

УДК 005:631.11:004

DOI: https://doi.org/10.31521/modecon.V47(2024)-09

Курепін В. М., кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри методики професійного навчання Миколаївського національного аграрного університету, Миколаїв, Україна

ORCID ID: 0000-0003-4383-6177

e-mail: kypins@ukr.net

Іваненко В. С., здобувачка вищої освіти факультету менеджменту, Миколаївський національний аграрний університет, Миколаїв, Україна

e-mail: valeria857@ukr.net

Застосування цифрових технологій у сільському господарстві для досягнення цілей сталого розвитку

Анотація. Час від часу в агропродовольчих системах світу відбуваються процеси швидких системних змін. В мінливих умовах сьогодення кілька нових важливих тенденцій серйозно будуть впливати на аграрний сектор України. Знизити негативний вплив на довкілля, підвищити загальну факторну продуктивність допоможуть фермерам цифрові технології, які відіграватимуть досить помітну роль. Штучний інтелект, машинне навчання, гіперзв'язаність та 5G, аналітика «великих даних» та блокчейн, дистанційне зондування тощо перетворюють агропродовольчі системи на інноваційні (Сільське господарство 4.0). Технології набувають широкого поширення, вони еволюціонують, функціонують, на них впливають різні фактори, такі як: законодавство, політика, інфраструктура, людські навички. Важливо розуміти, як «цифрові шляхи» та технологічні досягнення впливають на реальне життя сільськогосподарського сектору економіки країни.

Ключові слова: системні зміни; агропродовольчі системи; цифрові технології; продуктивність; функціональна еволюція.

Kurepin Viacheslav, Candidate of Economic Sciences, docent, Associate Professor of the Department of Vocational Training Methodology Mykolaiv National Agrarian University, Mykolaiv, Ukraine

Valeriia Ivanenko, student of higher education Faculty of Management, Mykolaiv National Agrarian University, Mykolaiv, Ukraine

Applying Digital Technologies in Agriculture to Achieve Sustainable Development Goals

Abstract. Introduction. From time to time, processes of rapid systemic change occur in agro-food systems around the world. In today's changing conditions, several new important trends will seriously affect the agricultural sector of Ukraine. Digital technologies, which will play a significant role, will help farmers reduce the negative impact on the environment and increase overall factor productivity. Artificial intelligence, machine learning, hyper-connectivity and 5G, big data analytics and blockchain, remote sensing, etc. are transforming agri-food systems into innovative ones (Agriculture 4.0). Technologies spread, evolve, work and are influenced by other factors such as: legislation, policies, infrastructure, human skills. It is important to understand how "digital ways" and technological advances affect the real life of the agricultural sector of the country's economy.

Purpose. In today's world, digital innovations and technologies are important for socio-economic development, implementation of platform solutions and use of innovative and online technologies by all participants of economic relations in agro-food systems. The introduction of digital technologies opens new opportunities for the development of the agricultural sector, the management of services, the potential for improving the management of natural resources. To contribute to the filling of information gaps, increase the efficiency of new forms of economic activity, including changes in the structure of production and consumption.

Results. The digital transformation of the agricultural sector has sufficient potential to expand the basic infrastructure. Domestic agribusiness in recent years has rapidly mastered modern digital technologies, with the help of which advanced scientific and technical developments are integrated and their adaptation to production takes place.

Harmonization of the digital transformation of the agricultural sector is extremely important, but it requires active government support, reliable data infrastructure for the agricultural sector, investment in data collection technology that meets the specific needs and goals of the agricultural sector. Information technologies, in particular the Internet of Things, artificial intelligence, etc., have significant prospects for stimulating the digital transformation of the agricultural sector.

Conclusions. The integration of smart devices, sensors, and artificial intelligence-based analytics will ensure informed decision-making, optimize agricultural processes, and increase productivity. Farmers and stakeholders can collect the necessary data, analyze it and use it to develop their business.

Keywords: systemic changes; agro-food systems; digital technologies; productivity; functional evolution.

JEL Classification: M 11

¹Стаття надійшла до редакції: 26.10.2024

Received: 26 October 2024

Постановка проблеми. Цифрові технології є вагомим рушійним силою соціально-економічних змін, як у країні, так і в окремих галузях економіки, зокрема аграрному. По-перше, вони є основою перетворень у різних галузях, у тому числі в світі агропродовольчих систем.

По-друге, в мінливих умовах сьогодення відбуваються мінливості зовнішнього та внутрішнього середовища, через що відбуваються структурні зміни в економіці, цифрові технології своєчасно та достовірно забезпечують інформацією, необхідною для вирішення складних управлінських завдань, також для ефективного реагування на виклики та загрози сучасності.

По-третє, створення нових форм організації виробництва товарів та надання послуг реформує застарілу систему агровиробників. По-четверте, застосування інформаційних технологій покращує планування, управління та підвищує продуктивність праці [1, с. 78]. Дедалі частіше цифрові технології використовують для вдосконалення управління, моніторингу, модернізації, підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарського сектору економіки країни, а також управління фінансовими, природними та людськими ресурсами.

Цей процес для аграрного сектору України є необхідним, за його допомогою відбувається збереження навколишнього природного середовища, підвищується ефективність сільськогосподарського виробництва. З огляду на це, використання цифрових трансформацій в агросфері є актуальним та перспективним для подальших наукових досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сьогодні у науковій літературі можна побачити різні розуміння та підходи до цифрової трансформації. Аналіз цифрових трансформацій дає можливість нам стверджувати, що цифрова трансформація – це модель змін функціонування застарілої системи та її компонентів, включаючи взаємозв'язки між ними при активному застосуванні інформаційно-комунікаційних технологій.

Цифрова трансформація систем сільського господарства безпосередньо пов'язана з потенціалом інформаційно-комунікаційних змін, які використовуються. Вплив такої трансформації не був миттєвим [2, с. 54], він розвивається поступово, нарощуючи дедалі більший потенціал для використання. Науковець-дослідник М. Руденко у своїх публікаціях узагальнює концепцію «Сільське господарство 4.0» та визначає п'ять основних груп технологій.

Окремі аспекти цифрової трансформації у системах сільського господарства досліджувалися й представниками економічної науки, серед яких: Гриценко А. А., Гриценко О. А., Ткаченко В. В., Крайній В. О., Котикова О. І., Климчук М. М., Клочан, І. В.; представниками сільськогосподарської науки Баркарь Є. В., Крамаренко С. С., Лихач В. Я., Лихач А. В., Каратєєва О. І. та ін. Але глибокого комплексного дослідження цифрових технологій у аграрному

виробництві так в повному обсязі і не було, що й зумовлює актуальність даної статті.

Формулювання цілей дослідження. Метою дослідження є розкриття сутності й особливостей процесу цифрової трансформації аграрного сектору, та визначення його основних складових, переваг, недоліків як на макро-, так і на мікрорівні; особливостей застосування цифрових технологій в агробізнесі, зокрема визначення потенційних переваг та перешкод використання окремих цифрових технологій; способів використання таких технологій для підтримки сталості, ефективності та продуктивності аграрного бізнесу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Серйозним викликом для людства, незважаючи на досягнутий багатьма країнами прогрес, було і є нагодувати жителів планети. Чисельність тих, хто недоїдає у світі постійно зростає, тому ліквідувати голод у майбутньому буде архіскладно. І тому є причини: посилення змін клімату, скорочення природних ресурсів [3, с. 82]. Традиційними методами викоринити бідність та нагодувати жителів нерозвинених країн звісно не вдасться, у майбутньому близько шести відсотків населення Землі житимуть у крайній бідності. Єдиною можливістю просунутися вперед у цьому питанні, перетворити нинішні тенденції можна лише за рахунок радикальних перетворень агропродовольчих систем.

Спробуємо подивитися на речі ширше та відповісти на прості питання. Чи можуть цифрові технології зробити в аграрному секторі економіки революцію? Чи дозволять цифрові технології збільшити випуск продовольства, не порушуючи рівноваги природних ресурсів, не виснажуючи їх ради досягнення цілі? Якщо цифрові технології допомагають знайти принципово нові способи вирощування, розподілу та споживання продовольства виникає нове питання. Як докорінно зміняться традиційні агропродовольчі системи та не зруйнують їх інновації взагалі?

Революційні технології можуть допомагати в досягненні «цифрової рівності», бути каталізаторами зростання на сам перед у країнах, що розвиваються і в країнах, які переживають глобальну продовольчу кризу. Технологічні інновації допомагають всім країнам (розвиненим, найбіднішим, які розвиваються) досягти продовольчої та нутриційної безпеки та забезпечити стійкість засобів до існування, не вплинувши на довкілля та природні ресурси.

Потенціал, які мають цифрові технології, здатний створити передумови для пом'якшення (усунення) бар'єрів на шляху забезпечення взаємної вигоди, співробітництва [4, с. 2]. Вони здатні ефективно об'єднати безліч зацікавлених сторін на платформі змін та реформ, за допомогою якої країнам з найбільш високими показниками злиднів і голоду можуть надаватися інвестиції для забезпечення розвитку підприємництва, впровадження інновацій розвиненими країнами.

Але є питання, відповідь на яке дуже важливе: чи здатні революційні технології самостійно стимулювати найдрибніших і найбідніших фермерських господарств

перетворення від «останнього шансу» до реалізації корінних змін щодо вирішення проблеми за допомогою переваг цифровізації? Можливо для цього потрібна якась система аграрних інновацій щодо побудови мережі з учасників, які побудують відповідне сприятливе середовище.

Цифрові технології треба оцінювати в цілісному ключі. Такий підхід надає можливість побудувати стратегію оптимального шляху цифрового розвитку, перетворити сільськогосподарський сектор задля досягнення максимального ефекту в плані створення інфраструктури та інвестування в розвиток людських ресурсів, вони і сприяють технологічним інноваціям.

Безліч проблем впливає на стан агропродовольчих систем. Але останнім часом серед них намітилася одна загальна спрямованість. У найближчому майбутньому (10 - 15 років) нових «трендоутворюючих» проблем стане більше і вони набудуть особливого значення. Якщо з ними впоратися не вдасться, то завдання досягнення «нульового голоду» може виявитися нездійсненним [5, с. 225]. Саме тому так важливо у всіх деталях необхідно осмислити ряд ключових проблем:

- а) стійке споживання природних ресурсів;
- б) зміна клімату та стихійні лиха;
- в) зміна продовольчих систем внаслідок зростання урбанізації;
- г) продовольчі втрати та харчові відходи;
- д) крайня убогість та скорочення масштабів нерівності.

Розглянемо ключові проблеми більш детально. Сійке споживання природних ресурсів - виснаження природних ресурсів (землі та води) відбувається від нескоординованого розширення людської діяльності. Наслідками цього є деградація земель, брак води, опустелювання значних територій та сільськогосподарських територій, втрата зеленого насадження [6, с. 33].

Перешкодою для розвитку в країнах, де рівень доходу низький, де виробничі системи зазнають високого екологічного та соціального стресу є попит на сільськогосподарські землі та воду, який постійно зростає. Така необхідність настає коли потрібно забезпечити зростаюче населення.

Від дефіциту води і деградації земель особливо сильно страждають країни, що розвиваються. За останні десять років деградує значна кількість земельних площ, виникають серйозні проблеми виснаження водоносних горизонтів, від цього і нестача води. Глобальні оцінки стійкості використання ґрунтових вод свідчать - споживання води в таких регіонах буде тільки зростати [7, с. 95], що і призведе до значного скорочення сільськогосподарського виробництва та створить загрозу для продовольчої безпеки в цьому регіоні.

Зміна клімату та стихійні лиха: за останні кілька десятиліть процес екстремальних кліматичних змін тільки прискорюється, причини банальні - розширення людської діяльності; було перетнуто чотири головні планетарні кордони: зміна клімату, цілісність біосфери, біогеохімічні потоки, споживання прісної води.

Глобальне підвищення температури поверхні Землі може очікувано знизити врожайність сільськогосподарських культур приблизно на 20 - 25%. Збільшення втрат урожаю може відбуватися внаслідок підвищення активності шкідників. Це спричинить дефіцит продовольства та підвищення цін на нього до 35% (за оцінками спеціалістів); посилити проблему неповноцінного харчування та голоду серед уразливих категорій населення. Глобальне потепління підвищує часту виникнення стихійних лих, які впливають на життя та засоби для існування людей, завдає економічної шкоди країнам [8, с. 37].

Серйозним «мультиплікатором ризику голоду» вважають зміну клімату. Прогнози невтішні. Зміна клімату тільки посилить ризик недоїдання. Деякі фахівці вважають, що до 2050 року внаслідок зміни клімату у світі на собі відчують біль як 120 млн осіб, 24 млн з яких - діти. Отже, стихійні лиха, які пов'язані з змінами клімату будуть активно впливати на життя та джерела засобів для існування мільйонів людей.

Зміна продовольчих систем внаслідок зростання урбанізації - потік бажаючих жити в більш комфортних умовах постійно зростає. До 2030 року в містах з'явиться ще два мільярди мешканців населених пунктів. В основному це представники середнього класу з вищою купівельною спроможністю. Таке спричинить підвищення попиту на продовольство, воду та енергію у міських районах.

Зростаюча урбанізація ставить нові завдання: необхідність забезпечення зручності зберігання та простоти транспортування, доступності продуктів харчування. В таких умовах зростає роль організованої роздрібної торгівлі харчовими продуктами. У продовольчих системах з'являються ланцюжки супермаркетів та інтернет-магазинів. Частка організованих продовольчих ритейлерів росте, очікується, що і надалі така тенденція тільки зростатиме. Покупки продуктів харчування більшою мірою будуть здійснюватимуться через Інтернет [9, с. 90]. Дослідники кажуть, що в майбутньому цифрові можливості роздрібної торгівлі на ринках, що розвиваються, готові використовувати в середньому 60% споживачів.

Поширеність інтернет-магазинів та супермаркетів призведе до зростання попиту на харчові напівфабрикати та продукти, які пройшли технологічну обробку. Дослідники вже фіксують значний ріст частки харчових продуктів, які пройшли технологічну обробку, що продаються в супермаркетах. Такі показники зростають, як в країнах із доходом вищим за середній, так і в країнах з доходом нижчим за середній.

Зауважимо, новий порядок функціонування міських продовольчих систем буде створювати бар'єри для дрібних фермерів, щодо їх доступу на ринки. Супермаркети та інтернет-магазини працюють за принципом вертикальної координації, вони пов'язані у цифрових мережах. Від їх постачальників та фермерів таке вимагає підвищити рівень своєї цифрової грамотності та прискорити освоєння необхідних технологій. Якщо ні, фермери не зможуть йти в ногу з технологічними перетвореннями, тоді в роздрібній

торгівлі продуктами харчування вони опиняться у невідгідному становищі, що підірве їх джерела засобів існування і вплине на процес досягнення стійкого розвитку.

Якісні та дорогі товари доступні не всім групам населення. Людям з низьким рівнем доходу складніше дотримуватися здорового раціону. Такі групи населення, швидше за все, віддадуть перевагу дешевим напівфабрикатам з великою кількістю «порожніх калорій». У людей з низьким рівнем доходу збільшення виробництва недорогих продуктів, що пройшли технологічну обробку, можуть викликати формування хворих харчових звичок. Результат - надмірна вага, ожиріння та неінфекційні захворювання, пов'язані з харчуванням.

Продовольчі втрати та харчові відходи – це актуальне питання [10, с. 151]. В агропродовольчих системах із всього виробленого у світі продовольства, за оцінками експертів, близько третини втрачається чи є відходами. Від виробництва до споживання на всіх етапах продовольчої виробничо-збутової ланцюга відбуваються такі втрати (це приблизно 1,3 млрд. тонн на рік).

Продовольчі втрати та харчові відходи є джерелом викидів парникових газів та стримують перехід до екологічно стійких продовольчих систем. Наявність продовольчих втрат та харчових відходів значно погіршує земельні, водні, енергетичні та сільськогосподарські ресурси.

У країнах із низьким рівнем доходу в усьому виробничо-збутовому ланцюзі, від етапу збирання врожаю, після нього і далі вгору до споживачів, відбуваються великі втрати продовольства. Причини прості: низький рівень розвитку інфраструктури; примітивні виробничі технології; обмеженість знань та відсутність інвестицій у переробку, упаковку, організацію товаропровідного ланцюга та маркетинг.

Пріоритетом для уряду, підприємств та окремих осіб повинно бути вирішення проблем продовольчих втрат і харчових відходів. В основі продовольчої системи повинно бути завдання щодо максимального ефективного використання ресурсів, зведення продовольчих втрат та харчових відходів до мінімуму. Це особливо важливе завдання від вирішення якого залежатиме досягнення цілого ряду умов сталого розвитку [11, с. 282].

Крайня убогість та скорочення масштабів нерівності - економічне зростання та значні зусилля, які вживаються; різні програмами розвитку зі скорочення масштабів злиднів, нажалі, не вирішили проблему такого характеру. За деякими оцінками експертів, в світі у злиднях продовжують жити більше як два мільярди осіб. Більша частина (біля 75%) найбіднішого населення світу живуть у сільській місцевості, їхнє існування залежить від коштів, які вони заробляють працюючи у сільському господарстві. Незважаючи на досягнення щодо скорочення масштабів злиднів, все одно зберігається нерівність між сільськими та міськими районами, регіонами, етнічними групами, чоловіками та жінками.

Погане харчування, голод і злидні тісно пов'язані між собою, також очевидно, голод і неповноцінне харчування теж пов'язані з гендерними і соціально-економічними чинниками. За даними соціальних досліджень у світі 55% голодуючих, це жінки; 61% голодуючих, у яких джерело існування є фермерство.

Один із головних факторів, який зумовлює взаємозв'язок злиднів, голоду та неповноцінного харчування, є гендерна нерівність. Жінки у країнах, що розвиваються, є сільськогосподарською робочою силою (близько 43%). Наявні дані вказують, якби жінки мали такий же доступ до виробничих ресурсів, як і чоловіки, вони могли б суттєво підвищити врожайність у своїх господарствах [12, с. 13]. Це дозволило б скоротити чисельність голодуючих.

У забезпеченні зростання, орієнтованого на поліпшення становища бідних верств населення, значну роль безперечно відіграє сільське господарство. У сільських районах для скорочення масштабів злиднів необхідно нарощувати продуктивність та рентабельність; забезпечувати зв'язки між фермерами та ринками; надавати ефективні консультації та послуги з поширення сільськогосподарських знань. Таке завдання можна вирішити при застосуванні цифрових інструментів [13, с. 41]. Вони дозволять подолати деякі з фізичних бар'єрів, що існують у багатьох країнах, і тим самим сприяти досягненню сталого розвитку.

Розглянемо нижче цифрові трансформації.

1. Цифрова руйнація та цифрові шляхи - поширення та економічна доступність комп'ютерів та смартфонів, поява інтернету дозволяють людині відчувати перетворюючу міць цифрових технологій. Взаємодіяти зі світом на цифровому рівні є стимулом для створення все більшої кількості цифрових послуг та платформ. 5G, Інтернет речей, дистанційне зондування, аналітика «великих даних», штучний інтелект та машинне навчання, блокчейн, 3D/4D-друк вже використовуються в агропродовольчому секторі. Є думка, що багато з цих технологій зруйнують нинішні агропродовольчі системи.

Залишається зрозуміти, як треба скористатися перевагами цієї цифрової революції в сільськогосподарському секторі [14, с. 3], як цифрові технології будуть сприяти процесам, що докорінно змінять застарілу структуру та порядок роботи існуючих агропродовольчих систем. Інакше кажучи, викличуть «цифрове руйнування», а це: людська поведінка, соціально-економічні фактори, інфраструктура, політичні умови тощо.

2. Сільське господарство 4.0. Включають кіберфізичні системи; гіперзв'язаність та хмарні обчислення, які передбачають автоматизацію у виробничих технологіях («розумні підприємства»). Ми маємо на увазі «датафікацію» агропродовольчих систем, в основі яких лежать штучний інтелект, гіперзв'язаність, автоматизація. Якщо буде створена мережа фермерських господарств, які будуть пов'язані між собою, досягти високого рівня системної оптимізації буде просто, пропозиція та попит будуть збалансовані.

3. Мобільна телефонія. Наявність смартфона змінює соціально-економічні перетворення. Смартфон дає людям доступ до цифрового світу, він є потенційним інструментом подолання бар'єрів соціального розвитку, підвищує грамотність. Мобільна телефонія перевернула традиційну систему поширення сільськогосподарських знань, вона зв'язала безпосередньо фермерів з дослідниками та іншими постачальниками найважливіших інформаційних послуг. З'явився новий порядок взаємодії – дистанційна форма спілкування фермерів з агентами з поширення знань [15, с. 12].

Завдяки технологіям мобільного зв'язку змінився механізм роботи виробників аграрної промисловості. Вигоди від мобільної телефонії: електронні гаманці у фермерів, на які вони отримують гроші від фінансових операцій; страхування врожаю онлайн; продаж своєї продукції через Інтернет на електронних торгових майданчиках; економія грошей на потрібних учасниках системи.

4. 5G та гіперзв'язаність. 5G є реальністю, оператори завжди прагнули розширити рамки свого традиційного бізнесу в галузі телекомунікацій та освоїти нові канали отримання доходів від послуг у мережах 5G, зокрема співпрацюючи з агровиробниками.

5. Інтернет речей. У сільському господарстві є багато таких додатків. У майбутньому, десь до 2030 року, «Інтернет речей» буде еволюціонувати до «Інтернету дій». Це можливість аналізу даних, проведення вимірювання, самооптимізація та самостійне ініціювання певних дій без участі людини. Інтернет речей дозволяє у режимі реального часу вести моніторинг стану ґрунту, здоров'я рослин та тварин; відстежувати деталі походження продукту, вплив на навколишнє середовище та умови зберігання у всіх ланках товаропровідного ланцюга.

6. Штучний інтелект, машинне навчання та когнітивні обчислення. Застосування у сільському господарстві - інтелектуальні машини; дистанційне спостереження та діагностика; оптимізація товаропровідного ланцюга та прогностична аналітика; автоматизація. Штучний інтелект, за прогнозами аналітиків, у майбутньому ще більше буде впливати на життя фермерів [16, с. 289] та виробників продукції аграрної сфери.

7. «Великі дані». Аналітика «великих даних» допомагає удосконалювати процес прийняття рішень (прогнозоване моделювання). Важливою сферою застосування таких даних є страхування в агропродовольчих системах. Дослідження показує, використання фермерами страхових продуктів забезпечує соціальний захист працюючих, має позитивний вплив на інвестиції, ефективність, харчування та доходи. При запровадженні технологій страхування, які засновані на «великих даних», фермери можуть отримати додаткові доходи від ведення свого сільського господарства та непряму вигоду, оскільки це сприятиме покращенню їх харчування та, відповідно, стану здоров'я.

8. Блокчейн. В агропродовольчих системах застосування блокчейну може бути дуже різноманітним: походження товарів; простежуваність продуктів та зниження транзакційних витрат; безпека електронних платежів; відстеження прав землеволодіння та землекористування. Використання технологій блокчейну здатне забезпечити скорочення втрат харчової продукції на десятки мільйонів тон.

Цифрові технології широко використовують у розвинених індустріальних економіках [17, с. 2], але виявляється, що ці технології з вигодою для себе використовують як дрібні землевласники, так і жінки-фермери, фермери, які ведуть господарство на малородючих землях. Прикладів багато: використання мобільної телефонії для оповіщення про ринкові ціни (дрібні виробники, фермери); послуги консультантів, доступ до інформації про сільське господарство, харчування та охорону здоров'я.

На базі штучного інтелекту розроблено безліч додатків для організації посівної. Це дозволяє дрібним фермерам, що ведуть натуральне господарство, отримувати точні рекомендації на основі погодних умов. Завдяки цьому зростання врожайності для різних культур (кукурудза, рис, горох тощо) склало від 10 до 30%. Технології міжмашинної взаємодії та Інтернетом речей забезпечують збереження природних ресурсів, зокрема, багато хто із фермерів використовує мобільні телефони для дистанційного керування насосами іригації, що дозволяє зменшити втрати води.

Освоєння цифрових технологій може бути утруднене через відсутність грамотності [18, с. 36]. Зауважимо, вартість технологій кожні два роки знижується (закон Мура) із-за подвоєння потужності технології. Це робить цифрову продукцію більш доступною для звичайних людей.

Все ширше фермери користуються соціальними мережами, через групи у Facebook обмінюються досвідом та вивчають нові технології, на YouTube переглядають тематичні відео.

Брак грамотності та вартість цифрових технологій не є перешкодами, особливо для молодих фермерів [19, с. 160].

Макро-, і мікро агропродовольчі системи постійно зазнають вплив цифрових технологій. На макрорівні за допомогою технологій краще зрозуміють антропогенний вплив на загальносвітове багатство (клімат, океани, ландшафт тощо); на мікрорівні – краще розуміють оптимізацію та гармонізацію продовольчих виробничо-збутових ланцюжків.

Висновки. Цифрова трансформація аграрного сектору має достатній потенціал для розширення базової інфраструктури. Вітчизняний агробізнес останніми роками швидко освоює сучасні цифрові технології, за допомогою яких інтегруються передові науково-технічні розробки, відбувається їх адаптація у виробництво.

Гармонізація цифрової трансформації аграрного сектору вкрай важлива, але для її забезпечення необхідна активна урядова підтримка; надійна інфраструктура даних для аграрного сектору;

інвестування в технологію збору даних, яка відповідає конкретним потребам і цілям аграрного сектору. Інформаційні технології, зокрема Інтернет речей, штучний інтелект тощо, мають значні перспективи для стимулювання цифрової трансформації аграрного сектору.

Забезпечення ухвалення обґрунтованих рішень, оптимізація сільськогосподарських процесів, підвищення продуктивності відбувається завдяки інтеграції інтелектуальних пристроїв, датчиків і аналітики на основі штучного інтелекту. Фермери й

зацікавлені сторони можуть збирати необхідні дані, аналізувати їх та використовувати на розвиток свого бізнесу.

Успіх цифрової трансформації залежить від дослідницьких зусиль за різними аспектами цифрової трансформації в сільськогосподарському секторі. Співпраця аграріїв та наукової спільноти сприятиме обміну знаннями, які будуть відповідати викликам і вимогам аграрного сектору в епоху цифрових технологій.

Література:

1. Лотарева Д. Використання інноваційних технологій та методів управління виробничими процесами за допомогою штучного інтелекту. *Молодь, наука, бізнес* : матеріали Всеукр. інтер.-конф. здоб.вищ.освіти і мол.учених, (м. Миколаїв, 5-6 жовтня 2022 р. Миколаїв : МНАУ, 2022. С. 77-80. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11860>.
2. Dotsenko N., Kurepin V. Online learning tools as an instrument for digital transformation of engineering education. *Traditions and new scientific strategies in the context of global transformation of society*. Baltija Publishing, 2024. Vol. 2,. P. 53-94. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-406-1-20>.
3. Курепін В.М., Марченко Д.Д. Сучасні технології захисту навколишнього середовища від впливу сонячних електростанцій. *Modern Economics*. 2024. № 44(2024). С. 79-84. DOI:[https://doi.org/10.31521/modecon.V44\(2024\)-13](https://doi.org/10.31521/modecon.V44(2024)-13).
4. Кліщук Л. Аграрний бізнес у цифрову епоху – українські реалії. *Na chasi*. URL: <https://nachasi.com/creative/2023/10/02/it-zemlerobstvo/>.
5. Іваненко В. С., Курепін В. М. Подолання кризових явищ у аграрній сфері за допомогою технології доповненої реальності. *Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування* : матеріали міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., присв. 90-річчю з дня народження професора Г. П. Жемели (м. Полтава, 30 верес. 2023 р.). Полтава : ПДАУ, 2023. С. 224-226. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/15512>.
6. Дідняк А. Стратегії оптимального використання природних ресурсів на підприємствах Миколаївської області. *Збереження планети - глобальні виклики, загрози, можливості на засадах результативного партнерства* : тези доповідей тематичного круглого столу з питань екологічної безпеки до Всесвітнього Дня Землі – Earth Day, (м. Миколаїв, 20 квітня 2023 р.) / Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв : МНАУ, 2023. С. 33-36. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/13244>.
7. Іваненко В.С. Екологічні проблеми використання та охорона річок басейну Прип'яті. *Transboundary Dniester River Basin Management and EU Integration – Step by Step* : Proceedings of the International Conference Chisinau, October 27-28 2022 / editor: Ilya Trombitsky; editorial and scientific conference committee: Gheorghe Duca [et al.]. Chişinău: Eco-TIRAS, 2022. С. 92-96. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11848>.
8. Орешко К. Ф. Кліматично нейтральні малі та середні бізнес-компанії: уникнути, зменшити, компенсувати. *Екологія, природокористування та охорона навколишнього середовища: прикладні аспекти* : матеріали VII всеукраїнської науково-практичної заочної конференції (м. Київ, 17 травня 2024 р.). Київ : МДУ, 2024. С. 34-37. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/18296>.
9. Іваненко В.С. Основні принципи безпеки користування Інтернетом. *Обліково-аналітичне і фінансове забезпечення діяльності суб'єктів господарювання: національні, глобалізаційні, євроінтеграційні аспекти* : матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 16-17 листопада 2022 р., Миколаїв. Миколаїв : МНАУ, 2022. С. 88-90. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11943>.
10. Таракашева Е. А. Поводження з відходами на Миколаївщині. *Актуальні проблеми та перспективи розвитку охорони праці, безпеки життєдіяльності та цивільного захисту* : матеріали VI міжнародної науково-практичної конференції. Одеса : ОДАБА, 2024. С. 150-155. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/17615>.
11. Бацуровська І. В., Доценко Н. А., Курепін В. М. Інноваційні підходи підготовки інженера з харчових технологій. *Світ дидактики: дидактика в сучасному світі* : зб. матеріалів III міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Київ, 07-08 листопада 2023 р.). Київ : Людмила, 2024. С. 281-283. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/17105>.
12. Іваненко В. С. Жінки-підприємниці під час війни: досягнення та виклики. *Підприємництво під час війни в Україні: виклики та можливості* : збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 60-річчю кафедри підприємництва, торгівлі та прикладної економіки (м. Івано-Франківськ, 20 листопада 2023 р.). Івано-Франківськ : Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника, 2023. С. 12-14. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/16141>.
13. Піндера М. В. Зберігання плодоовочевої продукції у регульованому середовищі. *Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання плодоовочевої продукції* : матеріали міжнародної науково-практичної конференції, (м. Миколаїв, 17 листопада 2022 р.). Миколаїв : МНАУ, 2022. С. 40-43. URL:<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/12142>.
14. Marchenko, D., Matvyeyeva, K., & Kurepin, V. (2022). Development of methods for digital diagnostics of engines by electronic indication. *Proceedings of the 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System, MEES 2022*, doi:10.1109/MEES58014.2022.10005758.
15. Бацуровська І. В., Доценко Н. А., Курепін В. М. Особливості проектування освітнього середовища для майбутніх фахівців аграрної галузі. *Цифрова трансформація професійної підготовки фахівців в умовах застосування SMART- освітніх технологій: стан, проблеми, перспективи* : матеріали Всеукраїнської науково-методичної конференції (м. Харків, 29-30

- листопада 2023 р.) / за заг. ред.: В. М. Нараєва, Ю. М. Сагачко, О. В. Грідіна. Харків : Комунальне підприємство «Міська друкарня», 2023. С. 11-16. URL: <https://dSPACE.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/15906>.
16. Kurepin V. Innovative security technologies in the management of business facilities. *Цифрові трансформації та інноваційні технології в економіці* : збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Ломжа - Харків, 14 березня 2024 р.). Ломжі ; Харків : ПЗВО "Харківський технологічний університет "ШАГ" ; MANS в Ломжі. 2024. Ч. 1. С. 286-294. URL: <https://dSPACE.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/17160>.
 17. Поради щодо здійснення цифрової трансформації на вашому виробництві. *Зерно*. URL: <https://www.zerno-ua.com/news/poradi-shhodo-zdijsnennya-cifrovo%d1%97-transformaczi%d1%97-na-vashomu-virobnictvi/>.
 18. Бацуровська І. В., Курепін В. М. Використання цифрових технологій у спеціальній та інклюзивній освіті: теоретичні основи та практичні підходи в професійній підготовці фахівців. *Development trends in special and inclusive education in the context of the European dimension: theory and practice* : scientific monograph. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2024. С. 22-44. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-457-3-2>.
 19. Бацуровська І.В., Доценко Н.А., Курепін В. М. Формування цифрової компетентності у здобувачів електроенергетичних спеціальностей. *Інформаційні технології в освіті та науці*. 2023. Вип. 13 : III Міжнародна науково-практична конференція (м. Мелітополь, 25-26 травня 2023 р.). С. 159-162. URL: <https://dSPACE.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/14573>.

References:

1. Lotarieva, D. (2022, October 5-6). *Use of innovative technologies and methods of managing production processes with the help of artificial intelligence* [Conference presentation abstract]. Youth, science, business, Mykolayiv National Agrarian University, Mykolaiv, Ukraine. <https://dSPACE.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11860>.
2. Dotsenko, N., & Kurepin, V. (2024). Online learning tools as an instrument for digital transformation of engineering education. *Traditions and new scientific strategies in the context of global transformation of society*. Baltija Publishing, 2, 53-94. <https://dSPACE.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/17407>.
3. Kurepin V., Marchenko D. (2024). Modern technologies for protecting the environment from exposure solar power plants. *Modern Economics*, 44(2024), 79-84. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V44\(2024\)-13](https://doi.org/10.31521/modecon.V44(2024)-13).
4. Klishchuk, L. (2018, October 2). *Agricultural business in the digital age – Ukrainian realities*. <https://nachasi.com/creative/2018/10/02/it-zemlerobstvo/>.
5. Kurepin, V. M., & Ivanenko, V. S. (2023). *Overcoming crisis phenomena in the agricultural sector with the help of augmented reality technology* [Conference presentation abstract]. Productivity and quality of crop production under modern growing technologies, Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine, 224-226. <https://dSPACE.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/15512>.
6. Didniak, A. (2023). *Strategies for optimal use of natural resources at enterprise of the Mykolaiv region* [Conference presentation abstract]. Preservation of the planet – global challenges, threats, opportunities based on effective partnership, Mykolayiv National Agrarian University, Mykolaiv, Ukraine, 33-36. <https://dSPACE.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/13244>.
7. Ivanenko V. S. (2022, October 27-28). *Environmental problems of using and protecting the rivers of the Pripjat basin* [Conference presentation abstract]. Transboundary Dniester River Basin Management and EU Integration – Step by Step, Moldova, Kishinev, 92-96. <https://dSPACE.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11848>.
8. Oreshko, K. F. (2024). *Climate neutral small and medium business companies: avoid, reduce, compensate* [Conference presentation abstract]. Ecology, nature management and environmental protection: applied aspects, Mariupol State University, Kyiv, Ukraine, 34-37. <https://dSPACE.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/18296>.
9. Ivanenko, V. S. (2022, November 16-17). *Basic principles of internet security* [Conference presentation abstract]. Accounting, analytical and financial support of business entities: national, globalization, European integration aspects, Mykolayiv National Agrarian University, Mykolaiv, Ukraine, 88-90. <https://dSPACE.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11943>.
10. Tarakasheva, E. A. (2024). *Waste management in the Mykolayiv region* [Conference presentation abstract]. Current problems and prospects for the development of labor protection, life safety and civil protection, Odesa State Academy of Construction and Architecture, Odesa, Ukraine, 150-155. <https://dSPACE.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/17615>.
11. Batsurovska, I. V., Dotsenko, N., & Kurepin, V. (2023). *Innovative approaches to training a food technology engineer* [Conference presentation abstract]. The world of didactics: didactics in the modern world, Institute of Pedagogy of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine. <https://dSPACE.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/17105>.
12. Ivanenko, V. S. (2023, November 20) *Women Entrepreneurs in Wartime: Achievements and Challenges* [Conference presentation abstract]. Entrepreneurship during the war in Ukraine: challenges and opportunities, Prykarpattia National University named after Vasyl Stefanyk, Ivano-Frankivsk, Ukraine, 12-14. <https://dSPACE.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/16141>.
13. Pindera, M. V. (2022, November 17). *Storage of fruit and vegetable products in a regulated environment* [Conference presentation abstract]. Modern approaches to the cultivation, processing and storage of fruit and vegetable products, Mykolayiv National Agrarian University, Mykolaiv, Ukraine, 40-43. URL: <https://dSPACE.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/12142>.
14. Marchenko, D., Matvyeyeva, K., & Kurepin, V. (2022). *Development of methods for digital diagnostics of engines by electronic indication* [Conference presentation abstract]. 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES). IEEE. <https://doi.org/10.1109/mees58014.2022.10005758>.
15. Batsurovska, I. V., Dotsenko, N. A., & Kurepin, V. M. (2023, November 29-30). *Peculiarities of designing an educational environment for future specialists in the agricultural industry* [Conference presentation abstract]. Digital transformation of professional training of specialists under the conditions of application of SMART educational technologies: status, problems, prospects, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine, 11-16. <https://dSPACE.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/15906>.
16. Kurepin, V. (2024, March 14). *Innovative security technologies in the management of business facilities* [Conference presentation abstract]. Digital transformations and innovative technologies in the economy, Kharkiv Technological University, Kharkiv, Ukraine, 286-294. <https://dSPACE.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/17160>.
17. Grain (2021, February 26). *Tips for implementing digital transformation in your production*. <https://www.zerno-ua.com/news/poradi-shhodo-zdijsnennya-cifrovo%d1%97-transformaczi%d1%97-na-vashomu-virobnictvi/>.

18. Batsurovska, I. V., & Kurepin, V. I. (2024). The use of digital technologies in special and inclusive education: theoretical foundations and practical approaches in the professional training of specialists. *Development trends in special and inclusive education in the content of the European dimension: theory and practice*, Baltija Publishing, 22-44. <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/18630>.
 19. Batsurovska, I. V., Dotsenko, N., & Kurepin, V. (2023). Formation of digital competence among applicants of electrical energy specialties. *Information technologies in education and science*, 13, 159-162. <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/14573>.
-



Ця робота ліцензована Creative Commons Attribution 4.0 International License