

УДК 338.2: 578

Коляденко Світлана Василівна

*доктор економічних наук, професор,
професор кафедри комп'ютерних наук та економічної кібернетики
Вінницький національний аграрний університет*

Koliadenko Svitlana

*Doctor of Economic Sciences, Professor,
Professor of the Department of computer science and economic cybernetics
Vinnytsia National Agrarian University*

ORCID: 0000-0001-7670-6905

Саулко Дмитро Павлович

*здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
Вінницького національного аграрного університету*

Saulko Dmytro

*Obtainer of the third (educational and scientific) level of higher education
Vinnytsia National Agrarian University*

ORCID: 0009-0004-6865-4585

Мазур Володимир Васильович

*здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
Вінницького національного аграрного університету*

Mazur Volodymyr

*Obtainer of the third (educational and scientific) level of higher education
Vinnytsia National Agrarian University*

ORCID: 0009-0009-1286-4934

DOI: 10.25313/2520-2294-2024-2-9653

ФОРМУВАННЯ СМАРТ-ПРОМИСЛОВОСТІ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ ЕКОНОМІКИ НА ОСНОВІ ЦИФРОВОГО РОЗВИТКУ FORMATION OF SMART INDUSTRY IN THE AGRICULTURAL SECTOR OF THE ECONOMY BASED ON DIGITAL DEVELOPMENT

Анотація. Вступ. У статті вивчається концепція смарт-промисловості в аграрному секторі економіки, що ґрунтується на її (економіки) цифровізації. Автори визначають, що в сучасній теоретичній аграрній економіці ці питання майже не вивчаються, хоча є важливими не лише для економіки в цілому, а й для аграрного її сектору, котрий в сучасних умовах воєнного стану країни є одним із тих, що підтримує економіку держави і є джерелом надходження коштів до державного бюджету. В статті описуються ключові компоненти аграрної смарт-промисловості, такі як Інтернет речей (IoT), штучний інтелект (AI), Big Data, хмарні технології та робототехніка. Автори розглядають економічні переваги та виклики впровадження смарт-технологій в аграрному секторі та приводять деякі пропозиції по пошуку шляхів та рекомендацій щодо створення смарт-промисловості в сучасному аграрному секторі України з використанням надбань, що накопичила наука та практика з цифровізації економіки.

Мета. Метою дослідження є вивчення теоретичних питань концепції смарт-промисловості в аграрному секторі економіки, з використанням сучасних досягнень цифровізації цієї економіки

Результати. У науковій статті вивчаються теоретичні питання передумов виникнення смарт-промисловості в світовій економіці та впровадження її в економіку України, концентрується увага на умовах її застосування в галузях промисловості та шляхи формування смарт-промисловості в економіці України в сучасних реаліях часу.

Сформоване авторське бачення дефініції «смарт-промисловість в аграрній економіці».

Приведені приклади застосування смарт-технологій в АПК України, сформовані компоненти смарт-промисловості в аграрному секторі, виклики, які можуть бути при впровадженні смарт-технологій у аграрному секторі економіки, запропоновані шляхи, застосування яких прискорить впровадження нових цифровізаційних технологій у економіку АПК України.

Перспективи. В подальших наукових дослідженнях пропонується зосередити увагу на вивченні питань смарт-промисловість конкретно у галузях АПК та її економіці, враховуючи особливості кожної із цих дефініцій. Це дасть змогу поглибити вивчення теоретичної складової економічної науки в питаннях застосування новітніх смарт-технологій у аграрне виробництво з урахуванням її цифровізації.

Ключові слова: смарт-промисловість, смарт-промисловість аграрної економіки, цифровізація, Інтернет речей, штучний інтелект, Big Data, хмарні технології, робототехніка, аграрний сектор, економіка.

Summary. Introduction. The article studies the concept of smart industry in the agricultural sector of the economy, which is based on its (economy) digitalization. The authors determine that in modern theoretical agrarian economics, these questions are almost not studied, although they are important not only for the economy as a whole, but also for its agrarian sector, which in the modern conditions of the country's martial law is one of those that supports the state's economy and is source of funds to the state budget. The article describes the key components of agricultural smart industry, such as the Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), Big Data, cloud technologies and robotics. The authors consider the economic advantages and challenges of implementing smart technologies in the agricultural sector and provide some suggestions for finding ways and recommendations for creating a smart industry in the modern agricultural sector of Ukraine using the assets accumulated by science and practice of digitalization of the economy.

Purpose. The purpose of the study is to study the theoretical issues of the concept of smart industry in the agricultural sector of the economy, using modern achievements of digitalization of this economy.

Results. The scientific article studies the theoretical issues of the prerequisites for the emergence of smart industry in the world economy and its introduction into the economy of Ukraine, focusing on the conditions of its application in industries and ways of forming smart industry in the economy of Ukraine in the modern realities of time.

The author's vision of the definition of «smart industry in the agrarian economy» is formed.

Examples of the application of smart technologies in the agricultural sector of Ukraine are presented, the components of smart industry in the agricultural sector are formed, challenges that may arise when implementing smart technologies in the agricultural sector of the economy, ways are proposed, the application of which will accelerate the introduction of new digitalization technologies in the economy of the agricultural sector of Ukraine.

Discussion. In further scientific research, it is proposed to focus attention on the study of smart industry issues specifically in the agro-industrial complex and its economy, taking into account the peculiarities of each of these definitions. This will make it possible to deepen the study of the theoretical component of economic science in the application of the latest smart technologies in agricultural production, taking into account its digitalization.

Key words: smart industry, smart industry of agrarian economy, digitalization, Internet of Things, artificial intelligence, Big Data, cloud technologies, robotics, agricultural sector, economy.

Постановка проблеми. Нинішній світ стикається з численними викликами, пов'язаними зі зростанням кількості населення, зміною клімату, обмеженістю та виснаженням як природних, так і інших ресурсів. Ці виклики роблять необхідним значне збільшення виробництва продовольства, зниження виробничих затрат з одночасним збереженням та покращенням довкілля. До перерахованих глобальних викликів, додаються регіональні проблеми, що проявляються у стихійних лихах (повені, землетруси, пожежі тощо), локальні військові конфлікти, однією з таких є військова агресія росії на територію України. Все більш зрозумілою стає ситуація, коли налагоджені економічні зв'язки, втрачають свою цілісність, а принципи глобальної економіки втрачають свою значимість.

Виникає низка нових проблем, вирішення котрих потребує тривалого часу, проте серед них є такі, розв'язання котрих має бути дуже швидким, наприклад, забезпечення населення продуктами

харчування. Джерелом надходження на ринки світу таких продуктів харчування є, як відомо, Україна, котру не даремно вважають житницею не лише Європи, а й багатьох інших країн світу.

Ще зовсім нещодавно світова концепція постіндустріальної економіки, в якій перевага віддавалася сфері послуг і вона вважалася пріоритетною серед головних економік світу, проте в останні роки сфера матеріального виробництва знову стає важливим аргументом у розподілі сфер впливу країн-лідерів.

Зрозуміло, що головним драйвером завжди була промисловість (видобувна, обробна), проте ще одна виробнича галузь — сільське господарство, а за ним весь агропромисловий комплекс також займають одну з провідних ролей серед світових економік, але на якісно новому рівні. Цим якісно новим рівнем стає «розумне господарювання», як у власне промисловості — «смарт-промисловість», так і аграрному секторі — «смарт-промисловість у аграрному секторі», впроваджуючи у свою

діяльність новітні досягнення інформаційних технологій, засоби цифровізації тощо.

Впровадження смарт-промисловості в аграрному секторі економіки на основі цифровізації може стати ключовим фактором у вирішенні означених нами проблем у досить короткий період.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивченню питань, що пов'язані із використанням «розумних технологій» у світі, вчені приділяють увагу досить давно, але щодо конкретної виробничої діяльності — смарт-промисловості — більш детальна увага почала приділятися у науковій спільноті порівняно нещодавно (починаючи з 2010-х років). Серед українських науковців ці питання почали обговорюватися та вивчатися дещо пізніше, серед вчених, що їх вивчають, можна визначити таких авторів, як: В. П. Вишневський [2], О. В. Вієцька [2], О. М. Гаркушепко [2], С. І. Князев [2; 3], О. В. Лях [2], В. Д. Чекіпа [2], Д. Ю. Череватський [2; 4], В. В. Латоша [5], Заболотко О. О. [6], Юрчук Н. П. [7; 8], Кіпоренко С. С. [7; 8], Гурочкіна В. В. [9], Резнік С. В. [9], Горобець Н. М. [10], Хомякова Д. О. [10], Стариковська Д. О. [10], Ласло О. О. [11], Халімон Т. М. [12]. Основні напрями, за якими ведуться дослідження — це смарт-промисловість, смарт-середовище, смарт-сільське господарство, проте праці вчених, котрі були б присвячені вивченню смарт-промисловості в аграрній економіці, ми не зустрічали.

Метою статті є вивчення теоретичних питань концепції смарт-промисловості в аграрному секторі економіки, з використанням сучасних досягнень цифровізації цієї ж економіки.

Виклад основного матеріалу. Невпинний розвиток всіх складових світового суспільного устрою призводить до великої кількості різних викликів, котрі полягають як у корисних так і негативних змінах для людства. Важливим для людини є знайти баланс між цими змінами та максимально навчитися використовувати ті, що сприятимуть її поступальному та гармонійному розвитку і найповніше виявляти ті, що приносять шкоду людині, суспільству, економіці, навколишньому середовищу і всім іншим елементам системи, що має назву гармонійний розвиток людини.

Попередні десятки та сотні років людство рухалося від примітивних способів забезпечення себе всім необхідним до удосконалення виробничих процесів, що у підсумку отримало назву першої індустріальної революції; до етапу, в котрому ми знаходимося сьогодні — суспільство прийшло значно швидшими темпами, використовуючи знання та розвиток науки, сьогоднішній період формується під назвою — індустрія 4.0 та характеризується досить високим розвитком цифрових технологій.

Наразі виникає закономірне запитання, чи є послідовність виникнення процесів цифровізації, глобалізації, індустріальної технології, чи можна

однозначно дати відповідь на питання: котра із цих дефініцій є провідною у суспільному чи економічному розвитку. На даний час, скоріш за все — ні, адже розвиток однієї інституції призводить до пришвидшення розвитку іншої, вони взаємодоповнюють одна одну, а в цілому ми отримуємо той поступальний розвиток суспільства, що і супроводжує людство у його поступальному розвитку.

Виходячи з цього, на нашу думку, не можливо сформулювати ланцюг розвитку, скоріше він має вигляд систематизованого хаосу, котрий охоплює той все-таки поступальний рух суспільства. Елементами цієї системи є всі «рушійні сили» суспільного розвитку: економіка, політика, глобалізація, природні та кліматичні умови (в т.ч. стихійні лиха) тощо. Зміна хоча б одного з них призводить (як ефект доміно) до миттєвої зміни інших, причому не завжди в кращий бік. Іноді ці зміни досить повільні, а іноді вони є швидкими, руйнівними, що призводить до революційних змін, які вченими світу прийнято називати Індустріальні революції. Такий період наступив у світі зараз, ми живемо у початковому етапі (від 2011 р.) переходу до Четвертої промислової революції, котра має ще назву Індустрія 4.0 в широкому трактуванні цього поняття — розвиток та злиття автоматизованого виробництва, виробничих технологій у одну систему, котра у той же час є саморегульованою, обмін даними, втручання людини у виробничий процес у цій системі має бути відсутнім, або мінімальним.

Продовжуючи ідею «систематизованого хаосу», можна констатувати факт, що Індустрія 4.0 визначається як збірне поняття для технологій та концепцій, котрі організуються у вигляді ланцюга, за допомогою котрого створюється додаткова вартість в економіці. Основними складовими Індустрії 4.0 є кіберфізичні системи, Інтернет речей, Інтернет послуг, Розумні заводи. У період цієї фази сучасної промислової революції, як вказувалося вище, технології мають тенденцію до злиття, тим самим нівелюються межі між сферами, котрі раніше були окремими: фізична, цифрова, біологічна.

Важливою рисою Індустрії 4.0 є можливість створити абсолютно нові бізнес-моделі, починаючи від окремого підприємства до економіки глобального масштабу, отримавши можливість одночасного збору та аналізу даних з різноманітних машин, що дасть можливість точніше, швидше та ефективніше впливати на процеси виробництва.

Серед означених нами основних складових Індустрії 4.0, варто зупинитися на понятті «розумний завод», яке у класичному його розумінні означає — завод, де обладнання управляється комп'ютером, є автоматизованим і за допомогою сенсорів отримує інформацію про різні стани об'єктів у фізичному просторі у зворотному порядку. Використавши цю основну складову, ми пропонуємо розглянути інші похідні від неї та

сконцентрувати свої дослідження на більш сучасному понятті — смарт-промисловість.

Ключовими характеристиками світової економіки після глобальної фінансової кризи 2008–2009 рр. є «смарт (розумне)-зростання» (англ. smart growth), яке базується на знаннях та інноваціях [1], та його провідна ланка — «смарт (розумна)-промисловість» (англ. smart industry) [2, с. 11]. У техніко-технологічному відношенні смарт-промисловість інтегрує досягнення у сфері фізичних пристроїв з досягненнями у сфері інформаційно-комунікаційних технологій, результатом чого є формування кіберфізичних виробничих систем — взаємодіючих інтелектуальних мереж фізичних компонентів (машин, устаткування, датчиків, актуаторів) і обчислювальних алгоритмів [2, с. 13–14].

У тій невеликій кількості наукових праць, що вивчають смарт-промисловість взагалі, вказується на те, що більш широкого розповсюдження ці технології набирають у промислово-розвинутих країнах, якими є, наприклад, ФРН, США та Китай, які у найближчому майбутньому, як вказує [3] будуть відігравати провідну роль у побудові нової моделі «розумного зростання» світової економіки. Автор також звертає увагу на те, що для країн, які зможуть своєчасно освоїти і масштабувати кіберфізичні виробництва нового технологічного укладу, відкриваються можливості «здійснити стрибок» в економічному розвитку, раніше за інших опанувавши нову «довгу хвилю» розвитку та запустивши новий цикл накопичення капіталу.

Розглядаючи окремо проблеми виробництва у промисловості, вплив її на навколишнє середовище, пов'язані процеси у агропромисловому комплексі, вчені-дослідники не звертають свою увагу на синергетичний ефект, що має негативне забарвлення від поєднання цих проблем.

На сьогоднішній день проблема полягає у тому, що у гонитві за здешевленням продукції, людство використовує по-перше, велику кількість енергії, по-друге — нещадно експлуатує навколишнє середовище. Для збільшення продукції, особливо продуктів харчування, використовується сировина екологічно нечиста, а повернення залишків життєдіяльності людини у навколишнє середовище, лише поглиблює його забруднення. Додає свою частку і агропромисловий комплекс, де також викиди у природне середовище є непомірно великими.

Тому виробництво, особливо в АПК, має бути справді розумним. Розглянемо деякі з цих питань.

У смарт-промисловості первинною ланкою є смарт-підприємство, таким воно має бути у будь-якій виробничій галузі, не залежно від напрямку його виробництва. Нас, наразі, цікавить розвиток смарт-промисловості у економіці галузей агропромислового комплексу. Проте, перш, ніж перейти до цього питання, визначимо, у чому полягає сама суть смарт-промисловості.

Більшість вчених розглядають її як втілення новітніх розробок Індустрії 4.0 у великих масштабах, великих промислових об'єктах. Проте є інший бік цієї ідеї, котрий також має місце на існування — це, на думку [4] збереження фабричного виробництва, але в зовсім іншому (набагато розумнішому, смарт) технологічному втіленні.

У суспільстві панує думка, що смарт-промисловість — це великі заводи, про що ми вказували вище, де новітні технології «створять дива технічного прогресу», використовуючи найновітніші надбання. Проте, як зауважує [4], ключовим у конструкції «Індустрії 4.0» є «завод», який у політекономії розуміють як «фабрика», — велике, за словниковим тлумаченням, промислове підприємство з механізованими процесами виробництва, комплекс виробничих, допоміжних, складських і транспортних будівель і споруд, об'єднаних єдиною технологією в промислове підприємство. Фабрика як фірма — це ієрархія зв'язків і відносин, вертикально організована структура.

Автор [4] приводить приклади горизонтальної та вертикальної системи у веденні господарської діяльності. Горизонтальні енергетичні мережні структури спроможні стати полем для вирощування багатьох нових видів економічної діяльності. Уже всерйоз кажуть про «домашні (у міських багатоповерхівках) агровиробництва». Сміливі проєктанти ризикнули зазіхнути на створення першого в Азії «вертикального лісу». У 2018 р. у китайському місті Нанкін завершиться будівництво об'єкта, автором якого є італійський архітектор Стефано Боєрі. Комплекс являє собою дві вежі заввишки 200 і 108 м, на терасах яких висадять понад 1000 дерев і 2500 кущів. Такий ліс призначений для поліпшення якості повітря — його «потужність» становить 60 кг кисню на добу, отриманого в результаті природного перетворення CO₂. Подібний ліс планують побудувати і в швейцарській Лозанні.

Нові технології зумовлюють вид «фабрики» майбутнього: без розподілу на масове та індивідуальне, без зайвої витрати матеріалів та утилізації відходів, без містких цехів — тільки невеликі виробничі офіси. Прецедентом, який підтверджує життєздатність таких форм, може слугувати приклад з автомобілем із «надрукованим» кузовом, оснащений електроприводом, — його виготовили не в цеху автозаводу, а прямо під час шоу безпосередньо в експозиційному павільйоні, на очах у публіки [4].

Трансформуючи цю думку для АПК, ми вважаємо, що у цій галузі смарт-промисловість має неабияке значення саме у такому тлумаченні.

У теорії проєктування Промисловості 4.0 є 6 основних принципів: взаємодія, віртуалізація, децентралізація, режим реального часу, орієнтація на поточне обслуговування та модульність. Саме принцип модульності ми хотіли б виділити для застосування його у вирішенні питань цифровізації агропромислового комплексу, трактуючи його як

пристосування до зміни вимог через забирання чи додавання окремих виробничих модулів.

Про це пише у своїй праці [5]: сучасні рішення в області цифровізації для сільськогосподарських підприємств повинні спиратися на модульний принцип побудови. Це дасть можливість господарюючим суб'єктам в подальшому, при масштабуванні апробованих цифрових технологій, реалізувати оптимальний варіант цифрової трансформації виробництва з урахуванням рівня розвитку матеріально-технічних і трудових ресурсів. Ефективність і кінцеві результати сільськогосподарського виробництва залежать від природно-кліматичних, ґрунтових, біологічних і соціально-економічних чинників, більшість з яких сильно різняться в часі і просторі на рівні конкретного підприємства [5]. Оцінка поточного рівня цифровізації сільського господарства показує нерозвиненість системи управління матеріально-технічними та трудовими ресурсами, що призводить до високих витрат виробництва.

Цифровізація всього процесу створення доданої вартості продукції призведе до багаторазового зниження питомої собівартості виробництва і збуту продукції сільського господарства, перетворивши галузь в нові бізнес-моделі, які використовують не тільки засоби механізації, а й засоби автоматизації. Хмарні додатки і сервіси для сільського господарства дозволяють моделювати різні варіанти рівнів цифровізації. Сучасні рішення в області цифровізації і автоматизації сільського господарства будуть ефективними лише в разі оптимального вибору з урахуванням наявних факторів виробництва та максимального зниження витрат [6].

Ряд рішень в області цифровізації і автоматизації сільського господарства вже знайшли своє широке застосування, але більша частина ще не освоєна. Всі цифрові технології для сільського господарства і суміжних галузей можна об'єднати в групи:

- big data — в аграрній сфері масив інформації, несе в собі великий обсяг даних, які складно, а в окремих галузях неможливо обробити як єдиний набір традиційними методами. Наскрізна технологія big data може бути широко задіяна в цифрових платформах АПК;
- блокчейн-технології: для моніторингу, контролю та ведення баз даних по операціях із земельними ресурсами в сільському господарстві будуть широко використовуватися системи розподіленого реєстру;
- нові виробничі технології: у віддаленій перспективі в аграрній сфері буде затребуваний комплекс процесів виробництва індивідуалізованих товарів з витратами як у товарів масового виробництва;
- технології бездротового зв'язку: для сільського господарства з великим територіальним розподіленням виробничих об'єктів і інфраструктури ця технологія широко використовується як альтернатива для провідної передачі інформації;

– робототехніка: використання безпілотних і робототехнічних систем дозволяє виключити використання трудових ресурсів, підвищити продуктивність праці [5].

Приведемо дослідження вчених щодо смарт-промисловості в галузях АПК.

Особливості використання цифрових технологій у агробізнесі у своїх працях вивчали Юрчук Н. П. та Кіпоренко С. С., зокрема у статті [7] вони показують, що Європейський парламент з питань сільського господарства та розвитку сільських районів розрізняє цифрові технології за ступенем впливу на сільськогосподарське виробництво: низький, середній, високий. Акцентовано, що цифрові технології, як правило використовуються у комбінації: IoT, Big Data і AI, AI і роботизація, дрони із супутниками та великими даними, тощо. Автори розглядають цифрове землеробство як стратегію управління в агровиробництві та основні чинники переходу виробників аграрної продукції на цифрове землеробство. У роботі [8] досліджується сутність великих даних, доводиться актуальність їх використання в умовах цифровізації усіх сфер діяльності суспільства, також автори здійснюють порівняльний аналіз Data Science та Big Data.

Інші автори [9] досліджували основні аспекти формування та розвитку смарт промисловості в Україні на прикладі підприємств АПК. Ними було досліджено, що підприємства, які використовують інноваційні технології в своїй діяльності не тільки покращили фінансові результати своєї діяльності, але й успішно працюють на міжнародних ринках, проте сам процес становлення смарт-промисловості вони не вивчали.

Автори [10] у своєму дослідженні вказують, що останнім часом спостерігається значне зростання темпів розвитку розумних технологій. Так, певні проекти вже успішно використовуються в практиці роботи вітчизняних аграрних підприємств:

- 1) комплексне управління технікою;
- 2) системний облік палива — встановлюються системи, які на апаратному та програмному рівні ведуть облік витрат палива, з похибкою максимум 1%.
- 3) облік виконання робіт — відстеження якості робіт, що виконуються: установка системи контролю починається з оснащення техніки, потім до програмного забезпечення вносять карти і створюють робочі плани агрегатів. Таким чином диспетчер веде облік, контролює швидкість проведення операцій та відстежує порушення.
- 4) точне землеробство — система, яка дає змогу значно підвищити урожайність сільськогосподарських культур та заощадити ресурси: установка системи розпочинається з приготування техніки та обладнання, далі формуються аналітичні дані для побудови карт завдань, відбувається підбір програмного забезпечення і кваліфікованих фа-

хівців (або навчання вже наявних працівників). Машини оснащуються GPS-трекерами, комбайни — датчиками врожайності, вологості, бортовим комп'ютером. Складання карт здійснюється за допомогою супутникового моніторингу. У той же час, точне землеробство ґрунтується на процесному підході та передбачає не тільки збір даних з певних пристроїв, але й накопичення інформації про всі операції, що відбуваються в сільськогосподарському підприємстві.

- 5) розумне землеробство являє собою процес застосування інформаційних технологій та технологій Big Data з метою оптимізації складних систем землеробства. Отже головним є не стільки точне вимірювання або визначення відмінностей у структурі полів, скільки доступ до даних та їх застосування під час управління агровиробництвом.
- 6) цифрове землеробство, до якого інтегруються розумне та точне землеробство, сутність його полягає у створенні цінності з отриманих даних, що дозволяє покращити виробничі процеси за рахунок автоматизованого збору та цілеспрямованого аналізу даних з метою підвищення рівня прозорості та покращення оцінки поточної ситуації, створюючи нові можливості для операційного управління [11, с. 50; 12, с. 71]. Більшість авторів проводять свої дослідження з питань смарт-спеціалізації в АПК, а не сам процес виробництва.

Смарт-промисловість у галузях АПК та її економіці наразі розділяти не доцільно, адже власне промисловість як процес виробництва на сьогоднішній день не має переважального значення. У більш детальному дослідженні ми будемо вводити трактування відмінностей.

На основі наших досліджень сформуємо авторське бачення досліджуваного нами поняття:

Смарт-промисловість в аграрній економіці — це концепція, що використовує сучасні цифрові технології, такі як штучний інтелект, Інтернет

речей, хмарні обчислення, аналітику даних та Big Data, для оптимізації та автоматизації сільськогосподарського виробництва.

Далі дамо тлумачення основним компонентам смарт-промисловості в аграрному секторі (Табл. 1).

Використання смарт-промисловості у аграрному секторі економіки має економічні переваги для сільського господарства — це збільшення врожайності та валового виробництва сільськогосподарської продукції; зменшення витрат на виробництво; зменшення впливу на довкілля за рахунок економії ресурсів та точного землеробства; покращення якості продукції за рахунок кращого контролю та моніторингу; збільшення доходів аграрних підприємств; покращення умов праці, створення нових робочих місць в IT-сфері та обслуговування смарт-технологій; підвищення конкурентоспроможності аграрних підприємств. Застосування у сільському господарстві таких технологій дасть змогу в цілому підвищити ефективність ведення галузі та всього АПК.

Впровадження смарт-технологій в аграрному секторі породжують складну систему викликів, яка поєднує в собі проблеми як економічного так і неекономічного характеру. Такі технології роблять аграрний сектор більш революційним, а не еволюційним, як це зазвичай відбувається в основних галузях аграрного виробництва, та пропонують нові можливості для підвищення ефективності, продуктивності та стійкості.

Такі виклики впровадження смарт-технологій в аграрному секторі описують труднощі та перешкоди, з якими стикаються аграрії при переході до більш технологічно просунутих методів ведення сільського господарства. Ці виклики можуть бути згруповані у кілька категорій. Їх можна поєднати для більш детального демонстрування, наприклад, у вигляді таблиць (табл. 2 та 3). Щоб не робити групування досить громіздким, в табл. 2 покажемо виклики економічного направлення, а у табл. 3 — неекономічної змістовності.

Таблиця 1

Основні компоненти смарт-промисловості в аграрному секторі

Компонент	Тлумачення
Інтернет речей (IoT)	датчики, які збирають дані про стан ґрунту, посівів, погоди, тварин, сільськогосподарської техніки тощо
Штучний інтелект (AI)	аналіз даних для прийняття кращих управлінських рішень щодо прогнозування ризиків та оптимізації виробничих процесів, оптимального використання ресурсів (вода, добрива, засоби захисту рослин); прогнозування врожайності; прогнозування ризиків (погодні умови, шкідники, хвороби); оптимізації логістики
Big Data	зберігання та аналіз великих обсягів даних для кращого розуміння сільськогосподарських процесів, моніторингу та оцінки ефективності, виявлення закономірностей, прийняття стратегічних рішень
Хмарні технології	доступ до даних та програмного забезпечення з будь-якого місця та в будь-який час, що робить сільськогосподарське виробництво більш гнучким та масштабованим
Робототехніка	автоматизація сільськогосподарських робіт, таких як посів, обприскування, збирання врожаю, догляд за тваринами, що веде до економії ресурсів та підвищення продуктивності

Джерело: сформовано авторами

Подолання цих викликів, як економічного, так і неекономічного характеру потребуватиме співпраці між аграріями (фермерами), урядом, науковими установами, приватним сектором та іншими зацікавленими сторонами. Важливо також враховувати особливості українського аграрного сектору та розробляти політику та програми підтримки, які допоможуть фермерам впроваджувати смарт-технології у своє виробництво.

Якщо такі потреби сформулювати більш чіткіше, то це:

- державна підтримка (створення сприятливих умов для впровадження смарт-технологій);
- інвестиції у розвиток інфраструктури, освіти та досліджень;
- підвищення кваліфікації фермерів та фахівців як сільського господарства так і всього аграрного сектору;
- розширення доступу до інформації про смарт-технології та їхні переваги;
- створення інноваційних екосистем, де могли б співпрацювати аграрії (фермери), науковці, спеціалісти ІТ-сфери.

Впровадження смарт-технологій в аграрному секторі України має значний потенціал для підвищення продуктивності, економії ресурсів, конкурентоспроможності українського сільського господарства, а завдяки спільним зусиллям можна подолати виклики та зробити український аграрний сектор лідером у впровадженні смарт-технологій.

Широке впровадження смарт-виробництва у аграрній сфері економіки України на сьогоднішній день може здатися неможливим через воєнні дії, наслідки економічної кризи тощо, проте людству відомі факти якраз саме такої ситуації, коли надскладні економічні умови сприяють швидкому впровадженню новітніх технологій і отриманню величезного економічного ефекту. Сьогоднішній стан у економіці АПК України може бути саме таким, тим більше цифровізаційна база для цього готова.

Сформуємо шляхи та рекомендації щодо створення та впровадження смарт-промисловості в аграрному секторі економіки:

- державна підтримка розвитку смарт-сільського господарства, включаючи субсидії на впровадження смарт-технологій, гранти та податкові пільги (пільгове кредитування);
- створення освітніх програм та курсів для підготовки кваліфікованих кадрів;
- модернізація інфраструктури та розширення доступу до Інтернету, покращення транспортної інфраструктури;
- розробка та впровадження стандартів кібербезпеки;
- створення платформ для обміну даними та знаннями;
- співпраця між аграрними підприємствами, науковими установами та ІТ-компаніями.
- адаптація законодавства: створення сприятливого правового середовища для розвитку смарт-сільського господарства;
- розробка та впровадження програмного забезпечення для смарт-сільського господарства
- створення інноваційних кластерів в аграрному секторі.

Отже, як ми вказували у [13], глобалізаційні процеси, які проходять у світі, уже неминучі, до того ж мають свої суттєві переваги. Такими ж неминучими є і перетворення в сучасній економіці, коли на зміну класичній, яка правила світом сотні років, до законів якої пристосувалося все людство, приходить нова, з невідомими для основних гравців світу правилами та законами цифрова економіка. Поєднання цих «стихий» призводить до суттєвих змін у суспільному устрої, які треба враховувати, пристосовуватися до них і використовувати на користь сучасної економіки

Висновки та перспективи подальших досліджень. Зміни, що відбуваються у економіці світу, показують, що розвиток технологій, цифрової економіки, суспільного устрою призводить до змін у кожній конкретній галузі, якою є і економіки АПК. Використання смарт-промисловості у більшості галузей промисловості уже є фактом доконаним і ефективність такої промисловості невпинно зростає. Створення смарт-промисловості в аграрному секторі економіки на основі цифровізації має значний потенціал для вирішення проблем

Таблиця 2

Економічні виклики впровадження смарт-технологій в аграрному секторі економіки

Виклики	Зміст
Висока вартість	смарт-технології (датчики, дрони, автоматизоване обладнання, автоматизовані системи зрошення, точна сільськогосподарська техніка, програмне забезпечення) як правило є досить дорогими для придбання та впровадження, такі витрати можуть бути непосильними для малих та середніх фермерських господарств
Необхідність інвестицій в інфраструктуру	впровадження smart-технологій часто вимагає значних інвестицій в модернізацію інфраструктури, такої як підключення до інтернету та зберігання даних
Відсутність доступу до кредитів	фермери можуть бути обмежені у отриманні доступних кредитів для фінансування придбання смарт-технологій

Джерело: сформовано авторами

Таблиця 3

Неекономічні виклики впровадження смарт-технологій в аграрному секторі економіки

Виклики	Зміст
Технологічні бар'єри	Складність використання: Деякі розумні технології можуть бути надто складними для фермерів з обмеженими технічними знаннями та навичками. Можливість навчання: Фермерам, можливо, знадобиться пройти інтенсивне навчання для ефективного використання розумних технологій. Проблеми з сумісністю: Різні розумні технології можуть бути несумісними одна з одною, несумісність програмного забезпечення, що може створити проблеми для фермерів, які хочуть використовувати комбінацію технологій.
Інституційні бар'єри	Нестача державної підтримки та стимулювання. Застаріла нормативна база. Нерозвинена система аграрної освіти та консультування.
Вплив на зайнятість	Автоматизація деяких сільськогосподарських робіт може призвести до скорочення робочих місць. Потрібно вживати заходів для перепідготовки та працевлаштування людей, які втратили роботу.
Кібербезпека	Смарт-технології можуть бути вразливими до кібератак, що може призвести до втрати даних, фінансових збитків та інших проблем. Потрібно вживати заходів для захисту смарт-систем від кіберзагроз. Нестача знань та навичок з кібербезпеки. Відсутність відповідних нормативних актів.
Цифрова нерівність	Не всі фермерські господарства мають доступ до високошвидкісного Інтернету, що може обмежувати можливості використання смарт-технологій. Ця проблема може посилювати нерівність у сільському господарстві.
Соціальні бар'єри	Опір змін з боку фермерів. Недовір'я до нових технологій. Нестача інформації та знань про смарт-технології.
Етичні питання	Використання смарт-технологій в аграрному секторі може призвести до етичних проблем, таких як збір та використання даних, автоматизація робочих місць та вплив на довкілля.
Недосконалість технологій	Деякі смарт-технології все ще знаходяться на ранній стадії розвитку і можуть бути недосконалими, що може призвести до помилок, збоїв та інших проблем.
Регуляторні бар'єри	Існують певні регуляторні бар'єри, які можуть ускладнювати впровадження смарт-технологій в аграрному секторі.
Зміна ментальності	Впровадження смарт-технологій може потребувати зміни ментальності фермерів та інших зацікавлених сторін. Це може бути складним та потребувати часу.
Довгострокова стійкість	Важливо впроваджувати смарт-технології таким чином, щоб це не шкодило довкіллю та забезпечувало довгострокову стійкість сільського господарства.
Інші	Відсутність легкодоступних даних: Аграріям може бракувати доступу до надійних та актуальних даних, необхідних для ефективного використання розумних технологій. Низька цифрова грамотність: Рівень цифрова грамотність серед фермерів може бути низькою, що може перешкоджати впровадженню розумних технологій. Опір змінам: Деякі фермери можуть бути стійкими до змін і можуть неохоче впроваджувати нові технології.

Джерело: сформовано авторами

продовольчої безпеки, економії ресурсів, бережливого відношення до навколишнього середовища, сталого розвитку аграрного сектору та підвищення його конкурентоспроможності.

У подальших своїх дослідженнях ми вивчимо смарт-промисловість конкретно у галузях АПК та її економіці, враховуючи особливості кожної із цих дефініцій.

Література

1. Communication from the commission Europe 2020. A strategy for smart, sustainable and inclusive growth. COM (2010)2020. Brussels: European Commission, 2010.
2. Смарт-промисловість в епоху цифрової економіки: перспективи, напрями і механізми розвитку: монографія / [В. П. Вишневецький, О. В. Вієцька, О. М. Гаркушепко, С. І. Князев, О. В. Лях, В. Д. Чекіпа, Д. Ю. Череватський]; за ред. акад. НАН України В. П. Вишневецького; НАН України, Ін-т економіки пром-сті. Київ, 2018. 192 с.

3. Князев С.І. Смарт-промисловість: формування базису нового етапу економічного зростання у світі. *Бізнес Інформ.* 2020. № 4. С. 150–162. doi: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-4-150-162>.
4. Череватський Д. Концепція «Індустрії 4.0», безумовно, правильна, але при цьому не можна випустити з уваги й інші варіанти побудови смарт-промисловості. *Дзеркало тижня.* 2017. № 29. URL: https://zn.ua/ukr/energy_market/kamo-gryadeshi-promislovoste-250970_.html (дата звернення: 03.01.2024).
5. Латоша В.В. Питання цифровізації сільського господарства. *Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного.* URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/latosha1.pdf> (дата звернення: 03.01.2024).
6. Zabolotko O. O. Performance indicators of farm equipment. *Kramar Readings: Proceedings of the IV International Scientific and Technical Conference.* 2017. P. 155–158.
7. Юрчук Н.П., Кіпоренко С.С. Особливості використання цифрових технологій в агробізнесі. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління.* 2022. Вип. 3 (36). С. 109–116. doi: <https://doi.org/10.32782/easterneurope.36-17>
8. Юрчук Н.П., Кіпоренко С.С. розвиток технологій big data в умовах цифрових трансформацій. *Агросвіт.* 2021. № 9–10. С. 60–68. doi: [10.32702/2306&6792.2021.9-10.60](https://doi.org/10.32702/2306&6792.2021.9-10.60)
9. Гурочкіна В.В., Резнік С.В. Деякі аспекти розвитку смарт промисловості України. *Економіка та суспільство.* 2022. Вип. 39. doi: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-39-58>.
10. Горобець Н.М., Хомякова Д.О., Стариковська Д.О. Перспективи використання цифрових технологій в діяльності аграрних підприємств. *Ефективна економіка.* 2021. № 1. doi: [10.32702/2307-2105-2021.1.90](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2021.1.90); URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8521> (дата звернення: 14.01.2024).
11. Ласло О.О. Впровадження технологій точного землеробства в Україні. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2011. № 1. С. 49–50.
12. Халімон Т.М. Інформаційні технології як платформа ефективного управління конкурентоспроможністю підприємств. *Економіка. Менеджмент. Бізнес.* 2016. № 4 (18). С. 67–74.
13. Коляденко С.В. Вплив цифрової економіки на глобалізацію. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики.* 2020. № 2 (52). С. 104–118. doi: [10.37128/2411-4413-2020-2-5](https://doi.org/10.37128/2411-4413-2020-2-5).

References

1. Communication from the commission Europe 2020. A strategy for smart, sustainable and inclusive growth. COM (2010)2020. Brussels: European Commission, 2010.
2. Smart-promyslovist v epokhu tsyfrovoy ekonomiky: perspektyvy, napriamy i mekhanizmy rozvytku: monohrafiia / [V. P. Vyshnevskiy, O. V. Vietska, O. M. Harkushepko, S. I. Kniaziev, O. V. Liakh, V. D. Chekupa, D. Yu. Cherevatskiy]; za red. akad. NAN Ukrainy V. P. Vyshnevskoho; NAN Ukrainy, In-t ekonomiky prom-sti. Kyiv, 2018. 192 s.
3. Kniaziev S. I. Smart-promyslovist: formuvannya bazysu novoho etapu ekonomichnoho zrostannya u sviti. *Biznes Inform.* 2020. № 4. С. 150–162. doi: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-4-150-162>.
4. Cherevatskiy D. Kontseptsiia "Industrii 4.0", bezumovno, pravylna, ale pry tsomu ne mozhna vypustyty z uvahy y inshi varianty pobudovy smart-promyslovosti. *Dzerkalo tyzhnia.* 2017. № 29. URL: https://zn.ua/ukr/energy_market/kamo-gryadeshi-promislovoste-250970_.html.
5. Latosha V. V. Pytannia tsyfrovizatsii silskoho hospodarstva. *Tavriiskiy derzhavnyi ahrotekhnolohichniy universytet imeni Dmytra Motornoho.* URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/latosha1.pdf>.
6. Zabolotko O. O. Performance indicators of farm equipment. *Kramar Readings: Proceedings of the IV International Scientific and Technical Conference.* 2017. P. 155–158.
7. Iurchuk N. P., Kiporenko S. S. Osoblyvosti vykorystannia tsyfrovyykh tekhnolohii v ahrobyznese. *Shhidna Yevropa: ekonomika, biznes ta upravlinnia.* 2022. Vyp. 3 (36). S. 109–116. doi: <https://doi.org/10.32782/easterneurope.36-17>
8. Iurchuk N. P., Kiporenko S. S. rozvytok tekhnolohii big data v umovakh tsyfrovyykh transformatsii. *Ahrosvit.* 2021. № 9–10. S. 60–68. doi: [10.32702/2306&6792.2021.9-10.60](https://doi.org/10.32702/2306&6792.2021.9-10.60)
9. Hurochkina V. V., Riezniak S. V. Deiaki aspekty rozvytku smart promyslovosti Ukrainy. *Ekonomika ta suspilstvo.* 2022. Vyp. 39. doi: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-39-58>.
10. Horobets N. M., Khomiakova D. O., Starykovska D. O. Perspektyvy vykorystannia tsyfrovyykh tekhnolohii v diialnosti ahrarnykh pidpriemstv. *Efektivna ekonomika.* 2021. № 1. doi: [10.32702/2307-2105-2021.1.90](https://doi.org/10.32702/2307-2105-2021.1.90); URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8521>.
11. Laslo O. O. Vprovadzhennia tekhnolohii tochnoho zemlerobstva v Ukraini. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii.* 2011. № 1. S. 49–50.
12. Khalimon T. M. Informatsiini tekhnolohii yak platforma efektyvnoho upravlinnia konkurentospromozhnistiu pidpriemstv. *Ekonomika. Menedzhment. Biznes.* 2016. № 4 (18). S. 67–74.
13. Koliadenko S. V. Vplyv tsyfrovoy ekonomiky na hlobalizatsiiu. *Ekonomika, finansy, menedzhment: aktualni pytannia nauky i praktyky.* 2020. № 2 (52). S. 104–118. doi: [10.37128/2411-4413-2020-2-5](https://doi.org/10.37128/2411-4413-2020-2-5).