


АГРОНОМІЯ

УДК 631:004.81

**Штучний інтелект як рушій змін
у сучасному сільському господарстві**Апуневич І.П. 

Вінницький національний аграрний університет

 E-mail: igorapunevich@gmail.com

Апуневич І.П. Штучний інтелект як рушій змін у сучасному сільському господарстві. «Агробіологія», 2024. № 2. С. 6–13.

Apunevych I. Artificial intelligence as a driver of change in modern agriculture. «Agrobiology», 2024. no. 2, pp. 6–13.

Рукопис отримано: 23.08.2024 р.

Прийнято: 09.09.2024 р.

Затверджено до друку: 28.11.2024 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2024-191-2-6-13

У статті досліджено сутність і характеристики штучного інтелекту (ШІ) та його застосування в різних сегментах сільського господарства. Особливу увагу приділено проблемам впровадження ШІ у галузях рослинництва, тваринництва, управління ресурсами та аналітичних процесах. Розглянуто значення робототехніки як одного з ключових чинників цифрової трансформації аграрного сектору, що сприяє впровадженню нових виробничих підходів. Висвітлено основні переваги застосування ШІ в аграрному секторі, таких як автоматизація рутинних завдань, зниження витрат ручної праці, підвищення ефективності виробництва та створення нових продуктів. Використання інтелектуальних технологій дозволяє оптимізувати ресурси та підвищувати продуктивність, що сприяє зростанню конкурентоспроможності аграрних підприємств. Також розглянуто світовий досвід впровадження ШІ та робототехніки в сільське господарство. Наведено приклади успішного використання цих технологій провідними компаніями та проаналізовано досвід українських аграрних підприємств. Вивчено позитивні аспекти впровадження ШІ, такі як підвищення ефективності роботи та врожайності, водночас висвітлено недоліки та ризики, пов'язані з адаптацією нових технологій до специфічних умов сільського господарства України. Висновки статті підкреслюють, що використання ШІ є перспективним напрямом розвитку аграрного сектору. Технології штучного інтелекту допомагають вирішувати ключові виклики, пов'язані з продовольчою безпекою та сталим розвитком. Незважаючи на виклики та ризики, потенціал ШІ для підвищення ефективності аграрного виробництва є вагомим, і майбутнє сільського господарства значною мірою залежить від подальшого розвитку та впровадження цих технологій. Широке впровадження інтелектуальних технологій може не лише трансформувати аграрні процеси, а також зробити їх більш екологічно стійкими та економічно вигідними в довгостроковій перспективі.

Ключові слова: штучний інтелект, аграрний сектор, інноваційні технології, сільське господарство, рослинництво, тваринництво, робототехніка, машинний інтелект.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Штучний інтелект (ШІ) стає одним із провідних напрямів розвитку сучасних інформаційних технологій, що активно впроваджують у різних галузях економіки, зокрема сільське господарство. Використання ШІ в агрономії відкриває нові можливості для під-

вищення продуктивності, оптимізації використання ресурсів та автоматизації польових робіт. Завдяки алгоритмам машинного навчання та обробці великих даних, ШІ дозволяє точніше прогнозувати врожайність, автоматизувати моніторинг стану посівів та зменшувати вплив людського чинника на виробничі процеси.

Однак, попри стрімке зростання інтересу до впровадження ШІ в аграрний сектор, залишається низка невіршених питань. Використання ШІ в сільському господарстві пов'язане зі складною взаємодією з біологічними системами та зовнішніми чинниками, такими як кліматичні умови, тип ґрунту та інші агрономічні показники. Це потребує ретельної адаптації моделей та алгоритмів ШІ до специфіки аграрної галузі. Виникає потреба у глибошому дослідженні та валідації цих технологій для забезпечення їх ефективності та точності в агропромисловому комплексі.

Застосування ШІ в сільському господарстві в Україні залишається недостатньо вивченим напрямом, хоча його потенціал для підвищення конкурентоспроможності аграрного сектору є значним. Особливу увагу слід приділити викликам і ризикам, пов'язаним з впровадженням ШІ, а також питанням автоматизації та інтелектуального управління фермерськими господарствами.

Основними постачальниками сучасних систем штучного інтелекту для сільського господарства є країни Західної Європи, США та Китай. Ґрунтовний огляд результатів останніх досліджень і практичної імплементації здобутків сучасної кібернетики та інформатики в сфері сільськогосподарського виробництва, нещодавно здійснений Vannerjee et al. (2018), дає змогу визначити такі основні напрями використання систем штучного інтелекту в рослинництві та землеробстві: управління технологією вирощування сільськогосподарських культур (у вигляді модельних симуляцій, експертних систем, систем підтримки ухвалення управлінських рішень, автоматизації управління технікою тощо); управління системами захисту посівів від шкідників, хвороб і бур'янів (системи інтелектуального розпізнавання шкочочинних організмів, системи інтелектуального внесення пестицидів тощо); системи штучного інтелекту для управління процесами збирання, зберігання та переробки продукції рослинництва; системи інтелектуального менеджменту зрошувальних систем, дренажу та управління станом ґрунтів (включає системи для автоматизованої оцінки стану ґрунтів, визначення потреби в зрошенні, планування зрошення, контроль за якістю поливу та водовідведення тощо); прогностичні системи (прогнозування та програмування врожайності сільськогосподарських культур, прогноз метеорологічних умов, економічні прогнози тощо) [1].

Окремі питання, пов'язані з впровадженням та використанням технологій штучного

інтелекту (ШІ), розглядали як зарубіжні, так і вітчизняні вчені. Вагомий внесок у розробку та дослідження ШІ у сільському господарстві зробили такі закордонні вчені як У. Мак-Каллок, У. Пітс, М. Мінський, Дж. Маккарті, А. Самюел та інші. В Україні над цією тематикою працюють такі науковці як О. Височук – займається розробкою інформаційних технологій для підтримки прийняття рішень у сільському господарстві та досліджує використання штучного інтелекту, Ю. Лисенко – вивчає використання штучного інтелекту для розв'язання задач у галузі тваринництва, зокрема в галузі контролю якості молока, О. Кравченко – досліджує використання штучного інтелекту в агроінженерії, М. Білоцерківець та С. Ляшенко, які досліджують застосування ШІ у різних сферах агрономії – від підтримки прийняття рішень до автоматизації польових робіт і управління сільськогосподарською технікою.

Водночас, попри наявні досягнення, багато аспектів, пов'язаних з впровадженням та використанням ШІ у сільському господарстві, залишаються теоретично і методично недостатньо розробленими. Не повною мірою сформовано понятійний апарат, а наслідки застосування цих технологій досліджені лише частково. Усі ці питання є актуальними та потребують глибокого наукового аналізу й обґрунтування.

Мега дослідження – визначення значення штучного інтелекту в трансформації сучасного сільського господарства, аналіз його впливу на підвищення продуктивності, оптимізацію процесів та раціональне використання ресурсів, а також вивчення переваг і викликів впровадження AI-технологій у сільськогосподарських підприємствах.

Методи дослідження. Під час дослідження були використані такі методи:

- Аналіз літератури: вивчено наукові публікації, звіти та дослідження, присвячені впровадженню штучного інтелекту в аграрний сектор.

- Порівняльний аналіз: проведено порівняння різних підходів до застосування ШІ в сільському господарстві, враховуючи закордонний та український досвід.

- Систематизація та узагальнення даних: зібрані дані були систематизовані та узагальнені для створення цілісного уявлення про використання ШІ в аграрній галузі.

- Емпіричне дослідження: вивчено реальні кейси впровадження ШІ у сільське господарство для оцінки ефективності та виявлення ключових викликів і ризиків.

Ці методи дозволили глибше проаналізувати значення штучного інтелекту у трансформації сучасного сільського господарства.

Результати дослідження та їх обговорення. Штучний інтелект (ШІ) у сільському господарстві є інструментом, що поєднує передові технології машинного навчання, комп'ютерного зору, аналізу великих даних та автоматизації процесів. Застосування ШІ спрямоване на виконання завдань, що раніше потребували участі людини, і дозволяє значно підвищити ефективність агропромислових операцій.

Штучний інтелект можна застосовувати в різних сферах сільськогосподарської діяльності, зокрема в рослинництві, тваринництві, управлінні ресурсами та аналітичних процесах.

Можливе використання штучного інтелекту в рослинництві охоплює різні аспекти від моніторингу стану полів до повної автоматизації польових робіт за допомогою робототехніки та машинного інтелекту. Є декілька основних способів використання систем штучного інтелекту в рослинництві:

1. Моніторинг посівів за допомогою комп'ютерного зору: використання дронів та супутників, оснащених камерами, для збору даних про стан посівів; алгоритми комп'ютерного зору дозволяють аналізувати зображення для виявлення стресу рослин, шкідників або хвороб на ранніх стадіях.

2. Прогнозування врожайності: алгоритми машинного навчання використовують для аналізу великих обсягів історичних даних та прогнозування врожайності на основі погодних умов, стану ґрунту та інших чинників; оптимізація ресурсів (вода, добрива, паливо) відповідно до прогнозів врожайності, що допомагає підвищити економічну ефективність господарства.

3. Оптимізація систем зрошення та внесення добрив: використання датчиків вологості та інших IoT-пристроїв, що передають дані про стан ґрунту в реальному часі.

4. Автоматизація польових робіт за допомогою робототехніки: роботи можуть бути обладнані камерами та сенсорами для аналізу стану рослин під час виконання завдань, що забезпечує додатковий рівень контролю за врожаєм; роботизовані системи, керовані ШІ, можуть виконувати завдання, такі як оранка, сівба, збирання врожаю, з високою точністю і без участі людини.

5. Розпізнавання бур'янів та шкідників: алгоритми комп'ютерного зору можуть ідентифікувати бур'яни серед культурних рослин і автоматично застосовувати цілеспрямовані

обприскування пестицидами. Це дозволяє знизити кількість використовуваних хімікатів і мінімізувати їх вплив на навколишнє середовище, водночас підвищуючи ефективність обробки полів.

У тваринництві ШІ можливо застосовувати для моніторингу здоров'я тварин, оптимізації годівлі та управління розведенням. Алгоритми машинного навчання аналізують дані, зібрані за допомогою датчиків і камер, що дозволяє виявляти ознаки хвороб або стресу на ранніх стадіях. Це сприяє своєчасному втручання та зниженню витрат на лікування тварин. Оптимізація годівлі за допомогою ШІ також може забезпечити точне розрахування раціону, що підвищує продуктивність та знижує витрати на корми [6].

Крім того, ШІ може допомогти автоматизувати процеси розведення, вибираючи найкращих тварин для селекції на основі аналізу генетичних даних. Це дозволяє поліпшити якість стада та підвищити ефективність господарства.

Управління фермами є ще однією важливою сферою, де штучний інтелект демонструє свою корисність. 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. Крім того, штучний інтелект надає рекомендації для покращення умов утримання, що сприяє забезпеченню добробуту тварин [12].

ШІ значно покращує аналітичні можливості аграрного бізнесу. Використовуючи алгоритми для аналізу великих обсягів даних, таких як погодні умови, стан ґрунту, історичні дані про врожайність тощо, фермери можуть приймати більш точні та обґрунтовані рішення. ШІ допомагає прогнозувати ризики, пов'язані з кліматичними змінами або шкідниками, що дозволяє завчасно вживати запобіжних заходів. Крім того, алгоритми ШІ дають змогу оцінити ефективність агротехнічних заходів і розробляти рекомендації для їх оптимізації [14].

Ефективність використання штучного інтелекту в сільському господарстві підтверджується успішними прикладами з різних країн світу. Провідні аграрні компанії активно використовують машинний інтелект для автоматизації, оптимізації та вдосконалення сільськогосподарських процесів, що дозволяє підвищити продуктивність і зменшити витрати.

У США компанія John Deere впроваджує автономні трактори та комбайни, що використовують алгоритми штучного інтелекту для точного землеробства. Ці машини можуть самостійно виконувати завдання, такі як оранка, сівба та збирання врожаю, що підвищує ефективність польових робіт і мінімізує витрати на робочу силу. Інша американська компанія Blue River Technology розробила систему See & Spray, яка використовує комп'ютерний зір для розпізнавання бур'янів серед культурних рослин і цілеспрямованого застосування гербіцидів, що дозволяє значно зменшити використання хімікатів [16, 19].

В Ірландії компанія Cainthus спеціалізується на застосуванні штучного інтелекту в тваринництві. Їхня система комп'ютерного зору аналізує поведінку корів у режимі реального часу, допомагаючи фермерам моніторити здоров'я тварин і вчасно втручатися для поліпшення умов утримання та продуктивності. Такі рішення дозволяють значно знизити втрати через хвороби тварин та покращити загальні показники ферми [18].

В Ізраїлі компанія StopX використовує штучний інтелект для оптимізації зрошення та управління використанням добрив. Завдяки датчикам, встановленим на полях, і алгоритмам ШІ, фермери можуть отримувати детальні рекомендації щодо оптимального використання ресурсів, що дозволяє знижувати витрати і мінімізувати вплив на навколишнє середовище [15].

У Канаді компанія Reson розробила платформу, яка використовує штучний інтелект для аналізу даних, зібраних за допомогою дронів, датчиків та супутників, для прогнозування стану врожаю. Це дозволяє фермерам приймати обґрунтовані рішення щодо управління полями та планування сільськогосподарських робіт, що сприяє підвищенню врожайності та зменшенню витрат.

Німецька компанія Harvio Digital Farming Solutions, дочірня компанія BASF, використовує ШІ для підтримки прийняття рішень у сільському господарстві. Їхня платформа аналізує дані про поля, прогнозує врожайність та надає рекомендації щодо оптимального часу для посіву, внесення добрив і захисту рослин. Це допомагає фермерам підвищити продуктивність та зменшити негативний вплив на довкілля [17].

В Україні також активно впроваджують технології штучного інтелекту в сільському господарстві, що сприяють підвищенню ефективності аграрного виробництва та оптимізації ресурсів.

Одним із прикладів є система Taranis, яку використовують на полях для аналізу стану рослин, густоти посівів, виявлення бур'янів та хвороб. Ця система допомагає агрономам планувати застосування засобів захисту рослин (ЗЗР), а також контролювати процеси внесення добрив на основі детальних індексів і звітів. Фермери отримують детальні дані про стан кожного поля, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення і оперативно реагувати на зміни [23].

Крім того, у країні розвиваються компанії, що спеціалізуються на технологіях точного землеробства, таких як Agroху та Agrieуе. Agroху допомагає оптимізувати процес вибору насіння і добрив, використовуючи дані та інструменти штучного інтелекту. Agrieуе розробляє продукти дистанційного зондування для покращення кліматичної адаптації сільського господарства. Ці рішення сприяють кращому управлінню ресурсами та підвищенню врожайності в умовах змін клімату [22].

Також в Україні активно впроваджують технологію безпілотної техніки та аналізу даних для моніторингу полів і оцінки стану ґрунтів, що дозволяє фермерам краще розуміти властивості своїх земель і приймати відповідні агротехнічні рішення.

Хоча штучний інтелект надає безліч переваг, також існують певні ризики впровадження ШІ в сільському господарстві, які потребують ретельного аналізу та управління. Одним із ключових ризиків є надмірна залежність від технологій. Якщо автоматизовані системи, керовані ШІ, виходять з ладу через технічні проблеми або кібератаки, це може призвести до серйозних втрат у виробництві, зниження врожайності або навіть повної зупинки виробничих процесів. У такій ситуації важливим є забезпечення належного технічного обслуговування та розробка резервних планів для мінімізації наслідків таких збоїв.

Крім того, використання ШІ може стати проблемою у випадку обробки неточних або неповних даних. ШІ системи здебільшого базуються на великих обсягах інформації, і якщо датчики або інші пристрої збору даних надають некоректну або недостатню інформацію, це може призвести до хибних прогнозів або неправильних управлінських рішень. Це підкреслює важливість якості та надійності даних, що використовують в системах ШІ [5, 9].

Економічний аспект впровадження також заслуговує на увагу. Значні витрати на закупівлю та інтеграцію систем ШІ можуть стати бар'єром для дрібних і середніх фермерських господарств, що, зокрема, може призвести до

посилення розриву між великими аграрними підприємствами, які мають ресурси для впровадження передових технологій, і дрібнішими виробниками, які можуть залишитися позаду у технологічному розвитку.

Ще одним ризиком є питання кібербезпеки. Оскільки сільськогосподарські системи все частіше стають частиною глобальної цифрової інфраструктури, вони можуть стати мішенню для кібератак, що загрожує не лише втратою даних, а також можливим саботажем виробничих процесів. Для запобігання таким загрозам необхідно розробити ефективні стратегії кіберзахисту та інвестувати у безпеку даних.

Також слід враховувати соціальні ризики, пов'язані з впровадженням ІІІ в сільське господарство. Автоматизація багатьох виробничих процесів може призвести до скорочення робочих місць, що особливо негативно позначиться на сільських регіонах, де сільське господарство є основним джерелом зайнятості. Це потребує розробки соціальних програм для підтримки працівників, що можуть втратити роботу через впровадження нових технологій [13].

Зрештою, існують етичні питання, пов'язані з використанням ІІІ. Зростаюча залежність від аналізу великих даних та автоматизованих рішень може викликати занепокоєння з приводу приватності даних фермерів та прозорості процесів прийняття рішень. Важливо організувати, щоб системи ІІІ працювали прозоро та підконтрольно, забезпечуючи етичне використання даних.

Успішне впровадження штучного інтелекту у сільському господарстві потребує не лише технічних інновацій, а також усвідомлення та управління можливими ризиками.

Висновки. Штучний інтелект (ІІІ) стає важливим інструментом трансформації сучасного сільського господарства, пропонуючи інноваційні рішення для підвищення ефективності виробничих процесів. Застосування ІІІ охоплює широке коло завдань, включаючи моніторинг стану рослин, автоматизацію польових робіт, прогнозування врожайності, оптимізацію ресурсів, а також управління тваринництвом і розробку аналітичних моделей. ІІІ не лише дозволяє підвищити продуктивність аграрного бізнесу, а також сприяє раціональному використанню природних ресурсів, знижуючи витрати та мінімізуючи вплив на довкілля.

Проте, разом із перевагами впровадження ІІІ супроводжується низкою ризиків. Важливими викликами є залежність від технологій,

кібербезпека, можливі соціальні наслідки, пов'язані зі скороченням робочих місць, а також етичні питання щодо приватності даних і прозорості процесів. Для успішного впровадження ІІІ у сільському господарстві важливо не лише інтегрувати технології, а також належним чином управляти ризиками, забезпечуючи сталий розвиток аграрного сектору.

Незважаючи на значний прогрес, впровадження штучного інтелекту в сільське господарство потребує подальших досліджень. Більше уваги слід приділяти питанням адаптації технологій до локальних умов, оцінці їх ефективності в різних кліматичних зонах та впливу на соціально-економічні аспекти сільських громад. Дослідження також мають охоплювати аспекти інтеграції ІІІ з іншими інноваційними технологіями, такими як Інтернет речей (ІоТ), для створення комплексних рішень у сільському господарстві. Більш глибоке розуміння ризиків, пов'язаних із використанням ІІІ, і розробка стратегій мінімізації цих ризиків стануть важливими для забезпечення безпечного та ефективного впровадження ІІІ у сільськогосподарській практиці.

Отже, штучний інтелект має потенціал стати ключовим рушієм змін у сільському господарстві, дозволяючи підвищити продуктивність і зменшити екологічний вплив, однак потребує відповідального та обережного підходу для мінімізації ризиків і забезпечення ефективної інтеграції технологій у сільськогосподарську практику.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лиховид П., Вожегова Л., Грановська В., Ушкаренко В. Штучний інтелект і можливість його застосування в сучасному сільському господарстві. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2023. Т. 2. № 33(47). С. 68–77.
2. Кучміюва Т.С., Мороз Т.О., Шешунова А.В. Використання штучного інтелекту в сільському господарстві. Електронне наукове фахове видання з економічних наук "Modern Economics". 2023. 39 с., С. 69–74.
3. Руденко М.В. Вплив цифрових технологій на аграрне виробництво: методичний аспект. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Економіка і управління. 2019. Вип. 6. № 69. С. 30–36. DOI: 10.32838/2523-4803/69-6-28.
4. Пасічник Ю. Використання технологій штучного інтелекту в агропромисловому секторі економіки. Сучасні тенденції розвитку фінансових та інноваційно-інвестиційних процесів в Україні: матеріали ІV Міжнар. науково-практ. конф. Вінниця, 2021. С. 880–882.

5. Oliveira R.C.d., Silva R.D.d.S.e. Artificial Intelligence in Agriculture: Benefits, Challenges, and Trends. *Appl. Sci.* 2023. 13. 7405 p. DOI: <https://doi.org/10.3390/app13137405>.
6. Application of machine learning and artificial intelligence on agriculture supply chain: a comprehensive review and future research directions / S. Kumari et al. *Ann Oper Res.* 2023. DOI: 10.1007/s10479-023-05556-3.
7. Alloghani M.A. AI for Sustainable Agriculture: A Systematic Review. In: *Artificial Intelligence and Sustainability. Signals and Communication Technology.* Springer, Cham. 2023. P. 53–64. DOI: 10.1007/978-3-031-45214-7_3.
8. Bannerjee G., Sarkar U., Das S., Ghosh I. Artificial intelligence in agriculture: A literature survey. *International Journal of Scientific Research in Computer Science Applications and Management Studies.* 2018. 7(3). P. 1–6.
9. 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. DOI: 10.31388/2078-0877-2020-20-4-175-185.
10. Bhagat P.R., Naz F., Magda R. Artificial intelligence solutions enabling sustainable agriculture: A bibliometric analysis. *PLoS ONE.* 2022. 17(6). e0268989. DOI: 10.1371/journal.pone.0268989.
11. Cavazza A., Dal Mas F., Paoloni P., Manzo M. Artificial intelligence and new business models in agriculture: a structured literature review and future research agenda. *British Food Journal.* 2023. Vol. 125. No 13. P. 436–461. DOI: 10.1108/BFJ-02-2023-0132.
12. AgroDSS: A decision support system for agriculture and farming / M. Kukar et al. *Computers and Electronics in Agriculture.* 2023. 161 p., P. 260–271.
13. AI in Agriculture: A Comparative Review of Developments in the USA and Africa. 2024. DOI: 10.53022/oarjst.2024.10.2.0051.
14. Enabling precision agriculture through embedded sensing with artificial intelligence / D. Shadrin et al. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.* 2019. 69(7). P. 4103–4113.
15. CropX Agronomic Farm Management System. URL: <https://cropx.com/>
16. John Deere Revolutionizes Agriculture with AI and Automation. URL: <https://www.assemblymag.com/articles/97831-john-deere-revolutionizes-agriculture-with-ai-and-automation>.
17. Xarvio: Simply Smarter Crop Production. URL: <https://www.xarvio.com/global/en/products/field-manager.html>
18. Cainthus Helps Dairy Farms Optimize Yields with Camera Networks, Computer Vision and AI Algorithms. URL: <https://www.digi.com/resources/customer-stories/cainthus-dairy-farm-ai-monitoring-technology>.
19. How Blue River Technology Helps John Deere Feed the World While also Protecting it. URL: <https://www.deere.com/en/stories/featured/blue-river-and-john-deere-feed-the-world-while-protecting-it/>.
20. Піжук О.І. Штучний інтелект як один із ключових драйверів цифрової трансформації економіки. *Економіка, управління та адміністрування.* 2019. № 3(89). С. 41–46. DOI: 10.26642/ema-2019-3(89)-41-46.
21. Інтелектуальне сільське господарство. URL: <https://quantum.ua/ua/statti/intelektualne-sil-ske-gospodarstvo>.
22. Штучний інтелект у сільському господарстві: огляд технологій. URL: <https://agravery.com/uk/posts/show/stucnij-intelekt-v-silskomugospodarstvi-oglad-tehnologij>.
23. Штучний інтелект у сільському господарстві. URL: <https://aggeek.net/ru-blog/shtuchnij-intelekt-u-silskomugospodarstvi>.

REFERENCES

1. Lykhovyd, P., Vozhehova, R., Hranovska, L., Ushkarenko, V. (2023). Shtuchnyi intelekt i mozhyvosti yoho zastosuvannya v suchasnomu silskomu hospodarstvi [Artificial intelligence and possibilities for its application in modern agriculture]. *Tekhniko-tekhnologichni aspekty rozvytku ta vyprovuvannya novoi tekhniki i tekhnologii dlia silskoho hospodarstva Ukrainy* [Technical and technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for agriculture in Ukraine]. Vol. 2, no. 33 (47), pp. 68–77.
2. Kuchmiiova, T., Moroz, T., Sheshunova, A. (2023). Vykorystannia shtuchnoho intelektu v silskomu hospodarstvi [Use of artificial intelligence in agriculture]. *Elektronne naukove fakhove vydannia z ekonomichnykh nauk "Modern Economics"* [Electronic scientific journal on economic sciences «Modern Economics»]. 39 p., pp. 69–74.
3. Rudenko, M.V. (2019). Vplyv tsyfrovyykh tekhnologii na ahrarne vyrobnytstvo: metodychnyi aspekt [The influence of digital technologies on agricultural production: methodical aspect]. *Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernadskoho. Ekonomika i upravlinnia* [Academic notes of TNU named after V.I. Vernadskyi. Economics and management]. Issue 6, no. 69, pp. 30–36. DOI: 10.32838/2523-4803/69-6-28.
4. Pasichnyk, Yu.V. (2021). Vykorystannia tekhnologii shtuchnoho intelektu v ahropromyslovomu sektori ekonomiky [The use of artificial intelligence technologies in the agroindustrial sector of the economy]. *Suchasni tendentsii rozvytku finansovykh ta innovatsiino investytsiinykh protsesiv v Ukraini: materialy IV mizhnar. naukovo-prakt. konf.* [Modern trends in the development of financial and inno-

- vative investment processes in Ukraine: materials of the 4-th International Scientific and Practical Conference]. Vinnytsia, pp. 880–882.
5. Oliveira, R.C.d., Silva, R.D.d.S.e. (2023). Artificial Intelligence in Agriculture: Benefits, Challenges, and Trends. *Appl. Sci.* no. 13, 7405 p. DOI: 10.3390/app13137405
6. Kumari, S., Venkatesh, V.G., Tan, F.T.C. (2023). Application of machine learning and artificial intelligence on agriculture supply chain: a comprehensive review and future research directions. *Ann Oper Res.* DOI: 10.1007/s10479-023-05556-3
7. Alloghani, M.A. (2024). AI for Sustainable Agriculture: A Systematic Review. In: *Artificial Intelligence and Sustainability. Signals and Communication Technology.* Springer, Cham. pp. 53–64. DOI: 10.1007/978-3-031-45214-7_3
8. Bannerjee, G., Sarkar, U., Das, S., Ghosh, I. (2018). Artificial intelligence in agriculture: A literature survey. *International Journal of Scientific Research in Computer Science Applications and Management Studies.* no. 7(3), pp. 1–6.
9. Boltianska, N. (2020). Problemy i perspektyvy rozvytku informatsiinykh tekhnolohii v silskomu hospodarstvi [Prospects and problems of development of information technologies in agriculture]. *Pratsi Tavriiskoho derzhavnoho ahrotekhnolohichnoho universytetu imeni Dmytra Motornoho [Proceedings of the Tavia State agrotechnological university].* Vol. 20, no. 4, pp. 175–185. DOI: 10.31388/2078-0877-2020-20-4-175-185.
10. Bhagat, P.R., Naz, F., Magda, R. (2022). Artificial intelligence solutions enabling sustainable agriculture: A bibliometric analysis. *PLoS ONE.* no. 17(6), e0268989. DOI: 10.1371/journal.pone.0268989
11. Cavazza, A., Dal Mas, F., Paoloni, P., Manzo, M. (2023). Artificial intelligence and new business models in agriculture: a structured literature review and future research agenda. *British Food Journal.* Vol. 125, no. 13, pp. 436–461. DOI: 10.1108/BFJ-02-2023-0132
12. Kukar, M., Vračar, P., Košir, D., Pevec, D., Bosnić, Z. (2019). AgroDSS: A decision support system for agriculture and farming. *Computers and Electronics in Agriculture.* 161 p, pp. 260–271.
13. AI in Agriculture: A Comparative Review of Developments in the USA and Africa. 2024. DOI: 10.53022/oarjst.2024.10.2.0051
14. Shadrin, D., Menshchikov, A., Somov, A., Bornemann, G., Hauslage, J., Fedorov, M. (2019). Enabling precision agriculture through embedded sensing with artificial intelligence. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.* no. 69(7), pp. 4103–4113.
15. CropX Agronomic Farm Management System. Available at: <https://cropx.com/>
16. John Deere Revolutionizes Agriculture with AI and Automation. Available at: <https://www.assemblymag.com/articles/97831-john-deere-revolutionizes-agriculture-with-ai-and-automation>
17. Xarvio: Simply Smarter Crop Production. Available at: <https://www.xarvio.com/global/en/products/field-manager.html>
18. Cainthus Helps Dairy Farms Optimize Yields with Camera Networks, Computer Vision and AI Algorithms. Available at: <https://www.digi.com/resources/customer-stories/cainthus-dairy-farm-ai-monitoring-technology>
19. How Blue River Technology Helps John Deere Feed the World While also Protecting it. Available at: <https://www.deere.com/en/stories/featured/blue-river-and-john-deere-feed-the-world-while-protecting-it/>
20. Pizhuk, O.I. (2019). Shtuchnyi intelekt yak odyin iz kliuchovykh draiveriv tsyfrovoy transformatsii ekonomiky [Artificial intelligence as one of the key drivers of the digital transformation of the economy]. *Ekonomika, upravlinnia ta administruvannia [Economy, management and administration].* no. 3 (89), pp. 41–46. DOI: 10.26642/ema-2019-3(89)-41-46.
21. Intelektualne silske hospodarstvo [Intellectual Agriculture]. Available at: <https://quantum.ua/ua/statti/intelektualne-silske-gospodarstvo>
22. Shtuchnyi intelekt u silskomu hospodarstvi: ohliad tekhnolohii [Artificial Intelligence in Agriculture: A Technology Review]. Available at: <https://agravery.com/uk/posts/show/stucnij-intelekt-v-silskomu-gospodarstvi-oglad-tehnologij>
23. Shtuchnyi intelekt u silskomu hospodarstvi [Artificial Intelligence in Agriculture]. Available at: <https://aggeek.net/blog/shtuchnij-intelekt-u-silskomu-gospodarstvi>.

Artificial intelligence as a driver of change in modern agriculture

Apunevych I.

This article examines the essence and characteristics of artificial intelligence (AI) and its applications in various agriculture segments. Special attention is paid to the challenges of implementing AI in crop production, animal husbandry, resource management, and analytical processes. The role of robotics is examined as a key factor in the digital transformation of the agricultural sector, facilitating the adoption of new production approaches. The article highlights the main advantages of AI in the agricultural sector, such as the automation of routine tasks, reduction of manual labor costs, increased production efficiency, and the creation of new products. The use of intelligent technologies optimizes resources and boosts productivity, contributing to the competitiveness of agricultural enterprises. The article also reviews global experiences in the implementation of AI and robotics in agriculture. Examples of successful use of these technologies by leading companies are provided, along with an analysis of the experience of Ukrainian agricultural enterprises. Positive aspects of AI implementation, such as increased efficiency and

crop yields, are studied, while drawbacks and risks associated with adapting new technologies to the specific conditions of Ukrainian agriculture are also highlighted. The conclusions of the article emphasize that the use of AI is a promising direction for the development of the agricultural sector. AI technologies help address key challenges related to food security and sustainable development. Despite the challenges and risks, AI's potential to enhance agricultural production efficiency is significant, and the future of agriculture largely de-

pends on the further development and implementation of these technologies. The widespread introduction of intelligent technologies can not only transform agricultural processes, but also make them more environmentally sustainable and economically profitable in the long term.

Key words: artificial intelligence, agricultural sector, innovative technologies, agriculture, crop production, animal husbandry, robotics, machine intelligence.



Copyright: Апунович І.П. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Апунович І.П.

<https://orcid.org/0009-0004-4003-4552>