

І. І. Новаківський¹, Р. В. Олійник²
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра менеджменту організацій
ORCID ID: ¹ 0000-0003-0841-3603, ² 0009-0004-5569-0595

СУЧАСНІ МОДЕЛІ ВІРТУАЛЬНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ СТРУКТУР ПІДПРИЄМСТВ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

<http://doi.org/10.23939/semi2025.01>.

© Новаківський І. І., Олійник Р. В., 2025

Актуальність віртуальних організаційних структур як інструмента ефективного розвитку зумовлена необхідністю інноваційного розвитку підприємств агропромислового комплексу для забезпечення сталого розвитку, зростання ефективності використання ресурсів та формування конкурентних переваг на глобальному ринку.

Упровадження цифрових моделей управління в АПК можна зарахувати до найактуальніших проблем сучасного вітчизняного аграрного сектору. Використання інноваційних технологій, створення якісної та безпечної конкурентоспроможної продукції сьогодні є критично важливим завданням трансформації вітчизняних підприємств для забезпечення їхньої конкурентоспроможності на світовому ринку. Один із ключових напрямів трансформації галузі – впровадження цифрових технологій та розгортання віртуальних організаційних структур (ВОС).

Ключові слова: віртуальна організаційна структура, цифровізація, глобалізація, цифрова трансформація, індивідуальні компетенції, агропромисловий комплекс.

Постановка проблеми

Український агропромисловий комплекс – один із ключових секторів національної економіки. Щорічно АПК формує до 12 % ВВП країни та забезпечує вагомий внесок у світове продовольче забезпечення, зокрема Україна є лідером за експортом соняшникової олії та входить до першої п’ятірки експортерів пшениці та ячменю [25, 32]. Водночас сектор стикається із багатьма викликами. Рівень цифровізації галузі залишається низьким, що обмежує його конкурентоспроможність на міжнародному ринку [36]. А втрати врожаю через неефективну логістику, зокрема перевезення та зберігання, можуть сягати 15 % від річного врожаю [35].

В умовах високої турбулентності, невизначеності та обмежених ресурсів, найбільше викликів постає перед малим та середнім бізнесом АПК, котрий має стати рушієм відновлення країни в поствоєнний період. Зазвичай вузькоспеціалізований, з обмеженими ресурсами, він потребує гнучкої адаптивної моделі управління, а його керівництву необхідний доступний та ефективний інструментарій для підвищення ефективності та стійкості бізнес-процесів.

Стандартні методи застосування інновацій (хакатони, інкубатори, корпоративні акселератори), які зазвичай застосовують у ІТ-галузі, підходять далеко не всім харчовим чи сільськогосподарським підприємствам і навіть великим холдингам. Підприємства АПК – це зазвичай зрілі фірми, а не молоді стартапи, тому хакатони та інкубатори їм не цікаві.

За результатами дослідження Асоціації підприємств промислової автоматизації (АППАУ), глибинна проблема галузі полягає в тому, що в Україні немає спеціалізованих інкубаторів чи акселераторів для промислових хайтек, що відповідали б викликам харчових підприємств та забезпечували застосування таких інновацій на практиці у виробничих процесах. Водночас корпоративні акселератори потребують потужної експертної підготовки та підтримки [3]. Інша важлива проблема полягає у розподіленості учасників, істотних відмінностях задіяних предметних технологій та координації у різних площинах їхньої діяльності. Використання єдиної цифрової платформи дасть змогу скоординувати діяльність учасників, проте це потребує попереднього оцінювання рівня цифрової готовності учасників та навчання їх персоналу. Тому формат дослідження охоплює у комплексі цілі середньо- та довгострокового інноваційного розвитку, які передбачають розроблення методів визначення ролей учасників екосистеми, рівня їхньої готовності до участі у скоординованій діяльності, аналіз найкращих business- та use-cases, створення дорожніх карт цифрової трансформації для підприємств галузі та карти потреб та рішень, які їм відповідають.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Питання використання інноваційних технологій у аграрному секторі досліджували як вітчизняні науковці О. Г. Череп, С. В. Нагаєць, О. О. Веремеєнко, Є. С. Семібратова [36], Т. Дудар [26], Д. Самойленко [33], так і світова наукова спільнота. Для прикладу, Е. К. Gyamfi та М. А. Yakubu розглядають сучасні технології, такі як Інтернет речей (IoT) та штучний інтелект (AI) для трансформації традиційного сільського господарства в “розумне” фермерство, що підвищить продуктивність та стійкість галузі [15]. Alakananda Mitra, Sukrutha L. T. Vangipuram, Anand K. Vapatla, Venkata K. V. Bathalapalli, Saraju P. Mohanty, Elias Kougianos, Chittaranjan Ray опублікували огляд застосувань, технологічних тенденцій та викликів у сфері “розумного” сільського господарства, урахувуючи використання AI, машинного навчання та блокчейн-технологій для автоматизації та підвищення ефективності аграрного виробництва [18].

М. Ф. Кропивко та О. В. Ковальова [29], В. І. Вострякова [23] схиляються до використання мережевого підходу, що передбачає інтеграцію усіх учасників агропромислового ланцюга (виробників, постачальників, переробників, логістичних компаній та споживачів) у єдину систему, яка взаємодіє. На їхню думку, такий підхід може сприяти підвищенню гнучкості та швидкості прийняття рішень завдяки доступу до актуальної інформації в реальному часі, зниженню витрат на операційні процеси завдяки оптимізації логістичних та управлінських функцій, зростанню інноваційного потенціалу через обмін досвідом і спільне впровадження цифрових технологій, забезпечення стійкості бізнесу завдяки можливості швидкої адаптації до змін зовнішнього середовища тощо.

Ефективним рішенням для адаптації підприємств АПК до швидких змін ринку в умовах посиленої конкуренції та обмежених ресурсів є віртуальні організаційні структури (ВОС), що еволюціонували під час цифровізації та глобалізації в 1990-х – 2010-х роках та забезпечують нові можливості для розвитку віртуальних організацій в аграрному секторі [22].

Адаптивні моделі ВОС в забезпеченні конкурентоспроможності суб'єктів економічних відносин менш досліджені, проте все частіше їх використовують у дослідженнях як інструмент ефективного управління в умовах цифровізації та глобалізації. О. Є. Кузьмін [30], В. В. Козик [28] підкреслюють ефективність віртуальних організацій в управлінні інноваційними проєктами та підвищенні конкурентоспроможності в умовах обмежених ресурсів та перманентних змін.

Серед актуальної проблематики інформаційного забезпечення агропромислового ланцюга варто виділити:

- управління доступом до розподілених ресурсів і спрощення доступу до них;
- передбачення глобальних змін на ринку в умовах посилення конкуренції;
- підвищення рівня цифрової взаємодії між учасниками та оперативне ознайомлення із технологічними інноваціями;

- прогнозування кліматичних змін та екологічних загроз;
- підвищення фаховості у прийнятті рішень в умовах підвищення технологічності виробничих процесів тощо.

Формулювання гіпотез і постановка цілей

Мета дослідження – оцінювання потенціалу та перспектив впровадження віртуальних організаційних структур в агропромисловому комплексі України для підвищення його ефективності. Сформувано гіпотезу про те, що впровадження віртуальних організаційних структур (ВОС) на підприємствах АПК дасть змогу істотно підвищити ефективність бізнес-процесів, знизити втрати продукції та підвищити конкурентоспроможність продукції на глобальному ринку завдяки оптимізації управлінських процесів та інтеграції цифрових технологій.

Для підтвердження цієї гіпотези поставлено такі цілі:

- проаналізувати наявні моделі ВОС та їх адаптивність до умов АПК;
- виявити ключові сфери АПК, де впровадження ВОС може забезпечити найбільший економічний ефект;
- розробити рекомендації щодо поетапного впровадження ВОС з урахуванням рівня цифрової готовності підприємств галузі.

Виклад основного матеріалу

Цифрова трансформація у контексті бізнесу є більш стратегічним поняттям, що ставить за мету глибокий і стратегічний процес зміни бізнесу, який передбачає впровадження цифрових технологій, зміну бізнес-моделей, культури та створення нових можливостей. Актуальне визначення надали Е. Henriette, М. Feki, & І. Boughzala: “Цифрова трансформація – це процес інтеграції цифрових технологій у всі аспекти бізнесу, що призводить до трансформації моделей створення цінності, а також взаємодії з клієнтами і партнерами” [16].

Концепція ВОС виникла у 1990-х роках у відповідь на нові виклики бізнесу, такі як глобалізація та зростання конкуренції. Одне із перших визначень ВОС – гнучка форма організації бізнесу, яка функціонує за допомогою цифрових технологій, де працівники, партнери та клієнти взаємодіють переважно у віртуальному середовищі, незалежно від фізичного місцезнаходження [8], подано в праці “The Virtual Corporation: Structuring and Revitalizing the Corporation for the 21st Century”, де досліджено нові стратегії, які використовували найпередовіші корпорації, стимулюючи поточну промислову революцію.

На ранніх етапах розвитку ВОС ґрунтувалися на ідеї партнерських мереж та аутсорсингу, що давало змогу компаніям об’єднувати ресурси для зниження витрат. У 2000-х роках розвиток інформаційних технологій, зокрема хмарних обчислень, уможливив створення платформ для цифрової координації між учасниками. У 2010-х роках технології Інтернету речей (IoT), блокчейну та штучного інтелекту сприяли автоматизації бізнес-процесів, що ще більше розширило можливості ВОС. У 2020-х роках віртуальні організаційні структури активно впроваджують в різні сектори, зокрема в агропромисловий комплекс. Цифровізація, яка істотно пришвидшилася через пандемію COVID-19, показала важливість і ефективність ВОС.

Мало досліджено застосування ВОС малими та середніми підприємствами, що становлять переважну більшість агропромислового комплексу, та продукують товари і послуги вузької спеціалізації, маючи обмежені ресурси для глобалізації та масштабування [1].

У сучасному середовищі швидкої цифровізації, з одного боку, та з вираженими ознаками невизначеності, турбулентності, з іншого боку, найактуальнішим вважаємо визначення, яке запропонував А. Mowshowitz: “Віртуальна організація – це система, яка об’єднує розподілені ресурси та компетенції через інформаційні технології для досягнення спільних цілей”, підкреслюючи спільне у визначеннях усіх авторів, що досліджують цей напрям – використання інформаційних технологій для забезпечення співпраці [19].

Принципи роботи ВОС повинні забезпечити коректне й ефективне спільне використання ресурсів і знань задіяних учасників. Взаємодія відбувається через інноваційні цифрові інструменти, відповідно її результатом є зменшення витрат, підвищення прозорості й контрольованості процесів та ефективна координація між учасниками. Ключовими характеристиками ВОС є: (1) скоординована діяльність залучених учасників ВОС, які зберігають свою (2) автономність, причому підвищують (3) гнучкість виробничих процесів за рахунок узгодженого і скоординованого використання наявних ресурсів, що забезпечує (4) оперативне реагування на зміни у бізнес-середовищі. Інноваційною техніко-технологічною базою ВОС стає цифрова платформа як основний інструмент для координації процесів і спільної роботи.

Тому вводиться поняття екосистеми ВОС – сукупність учасників (підприємств АПК, сервісних організацій та інших стейкхолдерів), взаємодія яких забезпечується новими цифровими технологіями та інструментами, що забезпечують функціонування бізнес-процесів, їх адаптацію та розвиток у цифровому середовищі. Екосистема передбачає внутрішніх учасників організації, зовнішніх партнерів, платформ і клієнтів, що взаємодіють у віртуальному просторі.

Порівняння найпоширеніших моделей ВОС з урахуванням ступеня їх адаптивності наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Моделі віртуальних організаційних структур

Модель	Ступінь адаптивності	Характеристика	Приклади
Кооперативна модель	Високий	Взаємодія між автономними учасниками дає змогу швидко змінювати склад партнерів і перерозподіляти ресурси	Альянси для реалізації інноваційних проєктів у сфері ІТ
Мережева модель	Високий	Залежність від лідера мережі, але гнучкість учасників у виборі ролей і завдань забезпечує адаптацію до змін	Amazon як платформа для незалежних продавців
Проектна модель	Середній	Тимчасовість структури забезпечує ефективну адаптацію до проєктних змін, але обмеження часу знижує гнучкість	Команди розробників для створення нового продукту
Платформна модель	Високий	Використання цифрових платформ дає змогу швидко масштабувати операції або залучати нових партнерів	Uber, що інтегрує водіїв і пасажирів
Кластерна модель	Низький	Локальна або галузева фіксація обмежує адаптацію до змін за межами кластера	Агропромислові кластери, орієнтовані на певний регіон
Гібридна модель	Дуже високий	Поєднання переваг кількох моделей дає змогу одночасно забезпечувати гнучкість, інноваційність і оперативність	Інноваційні хаби, які комбінують платформні й кластерні підходи

Джерело: розробили автори на основі [12, 17, 27, 34].

У сучасному контексті віртуальна організаційна структура – це гнучка форма організації, яка поєднує незалежні компанії та учасників для досягнення спільних цілей, використовуючи цифрові технології, замінюючи традиційну фізичну структуру на мережу взаємодії через цифрові платформи. Тому важливим аспектом упровадження ВОС є технологічна основа, адже ефективність впровадження безпосередньо залежить від використання сучасних цифрових технологій [24]:

–однією із ключових технологій є Інтернет речей, який уможливорює моніторинг даних у реальному часі;

– хмарні обчислення забезпечують зберігання та опрацювання великих обсягів даних, а також доступ до них для усіх учасників ВОС. Завдяки цьому можна координувати дії учасників незалежно від їхнього географічного розташування;

– штучний інтелект і Big Data дають змогу автоматизувати прийняття рішень, для прикладу, оптимізувати маршрути для логістики або прогнозувати врожайність;

– технологія блокчейн забезпечує прозорість і безпеку транзакцій. Це особливо важливо для забезпечення довіри між учасниками, а смарт-контракти дають змогу автоматизувати угоди.

Також не варто недооцінювати і класичні цифрові інструменти управління проєктами, інструменти для співпраці та обміну документами, платформи для рекрутингу та управління персоналом, маркетингові інструменти та платформи тощо.

Поряд із перевагами впровадження цифрових технологій, істотно зростає і рівень кіберзагроз. Аграрні підприємства, що впроваджують інноваційні цифрові рішення, стають вразливими до кібератак, витоків конфіденційної інформації, збоїв у роботі цифрових систем тощо. Тому забезпечення захисту даних, мережевої інфраструктури та операційних систем, блокчейн для безпечного обміну даними, криптографічні протоколи для автентифікації користувачів є невід’ємними складовими ефективного впровадження ВОС.

На рис. 1 зображено результати SWOT-аналіз агропромислового комплексу в контексті впровадження віртуальних організаційних структур його учасників.

<i>Strength. АПК – основа економіки України:</i> • 10–12 % ВВП країни забезпечує АПК. • Понад 70 % орних земель використовують для вирощування зернових і олійних культур. • Україна посідає перше місце в світі за експортом соняшникової олії. • друге місце у світі за експортом ячменю. • п’яте місце за експортом пшениці	<i>Weakness. Проблеми АПК:</i> • Рівень цифровізації не перевищує 10 % господарств. • Щорічні втрати через неефективність управління становлять до 15 % врожаю. • Транзакційні витрати в експорті зерна сягають 5–10 % від ціни продукту
<i>Opportunities. Потенціал АПК:</i> • Застосування систем точного землеробства може зменшити витрати на добрива та паливо до 25 %. • Цифрові рішення у логістиці здатні зменшити тривалість доставки продукції на 30–40 %. • Від упровадження віртуальних організацій очікується зростання продуктивності на 20–30 %	<i>Treatments. Необхідність інновацій:</i> • Близько 65 % агрокомпаній висловлюють зацікавленість у впровадженні цифрових рішень

Рис. 1. Перспективи впровадження ВОС в АПК

Джерело: розроблено на основі даних [2, 3, 10, 25, 32, 35].

Серед основних груп новітніх технологій у сільському господарстві можна виділити:

- ГІС технології в сільському господарстві та GPS сільське господарство;
- супутникові знімки;
- дрони та інші аерофотознімки;
- інформаційні технології для сільського господарства та онлайн-дані [9].

Варто навести декілька прикладів їх застосування:

1) моніторинг стану полів, прогнозування врожайності та оптимізація використання ресурсів здійснюються за рахунок використання сенсорів для збирання даних із полів у реальному часі (IoT), аналізу великих обсягів даних для точного прогнозування врожайності (Big Data), хмарних сервісів як центральної платформи для опрацювання, зберігання даних та автоматизації прийняття рішень штучним інтелектом. Це оптимізує використання добрив та засобів захисту рослин, зменшує витрати до 25 %, підвищує врожайність на 10–20 % та мінімізує вплив погодних ризиків через постійний моніторинг [10];

2) блокчейн-технології забезпечують прозорість та простежуваність у ланцюгах постачання, дають змогу фермерам миттєво отримувати платежі, трейдерам – укласти надійні угоди, а переробникам – відстежувати походження та якість продукції. Централізовані опрацювання та зберігання даних про постачання та фінансові операції здійснюються за рахунок хмарних сервісів, а смарт-контракти автоматизують угоди між учасниками ланцюга постачання [3];

3) платформи точного землеробства дають змогу фермерам отримувати детальну інформацію про стан полів і культур за рахунок підключення польових датчиків для моніторингу стану культур (IoT), аналізування великих масивів даних для прогнозування врожайності (Big Data), рекомендацій щодо управління полями, наданих штучним інтелектом, супутникового моніторингу полів для візуалізації та оцінювання стану ґрунту і культур [11]. Це зменшує витрати на добрива та воду до 25–30 %, підвищує врожайність на 10–15 % завдяки точному плануванню, покращує моніторинг ризиків, таких як шкідники чи посуха [7];

4) агрохаби – це унікальна екосистема, яка об'єднує фермерів, стартапи, дослідників та інвесторів задля упровадження інновацій. Ця ініціатива спрямована на розвиток цифровізації через використання сучасних технологій, таких як IoT, Big Data та хмарні сервіси. Це забезпечує зменшення витрат фермерів через спільний доступ до технологій, пришвидшує впровадження інновацій у АПК, забезпечує сталий розвиток через оптимізацію використання ресурсів, підвищує ефективність виробництва на 20–30 % [5].

Усі ці технології доцільно застосовувати в Україні:

- описані технології можуть допомогти в оптимізації водокористування в посушливих регіонах України (використання датчиків IoT);
- аналітичні інструменти сприятимуть зниженню втрат ресурсів і підвищенню ефективності аграрного бізнесу;
- запровадження цифрових платформ для управління полями може істотно підвищити продуктивність. IoT і аналітика – ключ до ефективного використання ресурсів у агросекторі;
- створення агрохабів сприятиме розвитку агротехнологій та кооперації між учасниками і може стати ключовим інструментом для залучення інвестицій у цифровізацію.

Приклади застосування в Україні є, проте це швидше відображення індивідуальних дій окремих учасників, ніж комплексного підходу усіх учасників екосистеми АПК, до якої, окрім самих підприємств, входять держава, бізнес та громадські організації.

Українська цифрова платформа для управління експортом зернових орієнтована на автоматизацію процесів і оптимізацію логістики в агросекторі й розроблена для трейдерів, фермерів, елеваторів і логістичних компаній [14]. Вона забезпечує зменшення витрат на логістику до 30 %, зменшення тривалості оброблення експортних документів до 50 %, підвищення прозорості угод і координації між учасниками ланцюга постачання.

Одним із найкращих прикладів упровадження віртуальних організаційних структур в агросекторі України є комплекс передових технологій дронів, Big Data та штучного інтелекту для забезпечення ефективності у сільському господарстві, зокрема моніторингу стану культур, оцінювання ризиків та надання користувачам детальної аналітики, що забезпечує зниження витрат на добрива та засоби захисту до **25 %**, підвищення врожайності на **10–20 %**. У довоєнний період система обслуговувала понад 4 млн гектарів землі, забезпечуючи підтримку понад 1,5 тис. клієнтів.

Упровадження ВОС в АПК України передбачає залучення усіх учасників екосистеми, зокрема наукової спільноти, котра має забезпечити відсутній інструментарій та підвищення рівня знань та компетенцій її учасників.

Навчальні програми та якісна цифрова освіта – ключовий етап у впровадженні віртуальних організаційних структур в АПК України. Розроблення адаптованих навчальних модулів для фермерів, агрономів і менеджерів дасть змогу ефективно підготувати їх до роботи з новітніми технологіями. Впровадження онлайн-курсів може зробити знання доступнішими, особливо для віддалених регіонів, практичні тренінги з використанням пілотних проєктів забезпечать розуміння переваг цифрових платформ, а розвиток цифрової грамотності, зокрема навичок роботи з IoT і Big Data, допоможе учасникам ефективно впроваджувати цифрові технології у своїх господарствах та адаптуватися до нових умов.

Аналіз потреб	- Оцінка поточного стану учасника АПК (цифровізація, логістика, ланцюги постачання). - Визначення ключових викликів і проблем, які можна вирішити через ВОС. - Ідентифікація учасників екосистеми (фермери, переробники, логістичні компанії)
Розроблення стратегії	- Визначення ключових цілей упровадження ВОС (зниження витрат, підвищення ефективності, оптимізація ресурсів). - Розроблення дорожньої карти інтеграції ВОС з іншими учасниками
Розроблення платформи	- Визначення функціоналу (цифрові облікові системи, блокчейн, аналітика, управління ланцюгами постачання). - Тестування та налаштування платформи для адаптації до потреб
Навчання учасників	- Проведення тренінгів для фермерів, переробників та логістичних компаній. - Підвищення цифрової грамотності та впровадження культури використання інновацій
Інтеграція з наявними системами	- Синхронізація ВОС із ERP-системами, IoT-сенсорами та іншими технологіями. - Забезпечення сумісності з міжнародними платформами для спрощення експорту
Пілотний запуск	- Упровадження ВОС у кількох регіонах для тестування ефективності. - Збирання даних і аналіз результатів для удосконалення платформи
Масштабування	- Розширення застосування ВОС на інші регіони та сектори. - Постійні моніторинг і вдосконалення системи на основі зворотного зв'язку від користувачів
Оцінка ефективності	- Аналіз досягнення цілей, визначених на етапі планування. - Підготовка звітів про економічну, соціальну та екологічну ефективність

Рис. 2. Схема поетапного впровадження ВОС у підприємствах АПК України

Джерело: розроблено на основі [2, 3].

Висока доступність цифрової платформи і доступна вартість для МСБ робить це рішення привабливим для розгортання екосистеми ВОС. Основною умовою такого рішення є здатність до

масштабування, що полегшує формування екосистеми ВОС і об'єднання її учасників, які взаємодіють на цифровій платформі.

В умовах глобальної цифровізації актуальність ВОС зростає та потребує науково-практичного застосування, оскільки ВОС фактично розвиваються завдяки технологічній базі (хмарні сервіси, аналітичні платформи, автоматизація тощо), що забезпечують зменшення витрат та швидкість адаптації до змін у ринковому середовищі.

Важливим аспектом розгортання ВОС на окремому підприємстві чи в об'єднаннях організацій є дослідження моделі їхньої цифрової зрілості, аналіз показників рівня цифрової трансформації та індивідуальних компетенцій задіяних учасників [1]. Саме цей показник є критичним в Україні, адже, за оцінками експертів, рівень цифровізації є одним із найнижчих саме в галузі.

Роль цифрових компетенцій в процесі управління досліджують О. В. Літорович та О. І. Карий [31].

Цю саму проблему аналізує Асоціація підприємств промислової автоматизації України, що спільно з кафедрою промислової автоматизації та систем керування з Національного університету харчових технологій (НУХТ) та Одеської національної академії харчових технологій (ОНАХТ) розробила дорожню карту цифрової трансформації вибраних підсегментів харчової та переробної промисловості [4].

Створенню ВОС має передувати двоетапна оцінка готовності учасників до їх участі в ВОС: аналіз індивідуальних компетенцій та оцінювання рівня цифрової трансформації.

Індивідуальні підприємницькі компетенції за змістом подібні до конкурентних переваг. Одне із визначень надав В. Bird: "Підприємницькі компетенції – це особистісні характеристики, знання та навички, які дозволяють підприємцю ідентифікувати можливості, організувати ресурси та створювати бізнес із конкурентними перевагами" [6].

Сутність компетенцій підприємців-учасників ВОС охоплює здатність адаптуватися до розподіленої роботи, інтегруватися у цифрові бізнес-процеси та ефективно взаємодіяти з партнерами та командами без фізичної присутності.

Відповідно до ресурсо-орієнтованого підходу або Resource-Based View (RBV) до підприємницьких компетенцій виділяють такі групи: фінанси, навички, технології, знання. За результатами такої оцінки можна вибрати модель, що відповідає цілям та ресурсам її учасників.

Класифікація рівнів цифрової трансформації дає підприємствам змогу оцінити свої сильні й слабкі сторони, а також визначити подальші кроки для впровадження інновацій. Чітке розуміння рівня трансформації допомагає створити ефективну стратегію та забезпечити конкурентоспроможність на ринку.

Gartner класифікує організації за рівнем упровадження цифрових технологій, розділяючи їх на п'ять рівнів. Від найнижчого рівня *локальної автоматизації*, коли технології застосовують лише для окремих функцій (наприклад, бухгалтерії), до рівня *цифрової інновації*, коли технології є основою створення нових продуктів і послуг. Проміжні рівні відповідно: *функціональна цифровізація* з використанням технологій для оптимізації конкретних відділів; *організаційна інтеграція*, коли цифрові системи повністю інтегровані у всіх відділах підприємства, та *еко-системна трансформація*, коли організація взаємодіє з іншими компаніями через цифрові екосистеми [13].

McKinsey пропонує модель із глибшою класифікацією стосовно цифрової стратегії, цифрових активів, цифрових процесів, цифрової культури та цифрового досвіду [20], наголошуючи на важливості формування дорожніх карт цифрової трансформації.

Висновки

Упровадження ВОС може стати ключовим рішенням для оптимізації бізнес-процесів підприємств агропромислового комплексу, оскільки ВОС інтегрують технології в єдину цифрову платформу, яка дає змогу учасникам взаємодіяти, координувати свої дії та максимально підвищувати ефективність. Усе це робить ВОС незамінним інструментом для сучасного агропромислового комплексу.

Дослідивши поняття “віртуальні організаційні структури” та основні моделі їх реалізації, в дослідженні ми розглянули практичні кейси їх впровадження в різних сферах АПК. Результати досліджень підтверджують ефективність використання цього інструменту на практиці.

Ми розробили схему поетапного впровадження ВОС у середовищі підприємств АПК та проаналізували методи оцінювання рівня досяжності розгортання ВОС.

Беручи до уваги особливості МСБ у АПК, найдоцільнішим вважаємо застосування таких моделей ВОС:

- модель кооперації через мережеві структури;
 - модель проєктної співпраці;
 - платформна модель масштабування;
 - модель інноваційних хабів,
- а також цифрова трансформація та автоматизація.

Зазначимо, що розгортанню ВОС повинен передувати глибокий аналіз стану цифровізації в регіоні та насамперед готовності учасників до діяльності в мережевій структурі. Необхідно враховувати актуальні виклики щодо низького рівня цифровізації та доступу до технологій у сільських регіонах, високі початкові інвестиції, необхідність навчання учасників, а також забезпечення прозорості та кібербезпеки.

Важливо, щоб стейкхолдери бачили перспективи впровадження ВОС, зокрема економічні вигоди, розширення експортного потенціалу та вплив на розвиток агросектору. Адже насамперед залучення інвесторів потребує прозорості та довіри. Використання блокчейну для звітності, публікація фінансових результатів пілотних проєктів, а також демонстрація високого ROI допоможуть залучити зацікавлені сторони.

Державна підтримка у вигляді субсидій та грантів, міжнародні програми фінансування, а також приватні інвестиції повинні створювати фінансову базу для розвитку ВОС. Особливо важливо залучати міжнародні організації, такі як Світовий банк та ЄБРР, які мають досвід підтримки цифровізації в агросекторі.

Спільна позиція учасників та держави та правильна комунікація описаних переваг є важливим кроком для забезпечення стабільного фінансування й успішного впровадження інноваційних технологій на підприємствах агропромислового комплексу та забезпечення конкурентоспроможності продуктів та послуг її учасників як на локальному, так і на глобальному ринках.

Безперечно, швидка цифрова трансформація не забезпечить вирішення усіх проблем, проте її впровадження є надважливим завданням для збереження конкурентоспроможності продуктів та послуг.

Перспективи подальших досліджень

Для наукової спільноти, окрім сприяння рівню цифрової зрілості, залишається значне поле для дослідження, вдосконалення інструментарію та вибору найефективніших моделей впровадження ВОС та їх оцінювання, зокрема критеріїв оцінювання ресурсів та компетенцій задіяних учасників, як індивідуальних, так і екосистеми загалом.

1. Ahmad N. H., Ramayah T., Wilson C., Kummerow L. Entrepreneurial competencies and SMEs business success: The contingent role of external integration. *Mediterranean Journal of Social Sciences*. 2015. Т. 6, No. 1. Pp. 50–63. DOI: <https://doi.org/10.5901/mjss.2015.v6n1p50>.

2. Anbumozhi, V., Babu, S., Bollino, C. A., Diyanah, S. M., Hanifah, V. W., Hidayat, S., & Wardhana, I. W. *Digital transformation of agri-food system: Policy pathways for greater socio-economic inclusion, sustainability, and international cooperation*. Zenodo, 2022. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7415603>

3. AgriDigital. OnFarm. URL: <https://www.agridigital.io/onfarm> (дата звернення: лютий 2025).

4. Agri-Food Tech Hub. Building digital transformation roadmap in agri-food. URL: <https://agri-food.appau.org.ua> (дата звернення: лютий 2025).

5. AgriTech Hub. Projekty. URL: <https://agritechhub.pl/#projekty> (дата звернення: лютий 2025).
6. Bird B. Towards a theory of entrepreneurial competency // *Advances in Entrepreneurship, Firm Emergence and Growth*. 1995. T. 2, No. 1. Pp. 51–72.
7. CropX. CropX system. URL: <https://cropx.com/cropx-system/> (дата звернення: лютий 2025).
8. Davidow W. H., Malone M. S. *The virtual corporation: Structuring and revitalizing the corporation for the 21st century*. HarperBusiness, 1992.
9. EOS Data Analytics. Сучасні технології в сільському господарстві. *EOS Blog*, 2023. URL: <https://eos.com/uk/blog/suchasni-tekhnologii-v-silskomu-hospodarstvi/> (дата звернення: лютий 2025).
10. Farmers Edge. Ag retail. URL: <https://farmersedge.ca/ag-retail/> (дата звернення: лютий 2025).
11. Ferguson D. Combyne uses FieldView data to help market grain. URL: <https://www.producer.com/crops/combyne-uses-fieldview-data-to-help-market-grain/> (дата звернення: лютий 2025).
12. Franke, U. J. *Managing Virtual Web Organizations in the 21st Century: Issues and Challenges*. Idea Group Publishing, 2001.
13. Gartner. Digital Transformation: How to Scope and Execute Strategy. 2024. URL: <https://www.gartner.com/en/information-technology/topics/digital-transformation> (дата звернення: лютий 2025).
14. GrainTrack. Для трейдерів URL: <https://graintrack.com/for-traders/> (дата звернення: лютий 2025).
15. Gyamfi, E. K., ElSayed, Z., Kropczynski, J., Yakubu, M. A., & Elsayed, N. . *Agricultural 4.0 leveraging on technological solutions: Study for smart farming sector*. 2024. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2401.00814>.
16. Henriette E., Feki M., Boughzala I. Digital transformation challenges. *Proceedings of the Mediterranean Conference on Information Systems*. 2016. Pp. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1109/MCIS.2016.1> .
17. Lipnack, J., & Stamps, J. *Virtual Teams: People Working Across Boundaries with Technology* (2nd ed.). Wiley, 2000.
18. Mitra, A., Vangipuram, S. L. T., Bapatla, A. K., Bathalapalli, V. K. V. V., Mohanty, S. P., Kougiannos, E., & Ray, C. *Everything you wanted to know about smart agriculture*. 2022. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2201.04754>.
19. Mowshowitz A. Virtual organization: A vision of management in the information age. *The Information Society*. 1997. T. 13, No. 4. C. 267–284. DOI: <https://doi.org/10.1080/019722497129302> .
20. McKinsey Digital. Unlocking value in digital transformation. 2024. URL: <https://www.toolify.ai/ai-news/unlocking-value-in-digital-transformation-a-mckinsey-guide-1605281> (дата звернення: лютий 2025).
21. Paszkiewicz Z., Picard W. Modelling competences for partner selection in service-oriented virtual organization breeding environments. *arXiv*. 2011. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1111.5502> .
22. Бойченко К. С. Віртуальне підприємство як фактор підвищення результативності бізнес-проекування. *Економіка і управління*. 2020. № 45(3). С. 89–95. URL: https://ir.kneu.edu.ua/bitstream/handle/2010/26360/Pekon_B.pdf?sequence=1 (дата звернення: лютий 2025).
23. Вострякова, В. І. Удосконалення системи логістичного розподілу продукції сільськогосподарських підприємств: дис. д-ра... Вінницький національний аграрний університет. 2020.
24. Данилюк Н. М. Віртуальна організаційна структура ІТ-компанії: маркетинговий та управлінський аспекти. *Економічний вісник Острозької академії*. 2021. № 21(2). С. 56–63. URL: <https://journals.oa.edu.ua/Economy/article/download/3435/3134/6140> (дата звернення: лютий 2025).
25. Державна служба статистики України. Економічна статистика / Економічна діяльність / Сільське, лісове та рибне господарство. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: лютий 2025).
26. Дудар Т. Розвиток інноваційної діяльності в аграрному секторі економіки України. *Вісник Тернопільського національного економічного університету*. 2019. № 1. С. 45–55.
27. Ковальчук О. І., Зачко О. Б., Кобилкін Д. С. Моделі і методи проектування організаційної структури віртуальної команди. *Управління розвитком складних систем*. 2024. № 50. С. 12–20. URL: <https://urss.knuba.edu.ua/ua/zbirnyk-50/article-1604> (дата звернення: лютий 2025).
28. Козик В. В., Тимчишин І. Є. Практикум з управління проектами: навч. посіб. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012.
29. Кропивко, М. Ф., & Ковальова, О. В.. Сутність кластера як сучасної мережевої організації спільної діяльності в агропромисловому виробництві. *Економіка АПК*. 2018. Вип. 6. С. 18–30.
30. Управління змінами: навч. посіб. / Кузьмін О. Є. та ін. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014.

31. Літорович О. В., Карий О. І. Роль цифрових компетенцій у процесі управління персоналом підприємств. *Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка"*. 2024. Т. 8, № 2. С. 209–217.
 32. Міністерство економіки України. Статистика по категоріях. 2024. URL: <https://me.gov.ua/Statistic/ByCategory?lang=uk-UA&tag=statistic-category> (дата звернення: грудень 2024).
 33. Самойленко Д. Особливості застосування цифрових технологій в агробізнесі. *Економіка та суспільство*. 2024. № 64. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/4344> (дата звернення: лютий 2025).
 34. Станінов С. Б. Адаптивна організаційна структура як важлива компонента забезпечення стратегічної гнучкості підприємства в умовах інноваційного розвитку. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: Економіка і менеджмент*. 2017. Вип. 28. С. 116–119. URL: <http://jnas.nbuv.gov.ua/article/UJRN-0001308806>
 35. Сумець, О. Ю. . Удосконалення логістичного забезпечення аграрного виробництва. *Економіка АПК*. 2017. № 7. С. 108–113. URL: https://ageconsearch.umn.edu/record/263990/files/9Сумець_стаття.pdf
 36. Череп О. Г., Нагаєць С. В., Веремєєнко О. О., Семібраторова Є. С. Впровадження сучасних цифрових технологій в аграрному секторі. *Облік та оподаткування*. 2024. № 2. С. 25–35.
1. Ahmad, N. H., Ramayah, T., Wilson, C., & Kummerow, L. (2015). Entrepreneurial competencies and SMEs business success: The contingent role of external integration. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 6(1), 50–63. <https://doi.org/10.5901/mjss.2015.v6n1p50> (in English).
 2. Anbumozhi, V., Babu, S., Bollino, C. A., Diyanah, S. M., Hanifah, V. W., Hidayat, S., ... & Wardhana, I. W. (2022). Digital transformation of agri-food system: Policy pathways for greater socio-economic inclusion, sustainability, and international cooperation. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7415603> (in English).
 3. AgriDigital. OnFarm. Retrieved from <https://www.agridigital.io/onfarm> (in English).
 4. Agri-Food Tech Hub. Building digital transformation roadmap in agri-food. Retrieved from <https://agri-food.appau.org.ua> (in Ukrainian).
 5. AgriTech Hub. Projekty. Retrieved from <https://agritechhub.pl/#projekty> (in Polish).
 6. Bird, B. (1995). Towards a theory of entrepreneurial competency. *Advances in Entrepreneurship, Firm Emergence and Growth*, 2(1), 51–72 (in English).
 7. CropX. CropX system. Retrieved from <https://cropx.com/cropx-system/> (in English).
 8. Davidow, W. H., & Malone, M. S. (1992). The virtual corporation: Structuring and revitalizing the corporation for the 21st century. HarperBusiness. (in English).
 9. EOS Data Analytics (2023). Suchasni tekhnolohii v silskomu hospodarstvi [Modern technologies in agriculture]. EOS Blog. Retrieved from: <https://eos.com/uk/blog/suchasni-tekhnolohii-v-silskomu-hospodarstvi/> (in Ukrainian).
 10. Farmers Edge. Ag retail. Retrieved from: <https://farmersedge.ca/ag-retail/> (in English).
 11. Ferguson D. Combyne uses FieldView data to help market grain. Retrieved from <https://www.producer.com/crops/combyne-uses-fieldview-data-to-help-market-grain/> (in English).
 12. Franke, U. J. (2001). Managing Virtual Web Organizations in the 21st Century: Issues and Challenges. Idea Group Publishing (in English).
 13. Gartner (2024). Digital Transformation: How to Scope and Execute Strategy. Retrieved from <https://www.gartner.com/en/information-technology/topics/digital-transformation> (in English).
 14. GrainTrack. Dlia treideriv [For traders] Retrieved from <https://graintrack.com/for-traders/> (in Ukrainian).
 15. Gyamfi, E. K., ElSayed, Z., Kropczynski, J., Yakubu, M. A., & Elsayed, N. (2024). Agricultural 4.0 leveraging on technological solutions: Study for smart farming sector. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2401.00814> (in English)
 16. Henriette, E., Feki, M., & Boughzala, I. (2016). Digital transformation challenges. Proceedings of the Mediterranean Conference on Information Systems, 2016, 1–11. <https://doi.org/10.1109/MCIS.2016.1> (in English).
 17. Lipnack, J., & Stamps, J. (2000). Virtual Teams: People Working Across Boundaries with Technolog. (2nd ed.). Wiley (in English).
 18. Mitra, A., Vangipuram, S. L. T., Bapatla, A. K., Bathalapalli, V. K. V. V., Mohanty, S. P., Kougianos, E., & Ray, C. (2022). Everything you wanted to know about smart agriculture. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2201.04754>.
 19. Mowshowitz, A. (1997). Virtual organization: A vision of management in the information age. *The Information Society*, 13(4), 267–284. <https://doi.org/10.1080/019722497129302> (in English).

20. McKinsey Digital (2024). Unlocking value in digital transformation. Retrieved from <https://www.toolify.ai/ai-news/unlocking-value-in-digital-transformation-a-mckinsey-guide-1605281> (in English).
21. Paszkiewicz, Z., & Picard, W. (2011). Modelling competences for partner selection in service-oriented virtual organization breeding environments. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1111.5502> (in English).
22. Boichenko, K. S. (2020). Virtualne pidpriemstvo yak faktor pidvyshchennia rezultatyvnosti biznes-proektuvannia [Virtual enterprise as a factor in increasing the effectiveness of business project planning]. *Economics and Management*, 45(3), 89–95. Retrieved from https://ir.kneu.edu.ua/bitstream/handle/2010/26360/Pekon_B.pdf?sequence=1 (in Ukrainian).
23. Vostriakova, V. I. (2017). Udoskonalennia systemy lohistychnoho rozpodilu produktsii silskohospodarskykh pidpriemstv [Improvement of the logistics distribution system of agricultural enterprises' products], Doctoral dissertation, Vinnytsia National Agrarian University (in Ukrainian).
24. Danyiuk, N. M. (2021). Virtualne pidpriemstvo yak faktor pidvyshchennia rezultatyvnosti biznes-proektuvannia [Virtual organizational structure of an IT company: Marketing and managerial aspects]. *Economic Bulletin of Ostroh Academy*, 21(2), 56–63. Retrieved from <https://journals.oa.edu.ua/Economy/article/download/3435/3134/6140> (in Ukrainian).
25. State Statistics Service of Ukraine. *Ekonomichna statystyka / Ekonomichna diialnist / Silske, lisove ta rybne hospodarstvo* [Economic statistics / Economic activity / Agriculture, forestry, and fisheries]. Retrieved from <http://www.ukrstat.gov.ua> (in Ukrainian).
26. Dudar, T. (2019). Rozvytok innovatsiinoi diialnosti v aharnomu sektori ekonomiky Ukrainy [Development of innovative activities in the agricultural sector of Ukraine's economy]. *Bulletin of Ternopil National Economic University*, 1, 45–55 (in Ukrainian).
27. Kovalchuk, O. I., Zachko, O. B., & Kobylykin, D. S. (2024). Modeli i metody proektuvannia orhanizatsiinoi struktury virtualnoi komandy [Models and methods of designing the organizational structure of a virtual team]. *Management of Complex Systems Development*, 50, 12–20. Retrieved from <https://urss.knuba.edu.ua/ua/zbirnyk-50/article-1604> (in Ukrainian).
28. Kozyk, V. V., & Tymchyshyn, I. Ye. (2012). *Praktykum z upravlinnia proektamy: navchalnyi posibnyk* [Project management workshop: A textbook]. Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House (in Ukrainian).
29. Kropyvko, M. F., & Kovalova, O. V. (2018). Sutnist klastera yak novitnoi merezhevoi orhanizatsii spilnoi diialnosti v ahropromyslovomu vyrobnytstvi [Essence of the cluster as the latest network organization of joint activities in agroindustrial production] *Ekonomika APK*, (6), 18–30 (in Ukrainian).
30. Kuzmin, O. Ye., et al. (2014). *Upravlinnia zminamy: navch. posib.* [Change management: A textbook]. Lviv: Lviv Polytechnic Publishing House (in Ukrainian).
31. Litorovych, O. V., & Karii, O. I. (2024). Rol tsyfrovyykh kompetentsii u protsesi upravlinnia personalom pidpriemstv [The role of digital competencies in personnel management processes of enterprises]. *Bulletin of the Lviv Polytechnic National University*, 8(2), 209–217 (in Ukrainian).
32. Ministry of Economy of Ukraine (2024). *Statystyka po katehoriakh* [Statistics by category]. Retrieved from <https://me.gov.ua/Statistic/ByCategory?lang=uk-UA&tag=statistic-category> (in Ukrainian).
33. Samoilenko, D. (2024). Osoblyvosti zastosuvannia tsyfrovyykh tekhnolohii v ahrobiznesi [Features of digital technology application in agribusiness]. *Economy and Society*, 64. Retrieved from <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/4344> (in Ukrainian).
34. Staninov, S. B. (2017). Adaptivna orhanizatsiina struktura yak vazhlyva komponenta zabezpechennia stratezhichnoi hnuchkosti pidpriemstva v umovakh innovatsiinoho rozvytku [Adaptive organizational structure as an important component of ensuring strategic flexibility of an enterprise in conditions of innovative development]. *Scientific Bulletin of the International Humanitarian University. Series: Economics and Management*, 28, 116–119. Retrieved from <http://jnas.nbu.gov.ua/article/UJRN-0001308806> (in Ukrainian).
35. Sumets, O. Y. (2017). Udoskonalennia lohistychnoho zabezpechennia aharnoho vyrobnytstva [Improving the logistics of agricultural production]. *Economic of agricultural sector*, 7, 108–113. Retrieved from https://ageconsearch.umn.edu/record/263990/files/9Сумець_стаття.pdf (in Ukrainian).
36. Cherep, O. H., Nahaiets, S. V., Veremieienko, O. O., & Semibratova, Y. S. (2024). Vprovadzhennia suchasnykh tsyfrovyykh tekhnolohii v aharnomu sektori [Implementation of modern digital technologies in the agricultural sector]. *Accounting and Taxation*, 2, 25–35 (in Ukrainian).

I. Novakivskii, R. Oliynyk

Lviv Polytechnic National University,
Department of Organization Management,
ihor.i.novakivskiy@lpnu.ua,
roman.v.oliinyk@lpnu.ua

MODERN MODELS OF VIRTUAL ORGANIZATIONAL STRUCTURES OF ENTERPRISES OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

© Novakivskiy I., Oliinyk R., 2025

Purpose. The purpose of the article is to investigate the relevance of virtual organizational structures as a tool for the effective development of enterprises of the agro-industrial complex which are targeted to implement sustainable development, increase the efficiency of resource use and create competitive advantages in the global market.

Design / methodology / approach. The methodology of this study is based on a comprehensive approach to the study of the role of virtual organizational structures in the process of management of enterprises of agri-industrial complex, using the methods of theoretical generalization, abstraction, modelling, system and graphic methods. At the initial stage of the research, a selection of scientific articles and other scientific publications was reviewed, highlighting the specific of virtual organizations, its models, digital transformation, individual competencies and implementation circle. Selected sources were critically analyzed in order to identify the main approaches and methods used in contemporary research in the field of digital technologies, with a particular focus digital transformation, individual competencies and models applicability for enterprises of agro-industrial complex. Method of theoretical generalization was applied to synthesize the main concepts and approaches found in the literature.

Findings. Implementation of digital management models in the industrial agriculture is one of the most crucial problems of the modern agricultural sector locally. Producing competitive products became mostly impossible without implementation of innovative digital technologies. One of the key areas of industry transformation is the implementation of digital technologies and the deployment of virtual organizational structures. To implement innovative tools like virtual organizational structures, digital transformation must be a part of a mid-term strategy. Attention should be focused on understanding models of virtual organizations and its advantages, crucial competences and its definition versus other participants of ecosystem.

Practical implications. Implementing innovations such as virtual organizations can radically change the situation for enterprises in agri-cultural complex. For example, the use of precision agriculture can reduce fertilizer and fuel costs by a quarter, and the digitalization of logistics can reduce delivery times by 30–40 %. These figures indicate a huge potential for increasing the efficiency of Ukraine's agro-industrial complex, and examples of successful VOS in the world demonstrate the effectiveness of this model in reducing costs, increasing transparency, and improving product quality.

Originality / value. The research carried out in the article proposes alternative review of applicable models of virtual organizational structures based on adaptivity approach with deep focus on agri-industrial complex, that simplify the selection of appropriate model selection. Structured scheme of virtual organizational structures life circle might be used as a tool for managerial decisions as well. It consists of step by step manual with determination of ecosystem, digital transformation and individual competencies analysis.

Keywords: virtual organizational structures, digitalization, globalization, digital transformation, individual competencies, agro-industrial complex.

Paper type: research paper.