграрний сектор економіки виявляє значний інтерес до використання новітніх інформаційних технологій. Швидкий розвиток науково-технічного прогресу збільшує потребу аграріїв у цифрових рішеннях для управління сільськогосподарським виробництвом. Підприємства аграрного сектору, щоб адаптуватися до змін в економіці, праві, технологіях, потребують стратегій розвитку інновацій, які базуються на цифровому розвитку. Це вимагає дослідження та впровадження цифрових технологій для підвищення конкурентоспроможності продукції та оптимізації управлінських рішень. Такий підхід до цифрової трансформації агробізнесу стає ключовим у поліпшенні управління бізнес-процесами агропідприємств і враховує актуальні потреби галузі. Представлене дослідження присвячене аналізу основних сфер застосування систем штучного інтелекту (ШІ) для оптимізації управління ресурсами в сільськогосподарських підприємствах на основі аналізу великих даних.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні, методологічні та загальні методичні питання щодо застосування сучасних інформаційних технологій для управління ресурсами сільськогосподарських підприємств знайшли відображення у наукових працях таких вчених, як Д. Бондаренко [2], О. Піжук [11], О. Домарацька [6], Т. С. Пісоченко [12], З. Я. Шацька [12]. Так, М. Г. Бортнікова займається використанням штучного інтелекту для розв'язання задач у галузі тваринництва, зокрема в галузі контролю якості молока [3]; Н. І. Болтянська досліджує використання штучного інтелекту в агроінженерії, зокрема в галузі автоматизації сільськогосподарських процесів [1]; Т. С. Кучмілова займається розробкою інтелектуальних систем управління сільськогосподарською технікою [8].

Однак з урахуванням швидкості, з якою науково-технічні нововведення впроваджуються в агробізнес, недостатнє розуміння процесу застосування інноваційних цифрових технологій у сільському господарстві під час економічних криз вимагає подальших досліджень, як теоретичних, так і практичних.

Постановка завдання. Метою дослідження є систематизація інформації щодо сфер використання сучасних інформаційних технологій для управління ресурсами сільськогосподарських підприємств.

Виклад основного матеріалу. Впровадження цифрових технологій в аграрний сектор може забезпечити передбачуваність, високу продуктивність та гнучкість у відгуку на зміни, що сприятиме підвищенню безпеки продовольства та стійкості агропідприємств. Завдяки

підвищенню продуктивності, ефективному використанню ресурсів, ринковим можливостям та адаптації до змін клімату, цифрові технології можуть приносити економічні, соціокультурні та екологічні переваги. Проте для досягнення потенційних вигод потрібні значні перетворення в бізнес-процесах агропідприємств, а також у сільській економіці, соціальній сфері та управлінні природними ресурсами. Впровадження цифрових технологій вимагає системного підходу, який може бути реалізований як на рівні окремих підприємств, так і на рівні держави [4].

Дослідження консалтингової компанії Next Move Strategy Consulting показало, що до 2030 року ринок ШІ може сягнути 1,9 трлн дол – у 13 разів більше, ніж у 2022 році (рис. 1).

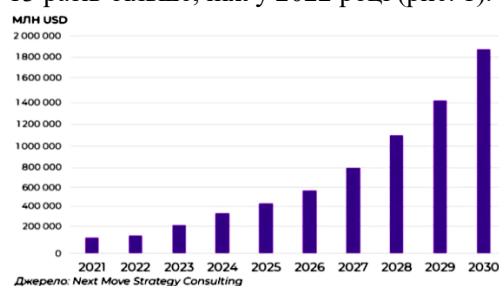


Рис. 1. Обсяг світового ринку штучного інтелекту з прогнозом до 2030 р. [21]

Fig. 1. Global artificial intelligence market volume forecasted until 2030 [21]

Застосування цифрових технологій у сільському господарстві надає дрібним фермерським господарствам значні переваги в плані розвитку зв'язків з постачальниками та споживачами, доступу до інформації, наймання талановитих працівників та формування стратегічних партнерських механізмів. Проте існують певні проблеми, такі як недостатність мережевого покриття, низький рівень комп'ютерної грамотності працівників, відсутність єдиної платформи для обміну даними та нездатність до сумісного використання техніки різних марок. Розв'язання цих проблем потребує впровадження агроконсалтингових онлайн-підтримок і проходження онлайн-курсів, таких як ті, що пропонуються на платформах як EdX, Coursera, Udemy, Factor Academy, Укрдержфондом та Українським проектом бізнес-розвитку плодівництва (UHBDP).

Досвід успішного застосування машинного інтелекту в аграрному секторі підтверджується практикою провідних компаній у цій галузі. Наприклад, у США та Японії вже використовується технологія «розумних» ферм та теплиць, які впроваджують автоматизацію та оптимізацію процесів вирощування [10].

Поєднання штучного інтелекту та точного землеробства може знизити операційні витрати на вирощування кукурудзи, сої та пшениці в

США відповідно на 26 %, 31 % та 31 % на гектар, як показано нижче (рис. 2).

Компанія Nature Sweet зі США використовує системи штучного інтелекту для аналізу плантацій помідорів з метою виявлення хвороб та шкідників на плодах. Завдяки цій технології, яка була надана компанії Prospera Technologies з Ізраїлю, збір даних про рослини став більш оптимізованим та ефективним. Японська компанія Toyota спільно з ізраїльською фірмою NRGene розробили технологію на основі машинного інтелекту для вирощування регіональних сортів суниці. Ця технологія дозволяє створювати сорти суниці, які ідеально відповідають умовам вирощування в Японії.

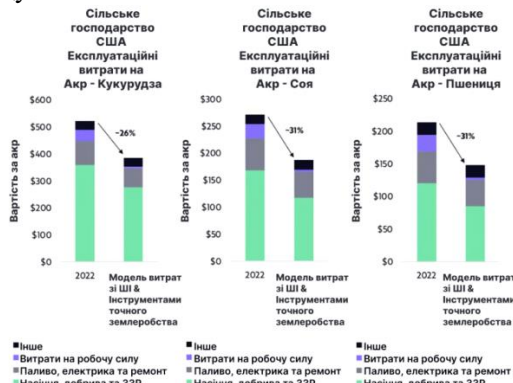


Рис. 2. Вплив застосування штучного інтелекту в точному землеробстві США на зниження питомих експлуатаційних витрат вирощування культур [16]

Fig. 2. Impact of artificial intelligence use in precision agriculture in the United States on reducing the specific operating costs of growing crops [16]

Крім того, сингапурська компанія ADDO AI проводить пілотний проєкт у Лахорі, Пакистан, спрямований на допомогу фермерам у плануванні, зборі та зберіганні врожаю, а також у виявленні культур, які можуть бути стійкими до гербіцидів [5].

Професор Суреш Нітіраджан з Вагенінгського університету розробив власну платформу для розпізнавання настрою тварин, WUR Wolf's Wageningen. Ця технологія дозволяє ана-

лізувати зображення тварин і відстежувати їх емоційні сигнали, такі як напруження тіла, положення вух, зморщення носа і форма очей. Вона допомагає фермерам розпізнавати емоційний стан тварин, який впливає на якість продуктів тваринного походження. Високий рівень гормонів, таких як дофамін, окситоцин, кортизол і адреналін, може погіршувати смакові якості м'яса.

За прогнозами ООН, до 2050 р. населення Землі має збільшитись до 9,7 млрд осіб. При цьому площа земель, що обробляються сільськогосподарським сектором, до цього моменту може бути збільшена лише на 4 %, а щоб прогодувати все населення планети, кількість продуктів харчування має збільшитися на 60 %. Це означає, що фермерам для досягнення цієї мети доведеться збільшити продуктивність і одночасно знизити витрати на виробництво [19].

Користь від впровадження цифрових технологій слід шукати не в миттєвому зниженні витрат та зростанні економічної ефективності сільськогосподарських підприємств, а в пошуку найбільш оптимальних інформаційних технологій щодо управління бізнес-процесами, які забезпечують координацію управлінської діяльності та ефективне досягнення стратегічних і оперативних цілей підприємства. Водночас А. Костюченко зауважує, що ефективність використання цифрових технологій залежить як від їх вмілого застосування, впливу на підвищення продуктивності та якості роботи керівників, так і від зменшення витрат на інформатизацію, що досягають оптимальною організацією проєктування, створення та функціонування інформаційних систем й інфраструктури інформатизації території в цілому [7]. З огляду на вищезазначене визначено, що підвищенню ефективності аграрного бізнесу сприяє використання низки технологій (рис. 3).



Рис. 3. Структура інформаційних технологій, що підвищують ефективність агробізнесу
Fig. 3. Structure of information technologies that increase the efficiency of agribusiness

Штучний інтелект (англ. Artificial Intelligence, AI) – це галузь комп'ютерних наук, що вивчає розробку комп'ютерних систем, які здатні виконувати завдання, що вимагають людської інтелектуальної діяльності, такі як розпізнавання мови, розуміння природної мови, розпізнавання образів, прийняття рішень. Розвиток штучного інтелекту (нейромереж) відкрив дуже багато нових можливостей майже у всіх існуючих сферах людської діяльності, починаючи від побутових речей і закінчуючи важкою промисловістю [9]. Не стала винятком і аграрна сфера, а саме галузь апробації нових сортів рослин, діючих речовин, добрив та їхніх комбінацій. Саме ця сфера передбачає збір значної кількості інформації для формування рекомендацій виробництву [13]. Особливо важливим є збір, структурування та опрацювання інформації з подальшим формуванням висновків, що потребує значних затрат часу та ресурсів. Зважаючи на інтенсивність надходження у виробництво нових сортів закордонної та вітчизняної селекції, препаратів захисту рослин, регуляторів рослин, постає дуже важливе питання у пришвидшенні науково-дослідницького процесу, де саме застосування штучного інтелекту та інформаційних систем постає надзвичайно гостро [14].

Використання аналітики великих даних стало необхідним інструментом для сільськогосподарського сектору, дозволяючи збирати та аналізувати інформацію для обґрунтованих рішень. Завдяки аналізу різних джерел, таких як погодні умови, стан ґрунту, врожайність та ринкові тенденції, фермери та агробізнес можуть отримати глибоке розуміння своєї діяльності. Отже, найважливішим інструментом сучасних технологій у використанні будь-якої ІТ системи є використання «хмарних технологій», доступ до яких можна отримати з будь-якого стаціонарного комп'ютера, мобільного пристрою, незалежно від геолокації користувача, таким чином, якість та доступність роботи з клієнтами може бути налагоджена більш ефективно і швидко та в повному обсязі дозволяє контролювати управлінські рішення, підвищувати їх позитивний ефект та мінімізувати ризики господарювання, управління операційними процесами відповідає тактичним та стратегічним цілям. «Хмари» роблять автоматизацію бізнес-процесів та оптимізацію роботи з широким масивом даних доступними для господарств будь-яких масштабів, навіть невеликих. Це сприяє економічному зростанню, заощадженню фінансових вкладень в обладнання та масштабування підприємства. А збільшення ефективності виробництва й одночасне зменшення витрат формують конкурентні переваги бізнес-структур [15].

Крім того, зважаючи на сезонний характер агробізнесу, хмарні технології заощаджують витрати за рахунок використання лише необхідного ресурсу. Також слід наголосити на економії витрат та обслуговуванні серверів. Зберігати дані на віддалених серверах набагато надійніше, ніж локально, є можливість швидко і без втрат відновити всю інформацію навіть у разі форс-мажорних обставин, що в разі локального сховища набагато складніше, а часом – неможливо. Використання хмар дозволяє повною мірою користуватися сучасними технологіями в управлінні ресурсами компанії з використанням штучного інтелекту. Штучний інтелект є інструментом, що дозволяє використовувати великий спектр джерел інформації: зйомки зі супутників, різноцільових датчиків, дронів, метеостанцій, системи автоматичного поливу та контролю за станом ґрунту та інші системи моніторингу і контролю для аналізу та планування ефективної діяльності. Такі інновації значно спрощують усі механізми в агровиробництві та дозволяють зменшити виробничі витрати та витрати на обслуговування [23].

Технічні збої, кіберзагрози та залежність від інфраструктури є основними викликами для цифровізації аграрного сектору. Великі сільськогосподарські підприємства часто зіштовхуються з такими проблемами, як забезпечення конфіденційності даних та кібербезпека. Використання цифрових технологій збільшує ризик кібератак і втрати інформації. Ці занепокоєння обґрунтовані, оскільки цифрова трансформація вимагає переходу на хмарні сервіси та централізацію даних, що полегшує доступ до інформації. Через це безпека даних стає одним із найважливіших аспектів для підприємств, які йдуть шляхом цифрової трансформації. Оскільки обсяги даних у світі зростають, загроза кібератак стає дедалі актуальнішою. Всі програми повинні бути надійно захищені, адже вони є першою лінією оборони. Важливо забезпечити безпеку як локальних, так і хмарних систем. Розробка плану кіберзахисту має починатися задовго до того, як агропідприємство зіштовхнеться з першою кібератакою. Це одні з ключових викликів у процесі цифрової трансформації, і для їх подолання потрібно збудувати стійку модель трансформації.

Технологічні труднощі виникають через неправильне використання цифрових рішень, що може знижувати їх ефективність, а також через швидке старіння технологій, що потребує постійних інвестицій у нове обладнання та програмне забезпечення. Інтеграція нових технологій у вже наявні системи також може бути складною.

Висока вартість впровадження цифрових технологій, зокрема забезпечення безпеки, є додатковим викликом. Підприємства повинні ретельно оцінювати ці витрати та їхній вплив на бізнес і репутацію. У деяких випадках певні види діяльності можуть бути несприйнятливими до діджиталізації через необхідність фізичної присутності, тому важливо знайти баланс між традиційними та цифровими методами для досягнення максимальної ефективності.

Якщо сільськогосподарське підприємство не належить до ІТ-сфери, може виникнути проблема з інтеграцією складного програмного забезпечення. Щоб уникнути цього, підприємствам варто обирати інтуїтивно зрозумілі системи. Також важливо забезпечити належне навчання співробітників для ефективного використання нових технологій.

Для успішної цифрової трансформації необхідно змінити підхід до мислення всіх працівників, від керівників до нових співробітників. Людський чинник є вирішальним у цьому процесі, тому важливо пояснити зацікавленим сторонам, чому потрібні зміни, і дати їм час на адаптацію до нових інструментів та технологій.

Недостатність інтернет-покриття для цифровізації сільськогосподарських підприємств є вагомим гальмівним чинником подальшого розвитку. Вирішення таких проблем вбачаємо у використанні мобільного інтернету, що не залежить від обриву проводу та впливів природних катаклізмів.

Використання хмарних технологій є одним із найперспективніших та комфортних рішень для ефективного та перспективного будівництва бізнес-процесів, по-перше, через економію ресурсів на обладнанні, на програмному забезпеченні та технічному обслуговуванні, по-друге, це можливість для власників бізнесу знизити ризик помилок так званого «людського чинника» в систематизації та управлінні даними агропідприємства, по-третє, це можливість долучити до команди співробітників найкращих міжнародних фахівців на дистанційну роботу, незалежно від їх місцезнаходження. Також перевагою є можливість керувати обчислювальними потужностями, що є вагомим чинником для агропідприємств, в умовах сезонності можливо або збільшувати навантаження, або скоротити для оптимізації витрат [22].

Використання в сучасних умовах передових методів аналізу, таких як прогнозування та алгоритми машинного навчання, дозволяє прогнозувати ризики, оптимізувати використання ресурсів та підвищувати ефективність операцій. Наприклад, аналіз даних допомагає ферме-

рам визначити оптимальний час для посіву та збирання врожаю на основі історичних погодних умов і даних про ріст культур. Аналізуючи дані про врожайність разом з інформацією про ґрунт та поживні речовини, фермери можуть оптимізувати використання добрив та систем зрошення, що дозволяє знизити витрати і мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище. Крім того, аналіз ринку дає змогу компаніям визначати споживчі вподобання та адаптувати своє виробництво, що забезпечує підвищення конкурентоспроможності на ринку.

Штучний інтелект доповнює аналітику даних, надаючи можливості інтелектуальної автоматизації та оптимізації. Алгоритми штучного інтелекту можуть аналізувати величезні обсяги даних у режимі реального часу, дозволяючи фермерам приймати проактивні рішення та швидко реагувати на змінні умови [18]. Основні переваги використання штучного інтелекту у сільському господарстві наведено в таблиці.

Крім того, штучний інтелект надає рекомендації для покращання умов утримання, що сприяє забезпеченню добробуту тварин. У птахівництві ШІ використовується для автоматизації процесів, контролю за виробництвом та діагностики хвороб. Він може аналізувати дані щодо поведінки птахів, виявляти ознаки хвороб або стресу, що дає змогу оперативно реагувати та запобігати виникненню проблем.

Управління ресурсами є одним із ключових аспектів сільського господарства, і ШІ допомагає удосконалити цей процес. За допомогою аналізу даних сільськогосподарських секторів, таких як ґрунт, погода, врожайність і використання води, ШІ може розробляти прогнози та рекомендації щодо оптимального розподілу ресурсів. Він допомагає фермерам визначити оптимальний час для посіву, поливу, застосування добрив і захисту рослин, забезпечуючи ефективне використання землі, води й робочої сили [20].

Завдяки своїй здатності обробляти великі обсяги даних і виявляти складні зв'язки, ШІ може допомогти фермерам зрозуміти причини втрат врожаю, прогнозувати ризики та вживати заходів для їх запобігання. Він також може аналізувати ринкові тенденції та споживчі попити, допомагаючи фермерам приймати рішення щодо вирощування та маркетингу продукції. Застосування штучного інтелекту в сільському господарстві може дійсно сприяти покращанню продуктивності та ефективності в рослинництві, тваринництві, аналітиці та управлінні ресурсами. ШІ може принести значну користь у цих галузях завдяки своїм здатностям

до оброблення великої кількості даних, аналізу та прийняття розумних рішень.

Таблиця. Переваги використання штучного інтелекту у сільському господарстві

Table. Advantages of using artificial intelligence in agriculture

Сфера використання	Опис позитивного впливу на галузь
Прогнозування урожайності	Методи машинного навчання, комп'ютерний зір дозволяють аналізувати великі обсяги даних, такі як погодні умови, тип ґрунту, сорт рослин тощо, щоб точно прогнозувати врожайність. Це допомагає оптимізувати структуру посівів для підвищення продовольчої безпеки та враховувати харчові потреби населення й попереджувати дефіцит вітамінів і мікроелементів.
Оптимізація ресурсів та прогнозування ризиків	Методи машинного навчання допомагають раціонально використовувати ресурси, такі як вода, добрива, пестициди, забезпечуючи максимальну продуктивність за мінімальних затрат. Вони також допомагають аналізувати ризики, пов'язані з погодними умовами та шкідниками, оптимізують розміщення посівів і сівбу культур.
Розпізнавання шкідників та хвороб	Штучний інтелект дозволяє своєчасно виявляти ознаки зараження чи пошкодження рослин і оперативно вживати заходів для їхнього захисту. Також можна прогнозувати розвиток хвороб і розмноження шкідників для ефективної профілактики.
Розпушування ґрунту та посів насіння	Роботи-копачі можуть автоматично розпушувати ґрунт та садити насіння на задану глибину та відстань. Це сприяє рівномірному розсіюванню насіння та оптимальному використанню площі. Видалення бур'янів: роботи-знищувачі бур'янів можуть виявляти та видаляти непотрібні рослини без необхідності вручну здійснювати цей процес. Це сприяє підтриманню чистоти вирощуваних культур та знижує вплив бур'янів на врожай.
Оптимізація ланцюжка поставок	Застосування алгоритмів штучного інтелекту дозволяє аналізувати різні чинники, такі як транспортні витрати, потужність сховищ і попит на ринку, з метою оптимізації ланцюжка поставок. Це сприяє мінімізації транспортних затримок, уникненню псування товарів та забезпеченню своєчасної доставки, що в результаті призводить до підвищення прибутковості.
Управління тваринництвом	Завдяки своїм потужним обчислювальним можливостям і здатності аналізувати великі обсяги даних, ШІ дозволяє тваринництву забезпечувати ефективніше розведення свійських тварин, птахівництво, кролівництво, рибицтво та інші сфери. Зокрема, системи моніторингу на базі штучного інтелекту можуть відстежувати поведінку тварин, параметри здоров'я та споживання кормів, що дозволяє виявляти захворювання на ранніх стадіях і забезпечувати оптимальний графік годування. Це забезпечує покращання добробуту тварин, зменшення рівня смертності та покращання управління фермою.
Управління фермами	Застосування штучного інтелекту дозволяє контролювати умови утримання тварин, включаючи температуру, вологість, освітлення та вентиляцію. Аналітичні моделі та алгоритми забезпечують оптимальні умови для тварин, зменшуючи ризик захворювань та стресу, що можуть вплинути на продуктивність і здоров'я.
Вибір оптимальних пар тварин для розведення	Дозволяє покращити генетичну якість поголів'я, отримати більш здорових та продуктивних нащадків. Такий підхід допомагає збільшити врожайність, забезпечувати потреби ринку та покращувати властивості тварин.

Зараз в Україні також існують технології, що використовують розумні машини та роботи. Наприклад, українська аграрна компанія Агроху спеціалізується на використанні точного землеробства та оптимізації процесу вибору насіння та добрив. Компанія Agrieue розробляє продукти дистанційного зондування на основі штучного інтелекту для кліматично оптимізованого сільського господарства. Фірма Sasagro надає програмні рішення на основі сучасних технологій для спостереження, контролю та планування аграрного підприємства. Проте, порівняно з іноземним досвідом, в Україні недостатньо активно впроваджують інноваційні технології в сільське господарство.

Однією із сучасних інноваційних систем в управлінні та оптимізації процесів на підприємствах є система ERP (Enterprise Resource Planning – планування та управління ресурсами під-

приємства). Перевагою системи є поєднання всіх управлінських функцій агропідприємства в єдиний логічний цикл згідно з потребами бізнес-цілей (рис. 4).



Рис. 4. Основні сфери застосування системи ERP [24]

Fig. 4. Main areas of the ERP system application [24]

Система передбачає безперервний збір даних та автоматизований первинний аналіз, що дає можливість управління виробничими процесами, зокрема й банком землі, контролювати постачання, склади та збут продукції, можливості крос-продажів / upsell-продажів – вихід на новий рівень обслуговування клієнтів і заохочення їх до придбання більшої кількості продуктів, логістику, доставку продукції, CRM-регуляцію взаємодії з клієнтами, кадровий облік, бухгалтерський та податковий облік, складання робочих графіків, управління фінансами.

Oracle E-Business Suite – це програмна система, яка дозволяє підвищити продуктивність діяльності та ефективно управляти підприємством. Рішення має такі функціональні можливості: управління виробничими процесами, контроль постачання, складу та збуту, доставка продукції, CRM-регуляція взаємодії з клієнтами, кадровий облік, виплата зарплат, складання робочого графіка тощо, управління фінансами. Перевагою цієї системи є те, що передбачено можливості проводити аналіз і планування діяльності, управління життєвим циклом продукції. Microsoft Dynamics AX. Програма дозволяє оптимізувати управління всіма сферами діяльності. Робота з клієнтами, продажі, контроль фінансів, аналітика тощо. Всі операції автоматизовано за допомогою цієї системи. Бюджетування та прогнозування, управлінський облік, аналіз часу та витрат, а також облік фондів – деякі з основних особливостей Dynamics 365. Ця платформа має багато мов і пропонує швидку передачу інформації, але її важко інтегрувати з іншими інструментами. Інтерфейс прикладного рішення інтуїтивно зрозумілий. Гнучкість програми дозволяє провести настроювання під будь-який вид комерційної діяльності. Передбачено обмеження прав доступу для співробітників, резервне копіювання даних.

Хоча використання аналітики даних і штучного інтелекту в управлінні сільськогосподарським бізнесом має безліч переваг, існують деякі виклики, які необхідно вирішити. Серед них є питання конфіденційності та безпеки даних, доступу до надійного зв'язку та інфраструктури, а також необхідність спеціальних навичок з обробки та інтерпретації сільськогосподарських даних.

Для подолання цих викликів необхідно, щоб уряди, зацікавлені сторони галузі та науково-дослідні установи співпрацювали для створення надійних систем управління даними, сприяли підвищенню цифрової грамотності та інвестували в розробку інструментів штучного інтелекту та аналізу даних, пристосованих до

конкретних потреб сільськогосподарського сектору. Крім того, необхідно проводити постійні дослідження і розробки для підвищення точності і масштабованості алгоритмів штучного інтелекту, щоб забезпечити їх широке впровадження і прийняття.

Таким чином, на сучасному ринку лише великі агрохолдинги, такі як IP АГРО, Агрохолдинг, КЕРНЕЛ, Укрлендфармінг можуть автоматизувати, інтегрувати та оцифрувати дані та показники всієї сфери діяльності аграрного підприємства, адже вартість системи коштує понад 20 тис. євро, впровадження та налагодження потребує часу від одного року до п'яти залежно від масштабу та складності виробничих процесів. Також треба додати й необхідність постійного супроводу програми відповідним фахівцем, вартість роботи якого коштує від 2 тисяч євро. Висока ціна та довготривалість налаштування призводять до ситуації, коли агропідприємства купують не цілісні системи ERP, а локальні. Наприклад, лише систему контролю руху продукції або систему управління елеватором, або лише систему логістики, систему CRM. Саме CRM-система є однією з найактуальніших для розробників ІТ програм, вона призначена для оптимізації бізнес-процесів із взаємодії з потенційними та наявними клієнтами. Прописаний у програмі чіткий алгоритм взаємодії з клієнтами, контрольоване виконання обов'язків працівниками, автоматизування одноманітних завдань, чітке відстеження кожного етапу продажу, легка можливість заміни співробітників без ризику втрачання контролю за виконанням контрактів, використання хмарних технологій – усе це є перевагами CRM та робить її найзатребуванішою не тільки в агросфері.

Висновки. 1. Встановлено, що, хоча використання сучасних інформаційних технологій для управління ресурсами сільськогосподарських підприємств має свої недоліки та ризики, воно є перспективним напрямом для ефективного вирішення проблеми продовольчої безпеки. Наразі дослідження в цій сфері не мають достатнього обсягу, особливо використання когнітивних технологій та застосування штучного інтелекту в малих аграрних підприємствах. Крім того, потребує більше уваги аналіз ризиків використання розумних машин у сільському господарстві.

2. Світовий досвід свідчить, що штучний інтелект та робототехніка можуть сприяти розвитку сільського господарства. Вони можуть покращити ефективність виробництва, зменшити втрати врожаю, підвищити якість продукції, оптимізувати використання ресурсів та

зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Одним із потенційних застосувань штучного інтелекту є аналіз даних із сільськогосподарських сенсорів, дронів та супутникового зондування для збору та обробки інформації про рослини, ґрунт, урожайність та інші чинники, які впливають на вирощування сільськогосподарських культур.

3. Подальшими етапами дослідження може стати докладне вивчення різних технологій та методів ШІ для пошуку їх найкращого використання у різних сферах людської життєдіяльності (зокрема в сільському господарстві та агропромисловості), визначення їх ефективного поєднання між собою та обґрунтування оптимальної внутрішньої структури (математизація та програмний код).

Бібліографічний список

1. Болтянська Н. І., Маніта І. Ю., Подашевська О. Проблеми і перспективи розвитку інформаційних технологій в сільському господарстві. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного*. 2020. Т. 20, № 4. С. 175-185.
2. Бондаренко Д. Застосування технологій інтернету речей в сільському господарстві. *Телекомунікаційні та інформаційні технології*. 2022. № 2 (75). С. 61-68.
3. Бортнікова М. Г., Черкова Ю. Л. Формування концептуальної моделі управління фінансовими ресурсами підприємства у здійсненні зовнішньоекономічної діяльності. *Економіка. Фінанси. Право*. 2021. № 10/1. С. 9-12.
4. Дем'яненко Н., Бардіна Т., Мосенцева В. Інноваційні технології в сільському господарстві. *Формування та перспективи розвитку підприємницьких структур в рамках інтеграції до європейського простору: Матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф. (заочна форма)*. 2021. С. 93-95.
5. Добровольська О. В., Штанько В. І. Філософський аналіз еволюції штучного інтелекту. *Дослідження з історії і філософії науки і техніки*. 2019. Т. 28, № 1. С. 10-19.
6. Домарацька О. Роль штучного інтелекту в розвитку аграрного сектору економіки. *СНВ МНАУ*, 2020. С. 48-51.
7. Костюченко А., Македон Г. Проблеми росту рівня безробіття в еру розвитку штучного інтелекту. *Соціально-економічні проблеми аграрного розвитку регіонів: Всеукр. наук.-практ. конф. Ніжин, 2018*. С. 24-27.
8. Кучмієва Т. С., Мороз Т. О., Шешунова А. В. Використання штучного інтелекту в сільському господарстві. *Modern Economics*. 2023. № 39. С. 69-74. doi: 10.31521/modecon.V39 (2023)–10.
9. Нестеренко В., Каук В. Використання штучного інтелекту в сільському господарстві. *Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління*. 2022. С. 120.
10. Пасічник Ю. Використання технологій штучного інтелекту в агропромисловому секторі економіки. *Сучасні тенденції розвитку фінансових та інноваційно-інвестиційних процесів в Україні: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конф., м. Вінниця, 12 черв. 2021 р. Вінниця, 2021*. С. 880-882.
11. Піжук О. Штучний інтелект як один із ключових драйверів цифрової трансформації економіки. *Економіка управління та адміністрування*. 2019. № 3 (89). С. 41-46.
12. Пісоченко Т. С., Пятачук А. С. Економічні аспекти впровадження штучного інтелекту в бухгалтерії. *Сучасні тенденції розвитку фінансових та інноваційно-інвестиційних процесів в Україні: зб. тез доп. учасників V Міжнар. наук.-практ. конф., м. Вінниця, 25 лютого 2022 р. Вінниця, 2022*. С. 821-822.
13. Поляков О. Штучний інтелект в агровиробництві. Інноваційні розробки в аграрній сфері. *Молодь і технічний прогрес в АПВ: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. Харків: ХНТУСГ, 2021. Т. 2. С. 408-409*.
14. Руденко М. В. Вплив цифрових технологій на аграрне виробництво: методичний аспект. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Економіка і управління*. 2019. Вип. 6, № 69, С. 30-36.
15. Руденко М. В. Технології цифрової трансформації сільськогосподарських підприємств. *Агросвіт*. 2019. № 23. С. 8-18.
16. Чи зменшать Штучний Інтелект та Точне Землеробство витрати на агровиробництво? URL: <https://www.agrilab.ua/chy-zmenshat-shtuchnyj-intelekt-ta-tochne-zemlerobstvo-vytraty-na-agrovyrobnytstvo>. (дата звернення: 4.04.2024).
17. Шацька З. Я., Прима В. І. Особливості впровадження інформаційних технологій в аграрному секторі України. *Агросвіт*. 2022. № 13–14, липень. С. 60-64.
18. Digitalization of the Economy as a Factor of Sustainable State Development Against the Background of Large-Scale Military Aggression (Ukrainian Experience) / T. Moroz, A. Spitsina, L. Plukar, O. Maslyhan, D. Kasmin, I. Nazarenko. *Financial and credit activity problems of theory and practice*. 2022. Vol. 6, No 47. doi: 10.55643/fcapt.6.47.2022.3938.
19. Establishing patterns of change in the indicators of using milk processing shops at a community territory / A. Tryhuba et al. Eastern-

European Journal of Enterprise Technologies: Control processes. 2019. 3/6. 102. P. 57-65.

20. Forecasting the Fund of Time for Performance of Works in Hybrid Projects Using Machine Training Technologies / N. Koval, I. Kondysiuk, I. Tryhuba, O. Boiarchuk, M. Rudynets. *MoMLeT+ DS*, 2021. P. 196-206.

21. Global Artificial Intelligence Market Volume Forecasted until 2030. URL: <https://www.nextmsc.com>. (дата звернення: 4.04.2024).

22. Justification of models of changing project environment for harvesting grain, oilseed and legume crops /A. Tryhuba, O. Bashynskyi, Y. Medvediev, S. Slobodian, D. Skorobogatov.

Independent Journal of Management & Production. 2019. 10 (7). P. 658-672.

23. Klerkx L., Jakku E., Labarthe P. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS–Wageningen Journal of Life Sciences.* 2019. Vol. 90–91. 16 p.

24. What is ERP? Enterprise Resource Planning Explained. URL: <https://www.projectline.ca/blog/what-is-erp-enterprise-resource-planning> (дата звернення: 04.04.2024).

Стаття надійшла 12.08.2024