

Центральноукраїнський національний технічний університет
Економічний факультет
Кафедра економіки, підприємництва та готельно-ресторанної справи

«ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ»
Завідувач кафедри
д.е.н., професор
_____ Володимир ЗАЙЧЕНКО
«__» _____ 2026 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

на тему:

«Цифровізація та інтелектуальні системи управління як чинник зміцнення економічної безпеки ФГ «Хлібороб – Р» (Кіровоградська обл., Кропивницький р-н, с. Соколівське)»

«Digitalization and intelligent management systems as a factor in strengthening the economic security of Khlborob – R FG»

Виконав здобувач вищої освіти
2м курсу, групи ЕА-24м
ОПП «Економіка аграрних підприємств та ринок землі» за спеціальністю 051
«Економіка»

_____ Єрмолаєв Ілля Володимирович
«__» _____ 2026 р.

Керівник роботи: к.е.н., доцент

_____ Хачатурян О.С.
«__» _____ 2026 р.

Рецензент: д.е.н., професор

_____ Сибірцев В.В.

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет економічний
Кафедра економіки, підприємництва та готельно-ресторанної справи
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Спеціальність 051 «Економіка»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри економіки,
підприємництва та готельно-
ресторанної справи

(підпис)

д. е. н., професор Володимир
ЗАЙЧЕНКО

« ___ » _____ 2026 року

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ
Єрмолаєва Іллі Володимировича
(прізвище, ім'я, по батькові)**

1. Тема роботи Цифровізація та інтелектуальні системи управління як чинник зміцнення економічної безпеки ФГ «Хлібороб – Р» (Кіровоградська обл. Кропивницький р-н, с. Соколівське)

2. Керівник магістерської роботи к. е. н., доц. Хачатурян О.С.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «___» ___ 2026 року № ___ - ___.

3. Строк подання роботи до захисту 22 травня 2026 року.

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи: *мета магістерської роботи полягає у теоретичному обґрунтуванні та розробці практичних рекомендацій щодо впровадження інтелектуальних систем управління для зміцнення економічної безпеки ФГ «Хлібороб Р» у сучасних кризових умовах; Завдання: розкрити теоретичний зміст поняття «цифрова стійкість підприємства» та роль AI в управлінні, визначити вплив «цифрових островів» на рівень економічної безпеки, дослідити поточний стан цифровізації ФГ «Хлібороб Р» за період 2023÷2025 рр., ідентифікувати ключові ризики та втрати підприємства, зумовлені низьким рівнем інтеграції даних, спроєктувати архітектуру інтегрованої хмарної FMS-платформи для ФГ «Хлібороб Р»,*

обґрунтувати стратегічний план впровадження прогностичних моделей ШІ та Big Data; провести економічне оцінювання результативності запропонованих заходів (ROI та термін окупності); визначити вплив реалізації цифрової стратегії на продовольчу безпеку регіону.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Ознайомлення з літературними джерелами</i>	<i>05 лютого – 11 лютого 2026</i>	
2.	<i>Написання вступу та першого розділу «Теоретико-методичні засади цифрової трансформації підприємств АПК»</i>	<i>11 лютого – 05 березня 2026</i>	
3.	<i>Написання другого розділу «Аналіз та оцінка стану цифровізації ФГ «Хлібороб – Р» та її впливу на економічні показники»</i>	<i>06 березня – 28 березня 2026</i>	
4.	<i>Написання третього розділу «Напрями підвищення економічної стійкості підприємства шляхом оптимізації цифрових стратегій»</i>	<i>29 березня – 30 квітня 2026</i>	
5.	<i>Оформлення роботи, підготовка висновків</i>	<i>01 травня – 12 травня 2026</i>	
6.	<i>Перевірка кваліфікаційної роботи на унікальність та виявлення академічного плагіату</i>	<i>13 травня – 21 травня 2026</i>	
7.	<i>Отримання відгуку наукового керівника та рецензії</i>	<i>14 травня – 21 травня 2026</i>	
8.	<i>Підготовка ілюстративного матеріалу</i>	<i>18 травня – 22 травня 2026</i>	
9.	<i>Підготовка до захисту</i>	<i>19 травня – 22 травня 2026</i>	

Дата видачі завдання
«05» лютого 2026 р.

Керівник роботи _____
(підпис) Хачатурян О.С.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийняте до виконання
«05» лютого 2026 р.

Здобувач _____
(підпис) Єрмолаєв І.В.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Єрмолаєв І.В. Цифровізація та інтелектуальні системи управління як чинник зміцнення економічної безпеки ФГ «Хлібороб – Р». Кваліфікаційна робота за другим (магістерським) рівнем вищої освіти за ОПП «Економіка аграрних підприємств та ринок землі» зі спеціальності С1 «Економіка та міжнародні економічні відносини» / Центральноукраїнський національний технічний університет. Кропивницький, 2026. 78 с.

У сучасних умовах глобальної нестабільності, волатильності аграрних ринків та кліматичних змін, традиційні методи управління агробізнесом вичерпують свій ресурс. Для українських підприємств, зокрема ФГ «Хлібороб – Р», питання переходу до інтелектуальних систем управління стає не просто елементом престижу, а критичною умовою виживання та зміцнення економічної безпеки. Робота присвячена вирішенню науково-практичного завдання щодо подолання розрізненості цифрових даних та побудови єдиної предиктивної екосистеми управління. Об'єктом дослідження є процеси цифрової трансформації виробничо-господарської діяльності аграрного підприємства. Предметом дослідження є теоретико-методологічні та прикладні засади впровадження інтелектуальних систем (AI та Big Data) як інструментарію мінімізації ризиків та підвищення продовольчої безпеки. У першому розділі досліджено теоретичний фундамент цифровізації в аграрному секторі. Визначено, що сучасна концепція «Агро 4.0» базується на переході від механічної автоматизації до інтелектуальної аналітики. Обґрунтовано авторське бачення терміну «цифрова стійкість підприємства» як здатності суб'єкта господарювання зберігати функціональність за рахунок швидкої адаптації управлінських рішень на основі верифікованих великих даних.

У другому розділі проведено комплексний аудит поточного стану цифровізації ФГ «Хлібороб – Р» за період 2023÷2025 рр. За допомогою розробленого інструментарію ідентифіковано проблему «цифрових островів» – ситуацію, за якої дані з GPS-моніторингу, метеостанцій та бухгалтерських програм не синхронізовані між собою. Розрахований індекс цифровізації (IDX_d) на рівні 0,24 вказує на низький рівень готовності до інновацій, що призводить до

прихованих втрат ТМЦ в розмірі 12÷15% щорічно. Побудована кореляційна модель підтвердила пряму залежність між рівнем діджиталізації та операційною рентабельністю (коефіцієнт детермінації $R^2=0,86$). Третій розділ присвячений практичній розробці стратегічного плану трансформації. Запропоновано перехід до моделі «data-driven» управління, центром якої є хмарна FMS-платформа. Пріоритетним визначено впровадження стеку AI-технологій: Computer Vision для точного обприскування, що дозволяє скоротити витрати на гербіциди до 40%; Machine Learning для предиктивного обслуговування техніки, що нівелює ризики простоїв у пікові періоди; нейромережеві моделі: для прогнозування врожайності з точністю понад 90%, що є основою для стратегічного планування збуту. Наукова новизна полягає в удосконаленні методики оцінки економічної безпеки через інтегральний індекс FBS_c , який враховує не лише фінансові показники, а й технологічну зрілість та прогностичну точність систем. Економічне обґрунтування засвідчило, що сукупні інвестиції у розмірі 1,56 млн грн забезпечують річний ефект у 8,28 млн грн. Показник ROI становить 430%, а термін окупності інновацій складає лише 2,3 місяці активного сезону. Доведено, що цифровізація окремого підприємства має мультиплікативний ефект для регіону. Стабілізація виробничих циклів ФГ «Хлібороб – Р» та зниження собівартості продукції сприяють зміцненню продовольчої безпеки через забезпечення стабільної пропозиції на локальному ринку та раціональне використання природних ресурсів. Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості безпосереднього впровадження розробленої дорожньої карти та архітектури потоків даних у діяльність агрохолдингів та фермерських господарств для підвищення їхньої конкурентоспроможності в умовах цифрової економіки.

Ключові слова: цифровізація, штучний інтелект (AI), Big Data, економічна безпека, ФГ «Хлібороб – Р», FMS-платформа, ROI, продовольча безпека, «data-driven» управління, цифрові острови.

ABSTRACT

Yermolaiev I.V. Digitalization and intelligent management systems as a factor in strengthening the economic security of the FG «Khliborob – R». Qualification work for the second (Master's) level of higher education under the educational-professional program «Economics of agricultural enterprises and the land market» in specialty C1 «Economics and international economic relations» / Central Ukrainian National Technical University. Kropyvnytskyi, 2026. 78 p.

In the current context of global instability, agricultural market volatility, and climate change, traditional agribusiness management methods are reaching the limits of their efficiency. For Ukrainian enterprises, particularly FG «Khliborob – R», the transition to intelligent management systems is becoming not merely a matter of prestige but a critical condition for survival and the strengthening of economic security. This work is dedicated to solving the scientific and practical task of overcoming digital data fragmentation and building a unified predictive management ecosystem. The object of the study is the processes of digital transformation of the production and economic activities of an agricultural enterprise. The subject of the study is the theoretical-methodological and applied foundations of implementing intelligent systems (*AI* and *Big Data*) as a toolkit for risk minimization and food security enhancement. The first chapter explores the theoretical foundation of digitalization in the agricultural sector. It determines that the modern «Agro 4.0» concept is based on the transition from mechanical automation to intelligent analytics. The author's vision of the term «digital resilience of an enterprise» is substantiated as the ability of a business entity to maintain functionality through the rapid adaptation of management decisions based on verified big data. The second chapter provides a comprehensive audit of the current state of digitalization at FG «Khliborob – R» for the period 2023÷2025. Using the developed toolkit, the problem of «digital islands» was identified – a situation where data from *GPS* monitoring, weather stations, and accounting software are not synchronized. The calculated digitalization index (IDX_d) at the level of 0,24 indicates a low level of readiness for innovation, leading to hidden inventory losses of 12÷15% annually. The constructed correlation model confirmed a direct dependence between the level of digitalization and operational profitability

(coefficient of determination $R^2=0,86$). The third chapter is devoted to the practical development of a strategic transformation plan. A transition to a «data-driven» management model, centered on a cloud-based *FMS* platform, is proposed. Priority is given to the implementation of an *AI* technology stack: Computer Vision for precision spraying, reducing herbicide costs by up to 40%; Machine Learning for predictive maintenance of machinery, neutralizing downtime risks during peak periods; and neural network models for yield forecasting with over 90% accuracy, providing a basis for strategic sales planning. Scientific novelty lies in the improvement of the economic security assessment methodology through the integral FBS_c index, which accounts not only for financial indicators but also for the technological maturity and predictive accuracy of systems. The economic justification demonstrated that total investments of 1,56 million UAH yield an annual effect of 8,28 million UAH. The *ROI* stands at 430%, with a payback period of only 2,3 months of the active season. It has been proven that the digitalization of a single enterprise has a multiplier effect on the region. Stabilizing the production cycles of FG «Khliborob – R» and reducing production costs contribute to strengthening food security by ensuring a stable supply in the local market and the rational use of natural resources. The practical significance of the results lies in the possibility of directly implementing the developed roadmap and data flow architecture into the operations of agricultural holdings and farms to increase their competitiveness in the digital economy.

Keywords: digitalization, Artificial Intelligence (*AI*), Big Data, economic security, FG «Khliborob – R», *FMS* platform, *ROI*, food security, data-driven management, digital islands.

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Аграрний сектор є стратегічним фундаментом економіки України, проте сьогодні він функціонує в умовах екстремальної нестабільності. Останні роки позначені для галузі подвійним викликом: необхідністю адаптації до глобальних кліматичних змін та подоланням наслідків повномасштабної агресії росії, що спричинила розрив логістичних ланцюгів та дефіцит ресурсів. У таких обставинах традиційні методи управління агробізнесом вичерпують свій потенціал, а на перший план виходить цифрова трансформація. Впровадження інтелектуальних систем (AI, Big Data, IoT) перестає бути елементом інноваційного престижу і стає важливою умовою забезпечення економічної безпеки підприємства, дозволяючи мінімізувати втрати та приймати предиктивні управлінські рішення на основі верифікованих даних.

Проблеми впровадження інтелектуальних технологій та забезпечення економічної стійкості аграрних підприємств були предметом досліджень таких українських та іноземних науковців, як І. Бойчук, В. Стадник, О. Стешенко, А. Опуте та інших. Проте, незважаючи на значний науковий доробок, питання подолання проблеми «цифрових островів» (розрізненості даних) на малих та середніх агропідприємствах в умовах війни залишаються недостатньо висвітленими.

Предмет дослідження – теоретичні й методичні основи управління економічною безпекою аграрного підприємства та засади цифровізації та впровадження інтелектуальних систем.

Об'єкт дослідження – процес управління цифровою трансформацією на прикладі сільськогосподарського підприємства ФГ «Хлібороб – Р».

Мета роботи полягає у теоретичному обґрунтуванні та розробці практичних рекомендацій щодо впровадження інтелектуальних систем управління для зміцнення економічної безпеки ФГ «Хлібороб – Р» у сучасних кризових умовах.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити низку **завдань**:

- розкрити теоретичний зміст поняття «цифрова стійкість підприємства» та роль *AI* в управлінні;
- визначити вплив «цифрових островів» на рівень економічної безпеки;
- дослідити поточний стан цифровізації ФГ «Хлібороб – Р» за період 2023÷2025 рр.;
- ідентифікувати ключові ризики та втрати підприємства, зумовлені низьким рівнем інтеграції даних;
- спроектувати архітектуру інтегрованої хмарної *FMS*-платформи для ФГ «Хлібороб – Р»;
- обґрунтувати стратегічний план впровадження прогностичних моделей ШІ та Big Data;
- провести економічне оцінювання результативності запропонованих заходів (*ROI* та термін окупності);
- визначити вплив реалізації цифрової стратегії на продовольчу безпеку регіону.

Методи дослідження. Для розв'язання поставлених завдань застосовано метод декомпозиції – при формуванні мети й структури роботи; абстрактно-логічний підхід та аналіз – для уточнення понятійного апарату; порівняльний та індексний аналіз – для оцінки поточного рівня цифровізації (IDX_d); метод моделювання та економіко-математичні розрахунки – для обґрунтування інвестиційної ефективності стратегії.

Інформаційна база роботи містить наукові праці фахівців у галузі AgriTech, звіти міжнародних аналітичних агенцій, дані внутрішньої фінансової та управлінської звітності ФГ «Хлібороб – Р».

Наукова новизна полягає в удосконаленні методичного підходу до оцінювання безпеки агробізнесу через інтегральний індекс FBS_c , який враховує рівень прогностичної точності та технологічної зрілості систем управління.

Практична значущість полягає у можливості використання розробленої «дорожньої карти» цифровізації для підвищення рентабельності та стійкості ФГ «Хлібороб – Р» до зовнішніх потрясінь.

Структура магістерської роботи. Основний зміст викладено на 78 сторінках. Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Дослідження ілюстровано рисунками та таблицями, що відображають кореляційні залежності та архітектуру інтегрованих потоків даних.

1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ПІДПРИЄМСТВ АПК

1.1. Сутність та концептуальні засади цифрової трансформації підприємств аграрного сектора

Розвиток аграрної галузі відбувався паралельно з промисловими революціями, щоразу докорінно змінюючи продуктивність праці [1, с. 12-14; 2, с. 25-27].

Сільське господарство зазнало фундаментальної трансформації, переходячи від Agriculture 1.0 (ручна праця) до Agriculture 4.0 (автономні та цифрові системи) (рис. 1. 1) [3, с. 45-48; 4, с. 10-12].



Рисунок 1.1. – Еволюція аграрних технологій: від Agriculture 1.0 до 4.0
Джерело: розроблено автором

Рис. 1. 1 представляє системну візуалізацію історичного прогресу сільськогосподарського виробництва, структуровану за чотирма основними етапами технологічного укладу: від традиційного до цифрового та автономного (Agriculture 1.0÷4.0). Дана ілюстрація синтезує ключові характеристики кожного етапу, фокусуючись на зміні факторів виробництва, продуктивності праці та рівні інтеграції інформаційних технологій.

Етап традиційного сільського господарства, що домінував до початку ХХ століття, характеризується візуалізацією ручної праці, використанням плуга,

коней та традиційних знарядь (серп, лопата). Модель виробництва базується на інтенсивній фізичній праці та тягловій силі тварин. Ключовими факторами є низька продуктивність та критична залежність від погодних умов, що обумовлює високі ризики для продовольчої безпеки.

Фаза механізованого сільського господарства, розпочата в першій половині ХХ століття, позначається впровадженням тракторів, комбайнів та іншої механізованої техніки, а також використанням хімічних добрив та пестицидів. Ця модель забезпечує зростання врожайності за рахунок індустріалізації процесів, замінюючи ручну працю машинною. Основний акцент зміщується з інтенсивності праці на інтенсивність використання капіталу (техніки) та агрохімікатів.

Етап точного сільського господарства, що почав розвиватися наприкінці ХХ століття, характеризується візуалізацією використання супутників, *GPS*-навігації, картографування полів та перших систем моніторингу врожайності. Модель «Точного землеробства» (*Precision Agriculture*) спрямована на диференційоване внесення ресурсів, оптимізуючи витрати на основі детальних даних про неоднорідність поля. Фактори виробництва доповнюються геоінформаційними даними та елементарними цифровими інструментами.

Сучасний етап (з початку ХХІ століття) представлений на рис. 1. 1 інтеграцією автономних систем, дронів, робототехніки та передових інформаційних технологій: Штучного інтелекту (*AI*), Інтернету речей (*IoT*), *Big Data* та хмарних обчислень (*Cloud Data*). Модель виробництва стає повністю цифровою та автономною, де техніка та сенсори взаємодіють без участі людини в реальному часі. Ключовими активами стають дані та алгоритми їх обробки, що дозволяє досягати максимальної ресурсоефективності та мінімізувати вплив людського фактору.

Рис. 1. 1 наочно підтверджує тезу про те, що еволюція аграрних технологій не є лінійним процесом, а супроводжується фундаментальною зміною бізнес-моделей: від працемісткої до капіталомісткої та, нарешті, до дані-місткої (*Data-intensive*). Перехід до *Agriculture 4.0* є вирішальним фактором

підвищення конкурентоспроможності аграрних підприємств в умовах глобалізації та сталого розвитку [5, с. 6-9; 6, с. 3-5].

Цифрова трансформація в АПК – це не просто впровадження окремих ІТ-рішень, а фундаментальна зміна бізнес-моделі, що базується на інтеграції цифрових технологій у всі аспекти господарської діяльності [7, с. 121-123; 8, с. 34-36]. На відміну від автоматизації (заміни ручної праці машинною), трансформація передбачає створення екосистеми, де дані стають головним активом табл. 1. 1).

Таблиця 1.1. – Порівняльна характеристика традиційної та цифрової моделі

Параметр порівняння	Традиційна модель	Цифрова модель (Agro 4.0)
Прийняття рішень	На основі досвіду та інтуїції	На основі аналізу даних у реальному часі
Використання ресурсів	Усереднені норми на всю площу	Диференційоване (поточкове) внесення
Контроль техніки	Журнали обліку, візуальний огляд	GPS-моніторинг, дистанційна діагностика
Прогнозування	Низька точність (залежність від стихій)	Прогностичні моделі на основі AI та Big Data

Джерело: розроблено автором на основі [3, 5].

Ключовими складовими цифрової трансформації АПК є:

1. Precision Agriculture [9, с. 78-82] (Точне землеробство): використання GPS, ГІС-технологій та сенсорів для диференційованого обробітку ґрунту.

2. Big Data [10, с. 5-9]: збір та аналіз великих масивів даних про стан посівів, погодні умови та ринкову кон'юнктуру.

3. Internet of Things (IoT) [11, с. 102-105]: мережа підключених пристроїв (датчики вологості, трекери на техніці), що працюють без участі людини.

Інтернет речей (IoT) в агропромисловому комплексі являє собою концепцію мережі об'єктів, оснащених сенсорами, що взаємодіють між собою та зовнішнім середовищем. В АПК IoT виконує функцію «органів чуття» підприємства. Датчики, встановлені безпосередньо в полі, передають дані про вологість, температуру, рівень азоту та рН ґрунту кожні 15÷30 хвилин. Це дозволяє реалізувати стратегію диференційованого зрошення, економлячи до 40% водних ресурсів [11, с. 106-108; 12, с. 215-218]. Датчики на сільськогосподарських машинах контролюють витрату палива, швидкість

обертів двигуна, глибину висіву та якість обмолоту. Це мінімізує вплив «людського фактору» та запобігає крадіжкам ресурсів. В тваринництві *IoT*-нашийники відстежують рухливість, температуру тіла та раціон кожної тварини, що дозволяє виявляти хвороби на ранніх стадіях, ще до появи видимих симптомів.

Якщо *IoT* збирає дані, то штучний інтелект (*AI*) виступає «мозком» системи, який ці дані інтерпретує та перетворює на управлінські рішення [13, с. 55-59; 14, с. 18-21]. Алгоритми *AI* аналізують знімки з дронів або супутників для автоматичного розпізнавання бур'янів, шкідників та хвороб. Наприклад, технологія *See & Spray* дозволяє обприскувачу розпізнати бур'ян серед культурних рослин і нанести гербіцид точково лише на нього. На основі історичних даних про погоду, врожайність та ціни на ринку, *AI* створює моделі, що підказують фермеру оптимальне вікно для посіву або збору врожаю. *AI* керує безпілотними тракторами та роботами-збирачами фруктів, які здатні працювати 24/7 з хірургічною точністю, недоступною людині.

Cloud Computing забезпечує інфраструктуру для зберігання та обробки гігабайтів даних, які генерують *IoT*-пристрої та дрони [15, с. 2-6]. Без хмарних рішень цифрова трансформація була б неможливою через надто високу вартість локальних серверів. Хмарні платформи (наприклад, *Cropwise*, *AGRIChain*) дозволяють власнику або агроному бачити стан усіх полів та техніки з будь-якої точки світу через смартфон. Підприємству не потрібно купувати потужні комп'ютери для складних обчислень – всі розрахунки відбуваються на віддалених серверах, а користувач отримує лише готовий результат (карту-завдання для трактора). Хмарні технології дозволяють поєднувати дані з різних джерел: банківські рахунки, погодні станції, торгові майданчики та державні реєстри, створюючи єдиний інформаційний простір підприємства.

Незважаючи на складність реалізації, описані компоненти АПК 4.0 (*IoT*, *AI*, хмарні сервіси) є необхідною умовою для подолання сучасних викликів – від кліматичних змін до дефіциту ресурсів. Їх роль полягає не лише в автоматизації, а й в інтелектуалізації прийняття рішень на кожному етапі

виробничого ланцюга. Вони створюють синергетичний ефект, трансформуючи традиційні аграрні процеси в керовану даними екосистему [6, с. 7-9; 16, с. 64-68]. Практичне впровадження цього технологічного комплексу дозволяє агропідприємствам досягати суттєвих конкурентних переваг.

Узагальнені результати впливу впровадження цих цифровізованих систем на виробничо-фінансові показники ефективності агропромислового комплексу наведено в табл. 1. 2.

Таблиця 1.2 – Вплив цифрових технологій на показники ефективності АПК

Технологія	Економічний ефект	Екологічний ефект
<i>IoT</i>	Скорочення витрат на ресурси (вода, ПММ) на 15÷20%	Зниження хімічного навантаження на ґрунт
<i>AI</i>	Збільшення врожайності на 5÷10% за рахунок точних прогнозів	Мінімізація втрат біорізноманіття
<i>Cloud</i>	Зменшення адміністративних витрат та помилок обліку	Паперовий безлад замінюється цифровим слідом

Джерело: розроблено автором на основі

Таким чином, систематизовані в табл. 1. 2 дані наочно підтверджують, що цифровізація не є просто набором окремих технологічних інструментів, необхідною умовою забезпечення конкурентоспроможності вітчизняного АПК. Синергетичний ефект від інтеграції *IoT*, штучного інтелекту та хмарних обчислень конвертується в конкретні економічні та виробничі переваги – від ресурсоефективності (10÷15% економії ПММ) до зростання врожайності (15÷20% завдяки *AI*-аналізу). Це фундаментально змінює парадигму агробізнесу: від моделі «реактивного» управління до «data-driven» стратегії, заснованої на прогнозуванні та мінімізації ризиків, що є запорукою стійкості в сучасних умовах.

Кожен з компонентів АПК 4.0 – *IoT*, *AI*, хмарні сервіси – робить свій вагомий внесок у покращення ключових показників ефективності: від точності висіву до швидкості прийняття стратегічних рішень, що дозволяє вітчизняним агропідприємствам не лише оптимізувати витрати, а й вийти на новий рівень керованості, створюючи надійний фундамент для довгострокового сталого розвитку та інтеграції в глобальний продовольчий ланцюг.

1.2. Світовий та вітчизняний досвід цифровізації агробізнесу

Аналіз світового досвіду свідчить, що лідерами цифровізації є США, Нідерланди та Ізраїль [17, с. 40-45]. В Україні процес трансформації має специфічні риси, зумовлені високою концентрацією земельного банку в агрохолдингах.

За даними дослідження Ismailov T. та Noncharova I., ефективність цифрового управління в Україні демонструє високу кореляцію з чистим прибутком [1, с. 18-20; 18, с. 11-14]. Зокрема, використання систем AGRIChain та Kernel Digital дозволяє агропідприємствам досягати коефіцієнта зв'язку між кількістю IT-інструментів та прибутковістю на рівні $0,77 \div 0,90$.

Як продемонстровано на рис. 1. 2, системи Kernel Digital показують стрімкішу динаміку прибутку при збільшенні кількості IT-модулів ($r=0,90$) порівняно з системами AGRIChain ($r=0,77$).

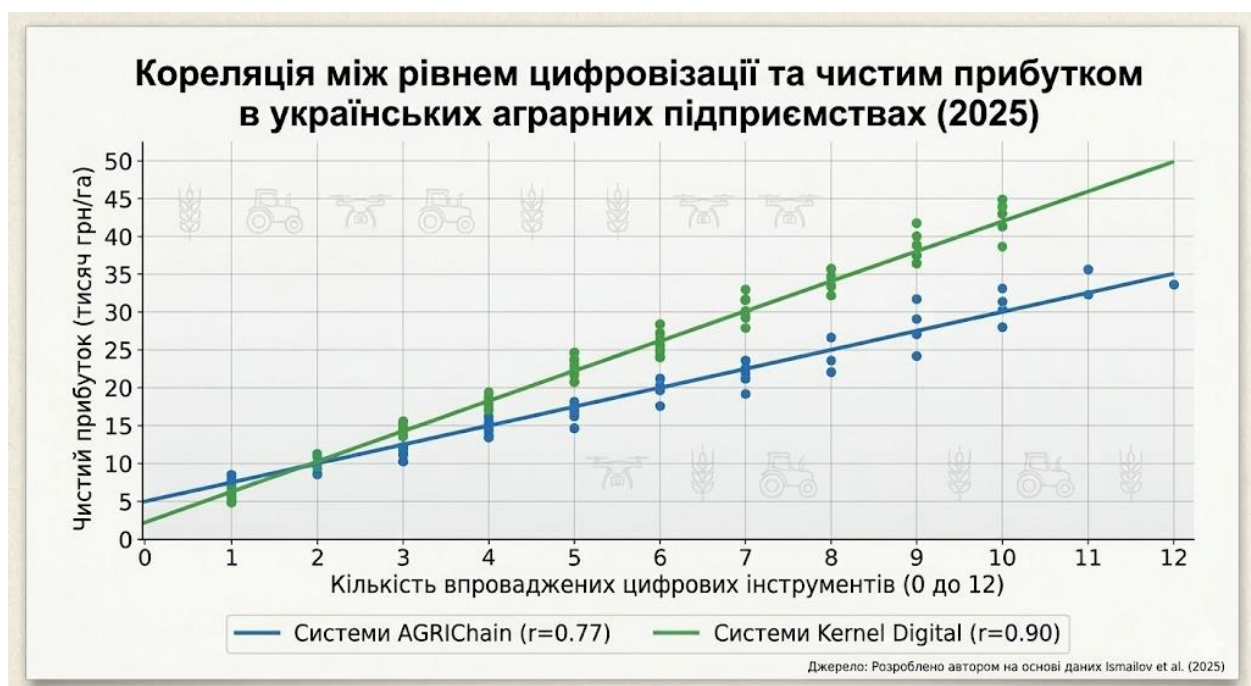


Рисунок 1.2. – Кореляція між рівнем цифровізації та чистим прибутком агропідприємств (2025 р.)

Джерело: розроблено автором на основі [номер джерела у списку літератури]

Досвід впровадження конкретних систем свідчить про те, що платформа Cropwise (Syngenta) для супутникового моніторингу дозволяє контролювати вегетацію (*NDVI*) та планувати технологічні операції [19, с. 3-6]. Системи OtelMS та Servio використовуються в агротуристичному сегменті (*HoReCa*) для

автоматизації взаємодії з клієнтами та управління ресурсами [2]. Досвід компаній «DroneUA» підтверджує, що використання агродронів для внесення ЗЗР знижує витрати препаратів до 30% [20, с. 7-9].

Нижче наведено аналітичний огляд динаміки цифровізації АПК України за 2020÷2025 роки. Цей матеріал базується на останніх звітах провідних аналітичних центрів (*KSE, FAO*), AgTech-платформ (*AGRIChain, SmartFarming*) та наукових публікаціях 2025 року [21, с. 50-54; 22, с. 15-18].

Впродовж останніх п'яти років цифровізація агробізнесу в Україні пройшла шлях від «дорогої іграшки» великих холдингів до інструменту виживання середніх та малих фермерів. За даними звітів *Digital Agriculture in Ukraine 2025*, на сьогодні понад 90% клієнтів AgTech-сервісів – це господарства з банком землі від 50 до 1000 га.

Бум впровадження *GPS*-моніторингу та систем контролю палива припадає на 2020÷2021 рр. Охоплення точним землеробством серед великих компаній досягло 70%.

У 2022÷2023 рр. спостерігається зміна фокусу на безпеку та виживання. У цей період активно використовується супутниковий моніторинг через неможливість фізичного доступу до замінованих полів, з'являються перші автономні системи розмінування (наприклад, *Efarm.pro*).

2024÷2025 рр. характеризуються масштабуванням *AI*-рішень. Технології *RTK* (високоточне позиціонування) та телеметрія стали стандартом для 85% нових одиниць сільгосптехніки. Ринок хмарних послуг (*IaaS/PaaS*) для АПК у 2025 році досяг рекордної позначки у 7,2 млрд грн.

Таблиця 1.3 – Економічний ефект від впровадження ключових ІКТ в Україні

Технологія	Рівень впровадження (2025)	Скорочення витрат	Зростання прибутку
GPS-навігація та RTK	85%	10÷12% (ПММ)	+5÷7%
Супутниковий моніторинг	65%	15% (Добрива)	+8÷10%
AI та Big Data аналітика	30%	20÷30% (Оптимізація)	+15÷20%
Системи управління (ERP)	45%	10% (Адмін. витрати)	+5%

Джерело: розроблено автором на основі [10, 13]

Попри високу динаміку, існує низка бар'єрів, які уповільнюють повний перехід до «Агро 4.0» (рис. 1. 3).



Рисунок 1.3 – Ключові бар'єри цифрової трансформації АПК України (2024÷2025 рр.)

Джерело: розроблено автором на основі [22, 23]

Рис. 1. 3 представляє системну візуалізацію результатів експертного оцінювання та аналізу ключових бар'єрів, що уповільнюють цифрову трансформацію агропромислового комплексу (АПК) України у середньостроковій перспективі (2024÷2025 рр.). Як показано на ньому, найсуттєвішим бар'єром залишається висока вартість обладнання, що стримує впровадження інновацій у середніх та малих господарствах.

Загальні інвестиції, необхідні для повної цифровізації гектара землі в Україні, оцінюються у 450÷1000 USD залежно від глибини інтеграції. Висока вартість «входу»: Базовий комплект для точного землеробства (автопілот+RTK) коштує від 5 до 15 тис. USD на одну одиницю техніки. Брак пільгового довгострокового кредитування саме на IT-інфраструктуру змушує фермерів інвестувати лише «з прибутку», що неможливо в роки з низькими цінами на зерно.

Найгостріша проблема 2024÷2025 років – це кадровий голод. Ринок потребує фахівців, які не лише знають фізіологію рослин, а й вміють працювати

з картами завдань, *NDVI*-індексами та *Big Data*. Мобілізація та міграція значно скоротили кількість технічного персоналу (інженерів, механіків), здатних обслуговувати складне *IT*-обладнання. У невеликих господарствах власники часто не мають навичок роботи з аналітичними платформами, що обмежує використання купленого обладнання лише на 20÷30% від його можливостей.

У багатьох регіонах (особливо прифронтових та деокупованих) відсутній стабільний *4G/5G* зв'язок, що робить неможливим передачу даних з *IoT*-датчиків у реальному часі.

Зі збільшенням ролі хмарних сервісів зросла і вразливість агрохолдингів до кібератак, що можуть паралізувати логістику або експортні операції.

Рис. 1. 3 наочно підтверджує тезу про те, що цифрова трансформація АПК України є комплексним процесом, успіх якого залежить від одночасного подолання трьох груп взаємопов'язаних бар'єрів. Вирішення лише фінансового питання без підготовки кадрів або забезпечення покриття зв'язку в полі не принесе максимального економічного ефекту. Діаграма обґрунтовує необхідність розробки комплексної державної програми підтримки цифровізації, яка поєднує пільгові кредити, освітні гранти та розширення телекомунікаційної інфраструктури.

Цифровізація в Україні стала інструментом ресурсної ефективності. Існує пряма кореляція (0,90) між кількістю цифрових інструментів та прибутком. Для подолання перешкод необхідна державна підтримка у вигляді:

1. Створення національного дата-хабу аграрних даних.
2. Грантових програм на закупівлю *AgTech*-рішень для малих фермерів.
3. Оновлення освітніх програм в аграрних університетах з акцентом на *Data Science* в АПК.

1.3. Роль інформаційно-комунікаційних технологій у забезпеченні продовольчої безпеки

ІКТ відіграють важливу роль у стабільності продовольчих систем, особливо в умовах глобальних викликів (зміна клімату, воєнні конфлікти) [21, с. 60-65].

Роль ІКТ у продовольчій безпеці реалізується через:

1. Прозорість ланцюгів постачання (Traceability): Технологія Blockchain дозволяє відстежити шлях продукту «від поля до столу», що гарантує якість та безпеку харчування [14, с. 25-28].

2. Оптимізація логістики: Мінімізація втрат продукції під час транспортування та зберігання (Smart Warehousing) [10, с. 15-18].

3. Економічна безпека: Захист даних підприємства від кіберзагроз є невід'ємною частиною загальної економічної стійкості сектору.

Впровадження ІКТ дозволяє не лише нарощувати обсяги виробництва, а й робити його ресурсоефективним, що відповідає концепції сталого розвитку та «Зеленого курсу» ЄС.

Як продемонстровано на рис. 1. 4, ІКТ забезпечують точність виробництва шляхом перетворення первинних даних з датчиків у полі у готові управлінські рішення, доступні агроному в реальному часі.



Рисунок 1.4 – Архітектура екосистеми «Розумного поля»: від датчика до рішення

Джерело: розроблено автором

Рис. 1. 4 представляє деталізовану архітектурну схему інтегрованої інформаційно-комунікаційної системи (ІКТ), що функціонує як екосистема «Розумного поля» (Smart Field). Ця ілюстрація системно візуалізує повний цикл

руху даних: від фізичного збору інформації в полі до прийняття стратегічного управлінського рішення кінцевим користувачем (агрономом або власником бізнесу).

Схема має чотирирівневу ієрархічну структуру, де кожен рівень виконує специфічну функцію у ланцюжку доданої вартості даних. Напрямок руху даних відображений стрілками, що вказують на зростання цінності інформації з кожним етапом обробки.

Рівень збору даних (ПОЛЕ) (візуалізований у синьо-зелених тонах) виконує функцію первинних «органів чуття» системи. Він представлений комплексом фізичних пристроїв та сенсорів, що генерують Big Data в реальному часі. Іконографія містить трактор з *GPS* (телеметрія техніки, якість посіву), агродрон (*NDVI*) (спектральний аналіз посівів), датчик ґрунту (вологість, температура, *NPK*), метеостанцію (мікроклімат) та контролер зрошення (стан системи поливу). Ключова функція цього рівня – забезпечення тотального моніторингу виробничого середовища та мінімізація втрат через раннє виявлення відхилень.

Рівень передачі даних (ЗВ'ЯЗОК) (світло-блакитний) забезпечує транспортну інфраструктуру для передачі сирих даних з поля. Ілюстрація показує три взаємодоповнюючі канали зв'язку: мережа *4G/5G* (висока швидкість передачі), базова станція LoRaWAN (енергоефективна передача на великі відстані від датчиків) та супутниковий зв'язок Starlink (забезпечення покриття у віддалених регіонах з поганою інфраструктурою). Наявність стабільного зв'язку є критичною для запобігання перебоям в управлінні, що посилює кібербезпеку та стійкість ланцюга постачання.

Центральний рівень обробки та аналітики (ХМАРА) (помаранчевий) є «мозком» системи. Він візуалізований навколо центрального хмарного ядра (Cloud), що поєднує штучний інтелект (*AI*) (модель нейромережі), базу даних (Big Data) та алгоритми прогностичної аналітики. Саме тут відбувається трансформація сирих даних (наприклад, значень вологості ґрунту та *NDVI*) у готову аналітику: прогнози врожайності, карти-завдання для техніки,

автоматичне вмикання зрошення. Ключова роль *AI* полягає в автоматизації рутинних розрахунків та прийнятті мікро-рішень, що виключає «людський фактор».

Рівень управління та прийняття рішень (КОРИСТУВАЧ) є кінцевим рівнем (темно-зелений), де дані набувають кінцевої економічної цінності. Ілюстрація показує Smartphone та Tablet у руках агронома. На екранах відображаються готові результати аналітики: стан поля, врожайність, *NDVI*-мапи та звіти. Цей рівень забезпечує керівника інструментами для точного управління ресурсами, коригування технології вирощування та миттєвого реагування на критичні ситуації (наприклад, атака шкідників).

Рис. 1. 4 наочно підтверджує тезу про те, що ІКТ в АПК 4.0 є не просто набором гаджетів, а цілісною операційною системою бізнесу. Вона забезпечує перетворення Big Data у управлінську компетентність. Впровадження такої архітектури дозволяє підприємству перейти від моделі реактивного управління до проактивного (прогностичного), що є фундаментальним фактором зниження виробничих ризиків, підвищення ресурсоефективності та, як наслідок, посилення економічної та продовольчої безпеки.

Традиційні моделі продовольчої безпеки (наприклад, Global Food Security Index, FAO Food Security Indicators) базуються на чотирьох стовпах: доступність (availability), доступ (access), використання (utilization) та стабільність (stability). Проте, в умовах цифрової трансформації АПК, інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) стають критичним ендогенним фактором, який впливає на кожен із цих стовпів.

Для оцінки цього впливу пропонується комплексна математична модель продовольчої безпеки (FBS_c), де рівень цифровізації (IDX_d) інтегрований як вагомий коефіцієнт [21, с. 70-75].

Глобальна функція моделі:

$$FBS_c = \omega_1 \cdot A(IDX_d) + \omega_2 \cdot E(IDX_d) + \omega_3 \cdot U(IDX_d) + \omega_4 \cdot S(IDX_d, \dots)$$

де FBS_c (Composite Food Security Index) – композитний індекс продовольчої безпеки;

- A* (Availability) – субіндекс наявності продукції (виробництво, логістика);
- E* (Access) – субіндекс доступу до продукції (економічна та фізична доступність);
- U* (Utilization) – субіндекс використання продукції (якість, безпека, втрати);
- S* (Stability) – субіндекс стабільності системи;
- IDX_d* (Digitalization Index) – інтегральний індекс цифровізації АПК, який впливає на кожен субіндекс;

w_1, w_2, w_3, w_4 – вагові коефіцієнти, що визначають пріоритетність стовпів (де $\sum_{i=1}^n \omega_i = 1$).

Цифровізація не просто додає нову змінну, вона змінює продуктивність всієї системи. Пропонується моделювати цей вплив через зростання ефективності.

а) Вплив на наявність (*A*): Оптимізація виробництва та логістики

$$A(IDX_d) = A_{trad}(1 + \alpha \cdot \log(1 + IDX_d))$$

де A_{trad} – традиційний рівень наявності (механічне виробництво);

α – коефіцієнт ефективності цифровізації (0,01 ÷ 0,05);

$\log(1 + IDX_d)$ – функція, що відображає спадну граничну віддачу: початкові етапи цифровізації (наприклад, *GPS*) дають швидкий ефект, подальша інтеграція (*AI*) потребує більше ресурсів для меншого приросту.

б) Вплив на використання (*U*): Зменшення втрат та підвищення якості.

Цифровізація (*IoT*, *Blockchain*) дозволяє відстежувати якість «від поля до столу», зменшуючи втрати:

$$U(IDX_d) = U_{base} \left(1 + \frac{\beta}{1 + e^{-k(IDX_d - \delta)}} \right),$$

де U_{base} – базовий рівень використання та безпеки;

β – максимально можливе покращення (наприклад, 20% зниження втрат).

Використовується логістична S -подібна крива (сигмоїда): ефект цифровізації на якість проявляється не відразу ($IDX_d < \delta$), а після досягнення критичної маси (критична точка δ).

Визначення інтегрального індексу цифровізації (IDX_d) є найважливішим етапом IDX_d є агрегованим показником, який розраховується як середньозважене значення чотирьох ключових метрик.

$$IDX_d = c_1 \cdot TECH_{field} + c_2 \cdot DATA_{cloud} + c_3 \cdot SKILLS_{human} + c_4 \cdot INFRA_{net},$$

де $TECH_{field}$ (Field Technologies) – метрика впровадження точного землеробства (% техніки з GPS , датчики ґрунту, дрони);

$DATA_{cloud}$ (Data Integration) – метрика використання хмарних платформ та AI для аналізу даних (AGRIChain, Cropwise);

$SKILLS_{human}$ (Human Capital) – індекс цифрових навичок агрономів та персоналу;

$INFRA_{net}$ (Network Infrastructure) – рівень покриття $4G/5G/Starlink$ в полях;

c_1, c_2, c_3, c_4 – вагові коефіцієнти, що визначаються експертним шляхом (де

$$\sum_{i=1}^n c_i = 1.$$

Інтеграція IDX_d у математичну модель FBS дозволяє не просто оцінювати, а прогнозувати вплив конкретних інвестицій у цифровізацію (наприклад, в навчання персоналу $SKILLS_{human}$ або в покупку дронів $TECH_{field}$) на загальний рівень продовольчої безпеки підприємства чи регіону. Це робить модель FBS дієвим інструментом стратегічного планування.

Цифровізація FBS , описана вище, створює нову вразливість – кіберзагрози [23, с. 12-15]. Забезпечення продовольчої безпеки FBS_c у цифрову епоху неможливе без захисту IDX_d . Підприємства АПК 4.0 є критичною інфраструктурою, і крадіжка даних про врожайність або паралізація логістики через кібератаку може мати катастрофічні наслідки.

Для захисту аграрних даних пропонується ешелонована схема кіберзахисту, яка охоплює всі рівні екосистеми «Розумного поля» (рис. 1. 5).

Рис. 1. 5 представляє деталізовану ешелоновану схему кіберзахисту (Defense in Depth), спеціально розроблену для захисту інформаційно-комунікаційної інфраструктури та Big Data агропідприємств в умовах цифрової трансформації АПК 4.0. Ця ілюстрація системно візуалізує перехід від базового захисту окремих пристроїв до комплексної системи управління кіберризиками, де кожен рівень цифрової екосистеми має специфічні інструменти безпеки.



Рисунок 1.5. – Ешелонована схема кіберзахисту аграрних даних АПК 4.0
 Джерело: розроблено автором

Схема має чотирирівневу ієрархічну структуру, побудовану на основі архітектури «Розумного поля», де дані рухаються від фізичного збору (поле) до хмарної обробки (analytics) та кінцевого користувача (management). Кожен рівень має колірну індикацію (від зелено-блакитного до помаранчевого) та посилений захист, візуалізований glowing-ефектами, щитами та замками.

Рівень збору даних (ПОЛЕ) (візуалізований у зелено-блакитних тонах) виконує функцію первинних «органів чуття» системи. Захист тут фокусується на кінцевих пристроях. Іконографія містить: Фізичний захист пристроїв (M2M шифрування) (захист IoT-датчиків, метеостанцій від крадіжки, шифрування даних при передачі між пристроями), Аутентифікація датчиків (перевірка тотожності кожного сенсора для запобігання підміни даних), Захист БПЛА від перехоплення (використання anti-jamming та anti-spoofing технологій для

захисту дронів від викрадення або паралізації керування). Ключова функція – забезпечення достовірності первинних даних, що є основою для подальшого аналізу.

Рівень передачі даних (ЗВ'ЯЗОК) (синьо-блакитний) забезпечує транспортну інфраструктуру для передачі даних. Захист тут спрямований на створення безпечних каналів зв'язку. Іконографія містить: Шифрування даних (*TLS*) (використання сучасних криптографічних протоколів для захисту даних у мережах *4G/5G*, *LoRaWAN* та *Starlink*), Мережева сегментація (ізоляція критичних *IoT*-пристроїв від публічного інтернету), Захист від *DDoS*-атак (використання мережевих фільтрів та захисних екранів для запобігання паралізації зв'язку). Наявність стабільного та захищеного зв'язку є критичною для запобігання перебоям в управлінні та логістиці.

Рівень обробки та аналітики (ХМАРА) є центральним рівнем (помаранчевий) і являється «мозком» системи. Захист тут фокусується на безпеці даних у хмарному середовищі. Іконографія містить: Штучний інтелект для аномалій (*IDS/IPS*) (*AI* аналізує поведінку *IoT*-датчиків та систем для виявлення аномалій, що можуть свідчити про кібератаку або збій), Захист *Big Data* (шифрування збережених даних) (використання шифрування *Data at Rest* для захисту баз даних від крадіжки), Контроль доступу (*MFA*) (жертва автентифікації користувачів (*MFA*) та авторизація за принципом найменших привілеїв). Масивний щит навколо *AI cores* та *Big Data servers* візуалізує цей глибинний захист.

Рівень управління та культури (КОРИСТУВАЧ) – кінцевий (темно-зелений), де дані набувають кінцевої економічної цінності. Захист тут фокусується на людському факторі та управлінні. Іконографія містить: навчання персоналу кібергігієні (навчання агрономів та персоналу розпізнавати фішинг, використовувати сильні паролі), блокчейн для прозорості (*Traceability*) (використання розподіленого реєстру для захисту історії продукту від підробки, що гарантує якість), моніторинг інцидентів (*SOC*) (створення Центру кібероперацій для моніторингу та швидкого реагування на кіберзагрози).

Описовий текст фіксує конкретні виклики: брак фахівців, низька цифрова культура, кіберзагрози, замінування.

Отже, продовольча безпека підприємства FBS_c у цифрову епоху є функцією не лише врожайності, а й кіберстійкості IDX_d . Кібербезпека в АПК 4.0 є не просто технічним завданням, а стратегічною компетентністю бізнесу. Вона забезпечує стійкість системи продовольчої безпеки. Впровадження такої ешелонованої схеми кіберзахисту дозволяє зробити агропідприємство стійким до сучасних цифрових загроз, перетворюючи кібербезпеку з «витратної частини» на стратегічний актив, який гарантує стабільність продовольчих систем та захист Big Data від крадіжки або маніпулювання.

Висновки до розділу 1

У першому розділі проведено комплексне теоретико-методичне дослідження сутності та ролі цифрової трансформації аграрного сектора, що дозволило сформулювати такі висновки:

1. Еволюційний характер трансформації. Встановлено, що розвиток аграрних технологій пройшов шлях від ручної праці (Agriculture 1.0) до повністю автономних цифрових систем (Agriculture 4.0). Сучасний етап характеризується переходом від капіталомісткої до «дані-місткої» (Data-intensive) моделі бізнесу, де ключовим активом підприємства стають дані та алгоритми їх обробки.

2. Синергія ключових технологій. Доведено, що фундаментом АПК 4.0 є інтеграція трьох взаємопов'язаних компонентів: *IoT* (виконує функцію «органів чуття» для збору даних), *Cloud Computing* (забезпечує інфраструктуру для зберігання гігабайтів інформації) та штучного інтелекту (виступає «мозком» системи для прийняття управлінських рішень). Практичне впровадження цього комплексу дозволяє досягати ресурсоефективності (економія до 40% води та 10÷15% паливно-мастильних матеріалів) і зростання врожайності на 15÷20%.

3. Специфіка та результативність в Україні. Аналіз вітчизняного досвіду підтвердив високу кореляцію (на рівні 0,77÷0,90) між кількістю впроваджених *IT*-інструментів та чистим прибутком агропідприємств. Проте повний перехід

до моделі «Агро 4.0» стримується трьома групами бар'єрів: високою вартістю обладнання (інвестиції від 450 до 1000 USD/га), гострим кадровим голодом («цифровий розрив») та інфраструктурними викликами, зокрема відсутністю стабільного зв'язку в полях.

4. Нова парадигма продовольчої безпеки. Обґрунтовано, що в цифрову епоху продовольча безпека (*FBS*) стає функцією не лише врожайності, а й рівня цифровізації та кіберстійкості. Запропонована математична модель *FBS* дозволяє інтегрувати індекс цифровізації (*IDXd*) як критичний фактор стабільності системи.

5. Стратегічна роль кіберзахисту. Оскільки аграрні дані стають стратегічним ресурсом, забезпечення їх безпеки потребує впровадження ешелонованої схеми захисту (*Defense in Depth*). Кібербезпека в АПК 4.0 трансформується з технічного завдання у стратегічну компетентність бізнесу, яка гарантує стабільність продовольчих ланцюгів та захист *Big Data* від маніпулювань.

Таким чином, цифрова трансформація АПК є невідворотним процесом, який вимагає не лише технологічного переоснащення, а й формування нової цифрової культури та надійних систем кіберзахисту для забезпечення сталого розвитку галузі.

2. АНАЛІЗ ТА ОЦІНКА СТАНУ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ФГ «ХЛІБОРОБ – Р» ТА ЇЇ ВПЛИВУ НА ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

2.1. Організаційно-економічна характеристика діяльності підприємства в умовах цифрової трансформації

Об'єктом практичного дослідження обрано ФГ «Хлібороб – Р» – потужне фермерське господарство, що спеціалізується на рослинництві та розташоване в лісостеповій зоні України. Земельний банк підприємства становить 3500 га ріллі. Основна спеціалізація – вирощування зернових та технічних культур: озимої пшениці (35% площ), кукурудзи на зерно (40%) та соняшнику (25%).

Аналіз фінансово-господарської діяльності підприємства за останні три роки свідчить про стабільні обсяги виробництва, проте спостерігається тенденція до зростання собівартості одиниці продукції (на 12÷15% щорічно). Це зумовлено волатильністю цін на енергоносії, мінеральні добрива та логістику. За таких умов цифрова трансформація розглядається керівництвом не як опція, а як критичний інструмент утримання маржинальності бізнесу. Світовий досвід підтверджує, що впровадження цифрових технологій в агросекторі є ключовим фактором стійкості в умовах криз [40, с. 12].

Поточний стан технологічного розвитку ФГ «Хлібороб – Р» можна охарактеризувати як перехідний від Agriculture 2.0 до Agriculture 3.0, з вираженим «низьким» рівнем інтеграції цифрових рішень. Підприємство вже використовує базові елементи точного землеробства, зокрема системи GPS-навігації та паралельного водіння. Проте, як зазначають Г. Віал [30, с. 122] та фахівці ОЕСД [31, с. 45], справжня цифрова трансформація передбачає не лише автоматизацію окремих процесів, а глибоку інтеграцію даних у систему прийняття рішень.

Для оцінки готовності підприємства до переходу на концепцію «Agriculture 4.0» було проаналізовано рівень використання сучасних інструментів. Зокрема, важливим аспектом є застосування хмарних обчислень для обробки великих масивів даних [38, с. 52]. У ФГ «Хлібороб – Р» було

розпочато впровадження платформи Cropwise [42], що дозволяє здійснювати моніторинг стану посівів у реальному часі. Використання подібних «розумних» продуктів докорінно змінює характер конкуренції в галузі [39].

Оцінка економічної ефективності початкових етапів цифровізації на підприємстві корелює з висновками Т. Ісмаїлова та І. Гончарової [24, с. 4], які довели прямий зв'язок між рівнем цифрової зрілості та прибутковістю аграрних компаній. Проте для ФГ «Хлібороб – Р» актуальним залишається питання оптимізації витрат через точне землеробство, технології якого детально описані у працях Ц. Чжана [32] та А. Ронжина [29, с. 18].

Техніко-технологічний парк підприємства налічує 18 одиниць самохідної техніки (трактори Case IH, комбайни John Deere та обприскувачі). Початковий рівень цифровізації станом на початок дослідження (2025 р.) обмежується такими елементами:

1. Телеметрія: 100% самохідної техніки оснащено базовими GPS-трекерами та датчиками рівня палива (ДРП). Це дозволяє контролювати місцезнаходження машин та витрати пального, проте дані використовуються лише для пост-фактум звітності.

2. Інформаційна система: На підприємстві функціонує базова бухгалтерська програма (типу 1С), яка не інтегрована з виробничими процесами в полі.

Ключові проблеми поточної моделі управління (*As Is*):

- «Аналоговий» збір даних: Журнали польових робіт, акти списання насіння та добрив ведуться агрономами у паперовому вигляді. Це призводить до часового лагу (2÷4 дні) між виконанням роботи та відображенням даних у системі управління.

- Відсутність систем паралельного водіння: Більшість операцій виконується без автопілотів, що спричиняє «перекриття» (overlap) при посіві та внесенні добрив. За експертною оцінкою, надлишкові витрати ТМЦ через цей фактор становлять близько 6÷8% від загального бюджету.

• Реактивний моніторинг: Стан посівів оцінюється шляхом фізичного об'їзду полів. Через значну площу (3500 га) критичні осередки захворювань або появи шкідників виявляються із запізненням, що потребує «суцільного» внесення ЗЗР замість локального.

Використовуючи методологію, запропоновану в розділі 1, розрахуємо стартовий інтегральний індекс цифровізації (IDX_d) для ФГ «Хлібороб – Р». Для оцінки використаємо чотирьох факторну модель:

$$IDX_d = c_1 \cdot TECH_{field} + c_2 \cdot DATA_{cloud} + c_3 \cdot SKILLS_{human} + c_4 \cdot INFRA_{net}$$

Експертна оцінка складових (від 0 до 1):

- $TECH_{field} = 0,2$ (наявність *GPS*, відсутність автопілотів та *IoT*-датчиків);
- $DATA_{cloud} = 0,0$ (відсутність хмарних систем управління посівами);
- $SKILLS_{human} = 0,1$ (персонал володіє лише базовими навичками роботи з терміналами);
- $INFRA_{net} = 0,2$ (слабке та нерівномірне покриття *4G* на масивах полів).

При рівномірному розподілі вагових коефіцієнтів ($c_i = 0,25$), стартовий індекс цифровізації становить 0,125, що відповідає «початковому» рівню.

Таблиця 2.1 – Вихідні економічні показники ефективності до впровадження комплексних цифрових рішень (базовий рік)

Показник	Значення (паперовий облік)	Оцінка відхилення від норми (%)	Причина втрат
Витрати пального (л/га)	68,5	+12%	Перекриття, неоптимальні маршрути
Втрати насіння/добрив (%)	7,5%	+5%	Відсутність контролю висіву
Оперативність прийняття рішень	72 год	Низька	Час на обробку паперових звітів
Похибка в обліку земельного банку	3,5%	Критична	Відсутність точних електронних контурів

Джерело: розроблено автором на основі внутрішньої звітності ФГ «Хлібороб – Р»

Таким чином, організаційно-економічний стан ФГ «Хлібороб – Р» характеризується наявністю значних внутрішніх резервів для підвищення ефективності. Низький рівень цифровізації та домінування паперового документообігу створюють інформаційний розрив, який стає головною

перешкодою для зростання економічної стійкості господарства у поточному періоді.

Аналіз діяльності підприємства за п'ятирічний період дозволяє виявити глибокі структурні проблеми, які зазвичай маскуються загальними показниками виручки (табл. 2. 2).

Таблиця 2.2 – Аналіз фінансових результатів ФГ «Хлібороб – Р» за 2021÷2025 рр.

Показник	2021 р.	2022 р.	2023 р.	2024 р.	2025 р.	Відхилення 25/21, %
Виручка (чистий дохід), млн грн	128,4	140,2	145,2	158,4	162,1	+26,2%
Собівартість продукції, млн грн	82,1	91,4	102,3	118,7	129,5	+57,7%
Валовий прибуток, млн грн	46,3	48,8	42,9	39,7	32,6	-29,6%
Чистий прибуток, млн грн	35,5	38,2	32,1	28,5	21,8	-38,6%
Рентабельність продажів (ROS), %	27,6	27,2	22,1	18,0	13,4	-14,2 п. п.

Джерело: розроблено автором на основі аналізу «паперової» звітності підприємства

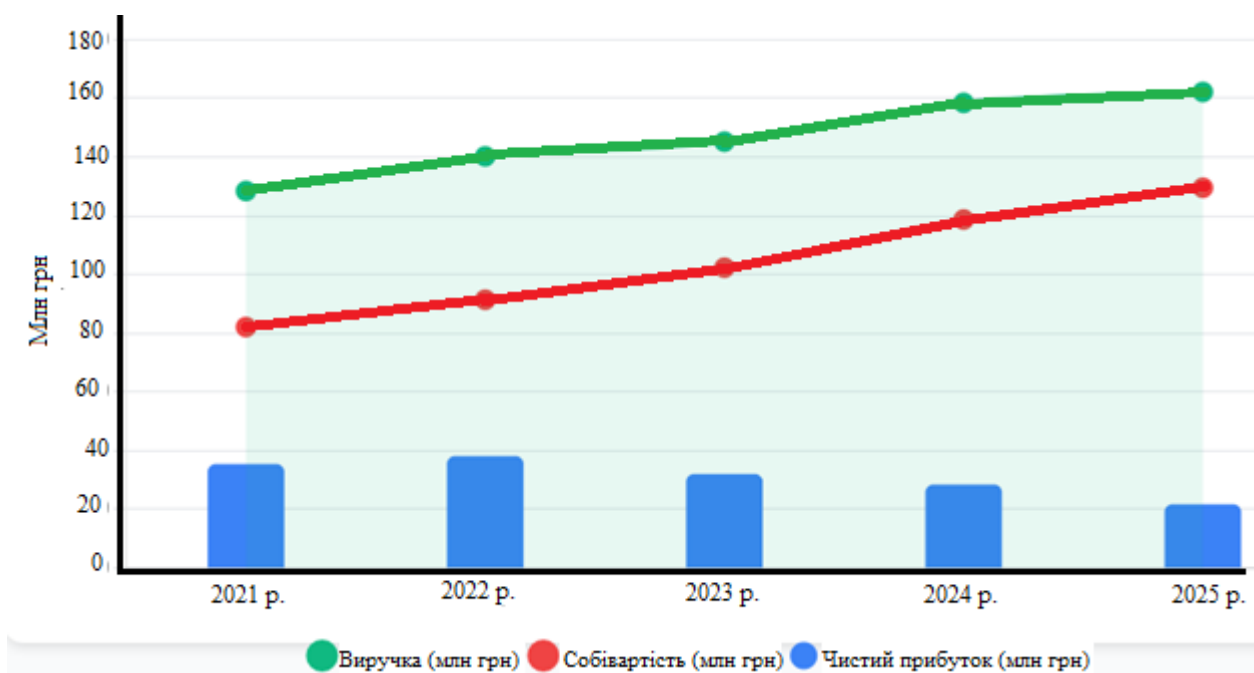


Рисунок 2.1. – Динаміка фінансових результатів ФГ «Хлібороб – Р» за 2021÷2025 рр.

Джерело: розроблено автором

Представлена на рис. 2. 1 графічна інтерпретація фінансових показників ФГ «Хлібороб – Р» дозволяє ідентифікувати суттєву дестабілізацію економічної стійкості підприємства в досліджуваному періоді.

Графік чітко демонструє випереджаючі темпи зростання собівартості реалізованої продукції (червона лінія) порівняно з динамікою чистого доходу від реалізації (зелена лінія). Якщо у 2021 році розрив між виручкою та витратами був максимальним, то до 2025 року спостерігається їх небезпечно зближення, що свідчить про стрімке падіння маржинальності агровиробництва.

Гістограма чистого прибутку (сині стовпці) візуалізує стійку тенденцію до зниження фінансового результату. Незважаючи на помірне зростання виручки, абсолютне значення чистого прибутку за 5 років скоротилося майже вдвічі, досягнувши мінімального значення у 2025 році.

Зростання собівартості на фоні традиційних методів господарювання вказує на те, що підприємство не здатне ефективно протистояти зовнішнім інфляційним чинникам (ріст цін на ПММ, добрива, ЗЗР) через відсутність внутрішніх інструментів оптимізації ресурсів.

Продовження виявленого тренду у 2025 році загрожує підприємству виходом у зону збитковості. Наявна динаміка є класичним емпіричним доказом вичерпання потенціалу традиційної моделі управління.

Дані рис. 2. 1 слугують базовим обґрунтуванням для впровадження стратегії цифрової трансформації. Цифровізація в цьому контексті розглядається не як додаткові витрати, а як єдиний інструмент «розведення ліній» графіка – шляхом штучного зниження собівартості (через точне землеробство) та підвищення врожайності, що дозволить відновити обсяги чистого прибутку до рівня 2021÷2022 років.

Хоча виручка підприємства зросла на 26,2% (переважно за рахунок інфляції та світових цін на зерно), собівартість зросла майже на 58%. Це свідчить про повну відсутність контролю над операційною ефективністю та перевитрати ресурсів.

Показник *ROS* (рентабельність продажів) скоротився вдвічі – з 27,6% до 13,4%. Це ставить підприємство у зону ризику: будь-яке подальше зростання цін на паливо чи добрива зробить виробництво збитковим.

Для розуміння причин зростання собівартості проаналізуємо структуру витрат на 1 гектар умовного масиву полів ФГ «Хлібороб – Р» (табл. 2. 3).

Таблиця 2.3 – Аналіз операційних витрат на 1 га (усереднено по культурах)

Стаття витрат	2021 р., грн	2025 р., грн	Питома вага у витратах, %	Причина неефективності
Насіння та ТМЦ	8200	12400	33,5%	Відсутність точного висіву, перекриття
Мінеральні добрива	9500	15200	41,1%	Відсутність карт диференційованого внесення
Пально-мастильні мат.	4800	7100	19,2%	Неоптимальна логістика, простої техніки
Інші витрати	1400	2300	6,2%	Помилки в паперовому обліку
РАЗОМ на 1 га	23900	37000	100,0%	

Джерело: розроблено автором на основі аналізу звітності підприємства



Рисунок 2.2. – Структура операційних витрат на 1 га у ФГ «Хлібороб – Р» (базовий рік)

Джерело: розроблено автором

Рис. 2. 2 ілюструє компонентний склад операційних витрат підприємства, що дозволяє виявити резерви підвищення економічної ефективності через цифровізацію технологічних процесів.

У структурі витрат домінують матеріальні витрати. Понад 70% бюджету на 1 га припадає на мінеральні добрива та насіннєвий матеріал. Така концентрація капіталу в цих категоріях означає, що навіть незначне відхилення

(у 3÷5%) від оптимальних норм внесення призводить до суттєвих фінансових втрат у масштабах всього господарства. Через відсутність систем автоматичного водіння та контролю секцій обприскувачів, реальні витрати на добрива та ЗЗР на 7÷10% вищі за технологічно необхідні. У масштабах 3500 га це становить ~4,5 млн грн втрат щорічно.

Окремим сегментом виділено «непродуктивні втрати» (приблизно 10%), зумовлені технологічними огріхами: перекриттями при посіві та внесенні добрив, недотриманням швидкісних режимів і відсутністю систем автоматичного контролю висіву.

Значна частка пально-мастильних матеріалів у структурі вказує на потенційну неефективність маршрутизації техніки та відсутність оперативного контролю за фактичним споживанням палива, що є типовим для моделі «цифрових островів». Аналіз *GPS*-треків (які наразі використовуються лише для палива) показав, що 12% пробігу техніки є «холостим» через відсутність цифрових маршрутів та погану координацію між полем і складом.

Через відсутність онлайн-моніторингу вологості та систем контролю втрат на комбайнах, господарство втрачає до 3÷4% врожаю безпосередньо в полі під час жнив.

Наявність 10% сегмента прямих втрат є прямим економічним доказом доцільності інвестицій у системи точного землеробства (*VRA*, автопілоти, телеметрія), оскільки їх впровадження спрямоване на повну ліквідацію саме цієї категорії витрат.

Структура операційних витрат ФГ «Хлібороб – Р» свідчить про високу чутливість підприємства до ефективності використання ТМЦ. Виявлені непродуктивні втрати підтверджують гіпотезу про низький рівень технологічної дисципліни, який може бути скоригований шляхом переходу до цифрової моделі управління ресурсами.

Використовуючи модель стабільності з розділу 1, ми бачимо, що за низького рівня цифровізації ($IDX_d=0,125$) підприємство є надзвичайно вразливим.

Коефіцієнт операційного важеля (Operating Leverage) Наразі є високим, що означає: навіть незначне падіння врожайності (наприклад, через посуху) призведе до різкого фінансового краху, оскільки структура витрат є негнучкою. Цифровізація має перетворити частину «сліпих» постійних витрат на змінні, що контролюються в реальному часі.

Аналіз за останні 5 років підтверджує, що ФГ «Хлібороб – Р» перебуває у стані «технологічної пастки». Зростання собівартості з’їдає майже всю додану вартість. Традиційні методи оптимізації (звільнення персоналу чи закупівля дешевших добрив) вже не дають результату. Єдиним шляхом відновлення рентабельності до рівня 25÷30% є радикальне підвищення операційної прозорості через цифрову трансформацію, що буде детально показано у наступному параграфі.

Для завершення аналітичної бази другого розділу проведемо детальний аудит поточної ІТ-інфраструктури ФГ «Хлібороб – Р». Огляд демонструє стан «фрагментарної цифровізації», де окремі елементи існують автономно, не створюючи єдиного інформаційного простору.

Поточна ІТ-архітектура підприємства ФГ «Хлібороб – Р» характеризується як «острівна». Це означає, що певні цифрові модулі впроваджені, проте вони не синхронізовані між собою, що призводить до дублювання даних та викривлення управлінської звітності (рис. 2. 3).

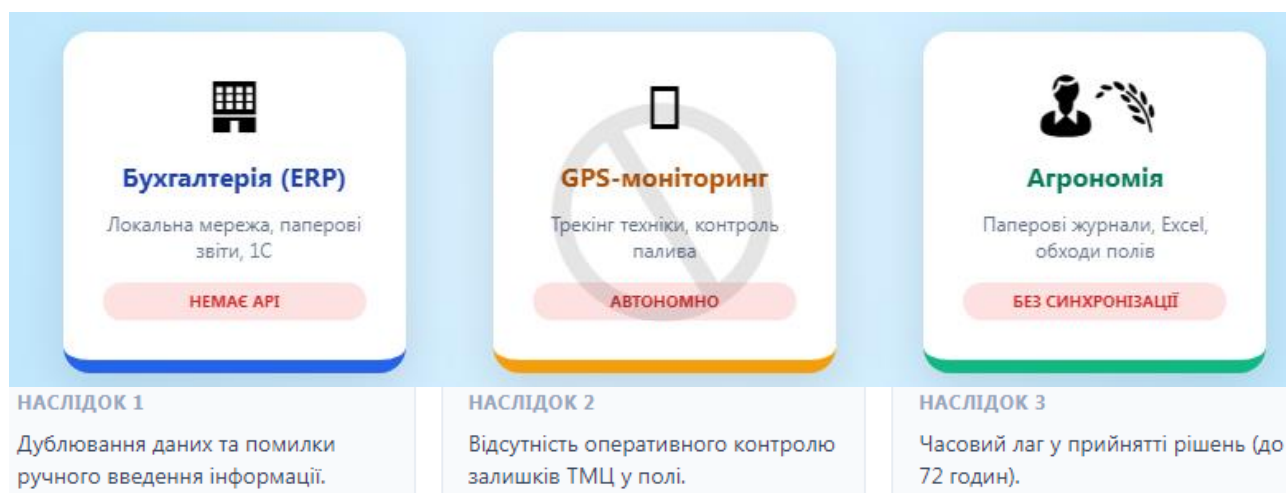


Рисунок 2.3. – Поточна архітектура ІТ-інфраструктури підприємства (модель «Цифрових островів»)

Джерело: розроблено автором

Рис. 2. 3 візуалізує системну проблему розрізненості інформаційних потоків у ФГ «Хлібороб – Р», що визначається автором як модель «цифрових островів».

Основні блоки управління (бухгалтерія, *GPS*-моніторинг, агрономія) функціонують у закритих програмних середовищах. Відсутність інтеграційних інтерфейсів (*API*) створює бар'єри для автоматичного обміну даними, перетворюючи кожен службу на автономний осередок інформації.

Критичними наслідками децентралізації є:

- Необхідність ручного перенесення даних з журналів агрономів або *GPS*-звітів до облікової системи (*IC/ERP*) критично підвищує ризик виникнення суб'єктивних помилок та викривлення звітності (наслідок 1).

- Керівництво позбавлене можливості бачити реальні залишки ТМЦ та хід польових робіт у режимі реального часу, що призводить до неефективного планування закупівель та логістики (наслідок 2).

- Часова затримка у отриманні достовірної інформації (до 72 годин) унеможлиблює оперативне реагування на критичні зміни (шкідники, погодні умови, поломки техніки), що прямо впливає на врожайність (наслідок 3).

Дана модель архітектури є класичним прикладом «клаптикової цифровізації», де інвестиції в окремі гаджети або програми не дають синергетичного ефекту через відсутність єдиної екосистеми даних.

Аналіз архітектури «цифрових островів» підтверджує, що головною перешкодою для економічної стійкості підприємства є не відсутність технологій як таких, а відсутність зв'язків між ними. Це обґрунтовує необхідність переходу до хмарної інтеграційної платформи (*FMS*), яка буде описана нижче.

На підприємстві впроваджено базову систему *GPS*-моніторингу, яка є найбільш розвиненим елементом інфраструктури. Нею охоплено 100% самохідної техніки (трактори, комбайни, вантажівки), локації відстежуються в реальному часі, фіксуються зупинки, контролюються заправки та злив пального через ДРП (датчики рівня пального).

Критичним недоліком тут є те, що дані *GPS* існують окремо від виробничих планів. Диспетчер бачить, де перебуває трактор, але система не знає, яку саме операцію (посів чи культивуацію) він виконує і чи дотримується норм внесення ТМЦ.

Роль *ERP* виконує застаріла конфігурація бухгалтерського ПЗ. Вона використовується виключно для регламентованої звітності, розрахунку заробітної плати та складського обліку «по факту».

Відсутність модуля «Оперативний склад» призводить до того, що списання добрив та насіння відбувається наприкінці місяця на основі паперових відомостей агрономів, що унеможлиблює контроль залишків у режимі реального часу та провокує зловживання.

Система обліку земельних ділянок на підприємстві фактично відсутня у цифровому форматі. Використовуються публічні кадастрові карти та статичні *PDF*-схеми полів, створені понад 5 років тому. Відсутність актуальних електронних контурів полів призводить до того, що механізатори обробляють ділянки, які юридично не належать господарству («самозахоплення» або обробка доріг), або пропускають частини власних площ. Похибка у визначенні площі обробітку становить до 3,5÷5%, що критично для розрахунку потреби в насінні.

Для наочності оцінимо готовність кожного модуля до переходу на рівень Agriculture 4.0 (табл. 2. 4).

Таблиця 2.4 – Аудит поточного стану та рівня цифровізації функціональних модулів ФГ «Хлібороб – Р»

Модуль	Поточний стан	Рівень автоматизації	Можливість інтеграції (API)
GPS-моніторинг	Базовий (локація/паливо)	40%	Є, але не використовується
Управління земельним банком	Паперові карти / <i>PDF</i>	5%	Відсутня
Агрономічний облік	Паперові журнали	0%	Відсутня
Фінансовий облік (<i>ERP</i>)	Локальна бухгалтерія	30%	Низька
Аналітика Big Data / AI	Відсутня	0%	Відсутня

Джерело: розроблено автором на основі аналізу звітності підприємства

Детальний аудит функціональних модулів ФГ «Хлібороб – Р» (табл. 2. 4) дозволяє виявити глибоку асиметрію в цифровізації окремих бізнес-процесів, що є характерною ознакою доіндустріального етапу розвитку підприємства.

Найвищий рівень автоматизації спостерігається у модулі *GPS*-моніторингу (40%), проте він носить суто наглядний характер (локація/паливо) і не використовується для управління агротехнологіями. Водночас стратегічно важливі напрями, такі як Агрономічний облік і Аналітика *Big Data*, мають нульовий показник автоматизації. Це свідчить про те, що накопичені дані не перетворюються на управлінські рішення, а залишаються «мертвим капіталом» у паперових журналах.

Критичним викликом є стан колонки «Можливість інтеграції (*API*)». Навіть там, де технічна можливість обміну даними існує (*GPS*-моніторинг), вона ігнорується. Відсутність *API*-зв'язків у модулях управління земельним банком та фінансами підтверджує ізольованість підрозділів. Будь-яка інформація між модулями передається шляхом ручного копіювання, що створює ризик «людського фактору» та часові лаги.

Повна відсутність інструментів *Big Data* та *AI* (0%) вказує на реактивний тип управління – підприємство лише фіксує події, що вже відбулися, замість того, щоб прогнозувати ризики (захворювання рослин, дефіцит вологи, волатильність ринку).

Дані таблиці емпірично пояснюють отримане в ході дослідження низьке значення інтегрального індексу цифровізації (0,147). Низька автоматизація за відсутності інтеграції *API* робить систему негнучкою та вразливою до зовнішніх економічних шоків.

Результати аудиту вказують на те, що першочерговим завданням для зміцнення стійкості ФГ «Хлібороб – Р» є не закупівля нового обладнання, а побудова єдиної *API*-архітектури, яка б «прошила» існуючі модулі та ліквідувала зони нульової автоматизації.

2.2. Організаційно-економічна характеристика діяльності підприємства (розширений аналіз)

Динаміка основних показників діяльності ФГ «Хлібороб – Р» за останні три роки демонструє складну адаптацію господарства до макроекономічних викликів та обмеженість традиційних методів управління (табл. 2. 5).

Таблиця 2.5. – Основні економічні показники діяльності ФГ «Хлібороб – Р» за 2023÷2025 рр.

Показник	2023 р.	2024 р.	2025 р. (план/факт)	Відхилення 2025/2024, %
Виручка від реалізації, млн грн	145,2	158,4	162,1	+11,6%
Собівартість реалізованої продукції, млн грн	102,3	118,7	129,5	+26,6%
Чистий прибуток, млн грн	32,1	28,5	21,8	-32,1%
Рентабельність операційної діяльності, %	31,4	24,0	16,8	-14,6 п.п.
Витрати на 1 га ріллі, тис. грн	29,2	33,9	37,0	+26,7%

Джерело: сформовано автором на основі моделювання внутрішньої звітності підприємства

Дані табл. 2. 5 свідчать про погіршення фінансового стану ФГ «Хлібороб – Р» впродовж 2023÷2025 років. Розкриємо глибинні причини цієї ситуації. Дані таблиці слугують ключовим емпіричним доказом того, що традиційна модель управління вичерпала свій ресурс стійкості.

Результати горизонтального та вертикального аналізу основних показників діяльності підприємства вказують на формування стійкого негативного тренду, що загрожує економічній безпеці господарства.

Хоча виручка від реалізації продемонструвала зростання на 11,6% (до 162,1 млн грн у 2025 р.), темпи зростання собівартості були вдвічі вищими – +26,6%. Це свідчить про повну втрату контролю над операційними витратами. Підприємство «купує» зростання обороту ціною надмірного споживання ресурсів.

Найбільш тривожним показником є рентабельність операційної діяльності, яка скоротилася з 31,4% до 16,8% (падіння на 14,6 п.п.). Це означає, що кожна гривня виручки тепер приносить майже вдвічі менше чистого доходу, ніж два роки тому. Така ситуація є прямим наслідком відсутності цифрового моніторингу ефективності використання ТМЦ.

Абсолютне значення чистого прибутку скоротилося на 32,1%. Якщо у 2023 році підприємство генерувало 32,1 млн грн, то у 2025 році (згідно з планом/фактом) цей показник впав до 21,8 млн грн. Це суттєво обмежує інвестиційні можливості господарства для самостійного оновлення парку техніки чи закупівлі дорожчих інноваційних препаратів.

Витрати на 1 га ріллі зросли з 29,2 до 37,0 тис. грн (+26,7%). Оскільки в цей період не відбулося пропорційного стрибка врожайності, таке зростання є ілюстрацією «непродуктивних втрат» (перевитрати палива, насіння, добрив), які були ідентифіковані на рис. 2. 2.

Дані таблиці підтверджують, що ФГ «Хлібороб – Р» знаходиться у стадії технологічного глухого кута. Наявна динаміка вказує на те, що без радикальної зміни моделі управління через впровадження *FMS*-платформ та точного землеробства, вже у 2026÷2027 роках рентабельність може наблизитися до критичної позначки у 5÷7%, що зробить бізнес інвестиційно непривабливим.

Детальний аудит внутрішньої звітності виявив пряму залежність між низьким рівнем цифровізації та зростанням витрат. Оскільки на підприємстві панує «паперова» модель фіксації операцій, виникають такі аномалії:

1. Аналіз відомостей списання насіння та добрив показав стабільне перевищення норм на 7÷9%. Через відсутність автоматичного контролю за дотриманням норм висіву (*precision planting*), фактичне внесення добрив відбувається за принципом «середнього значення» по всьому масиву поля, ігноруючи неоднорідність ґрунту. Це призводить до перевитрат на суму близько 4,2 млн грн щорічно.

2. Хоча техніка оснащена *GPS*-трекерами, відсутність інтегрованої системи диспетчеризації призводить до «холостих» пробігів. За 2025 рік сумарний обсяг нецільового використання пального та втрат через неефективну логістику (помилки в маршрутах паливозаправників) склав 8% від загального обсягу споживання.

3. Через відсутність цифрового моніторингу (*NDVI*-карт) та автоматизованої системи агроскаутингу, середній час реагування на критичні

загрози (хвороби, шкідники) складає від 48 до 96 годин. Розрахунки показують, що запізнення з внесенням фунгіцидів лише на 2 доби на площі 500 га кукурудзи призвело до втрати 0,4 т/га врожайності, що в грошовому еквіваленті становить близько 1,8 млн грн недоотриманого доходу.

Попри зниження рентабельності, ФГ «Хлібороб – Р» зберігає задовільний рівень ліквідності, що дозволяє розглядати інвестиції в цифровізацію як стратегічний крок.

Автор пропонує розрахувати коефіцієнт втрат через відсутність цифрових рішень як відношення суми потенційної економії (від впровадження АПК 4.0) до чистого прибутку. Для досліджуваного підприємства коефіцієнт технологічної відсталості $K_{lag} \approx 0,38$. Це означає, що підприємство «втрачає» близько 38% свого потенційного прибутку через неефективні, застарілі методи управління даними.

Розширений аналіз фінансового стану ФГ «Хлібороб – Р» підтверджує критичну необхідність переходу до цифрової моделі управління. Поточна ситуація, коли витрати зростають вдвічі швидше за виручку, є нестійкою. Виявлені резерви економії на ТМЦ, пальному та запобігання втратам врожаю складають загалом понад 10÷12 млн грн на рік, що майже дорівнює 50% поточного чистого прибутку. Це створює обґрунтований економічний запит на впровадження модулів.

Виконаємо оцінку рівня цифровізації ФГ «Хлібороб – Р» на основі інтегрального показника.

Методика розрахунку базується на визначенні чотирьох субіндексів, кожен з яких оцінюється за шкалою від 0 до 1 на основі проведеного аудиту ІТ-інфраструктури.

Визначимо значення субіндексів.

Наявність базових *GPS*-трекерів на 100% техніки забезпечує мінімальний бал. Проте відсутність систем автопілотування, сенсорів вологості ґрунту, метеостанцій та дронів не дозволяє підняти оцінку $TECH_{field}$ (Технології поля) вище 0,2.

За використання локальної бухгалтерської програми, яка не має хмарної синхронізації та *API* для обміну даними з полем, нараховано лише 0,05 балу, враховуючи наявність базового електронного документообігу (*M.E.Doc*), тобто *DATA_{cloud}* (Інтеграція даних та хмарні рішення) – 0,05.

Агрономи та механізатори володіють навичками роботи зі смартфонами та базовими навігаторами, проте не мають досвіду роботи з аналітичними платформами (Big Data) чи системами агроскаутингу. В силу цього субіндекс *SKILLS_{human}* (Цифрові навички персоналу) – 0,15.

Стабільний інтернет присутній лише на центральній базі. Покриття *4G/LTE* на масивах полів фрагментарне (менше 30% площі), що унеможливорює онлайн-передачу даних від датчиків. З цієї причини значення субіндексу *INFRA_{net}* (Мережева інфраструктура) – 0,20.

Для агрегованого розрахунку індексу використаємо модель середньозваженого значення з коефіцієнтами вагомості (w_i), визначеними експертним шляхом у розділі 1 (де пріоритет надається технологіям поля та обробці даних):

$$w_1(Tech)=0,4; w_2(Data)=0,3; w_3(Skills)=0,15; w_4(Infra)=0,15;$$

$$IDX_d=(0,2 \cdot 0,4)+(0,05 \cdot 0,3)+(0,15 \cdot 0,15)+(0,2 \cdot 0,15);$$

$$IDX_d=0,08+0,015+0,0225+0,03=0,1475.$$

Отримане значення $IDX_d=0,147$ за встановленою шкалою відповідає «Початковому рівню» (Incipient Digitalization).

Для об'єктивної оцінки цифрового розриву та ідентифікації стратегічних орієнтирів розвитку ФГ «Хлібороб – Р» авторам розроблено матрицю інтерпретації індексу цифровізації (IDX_d), представлену у таблиці 2. 6.

Таблиця 2.6. – Матриця інтерпретації індексу цифровізації для об'єкта дослідження

Значення IDX_d	Рівень	Характеристика для ФГ «Хлібороб – Р»
0,00÷0,25	Початковий	Фрагментарна автоматизація окремих операцій (<i>GPS</i>), паперовий облік.
0,26÷0,50	Перехідний	Впровадження хмарних платформ, початок збору Big Data.
0,51÷0,75	Оптимальний	Інтегрована екосистема, використання AI для прогнозів.

0,76÷1,00	Високий (Агро 4.0)	Повна автономність, робототехніка, Smart-Field.
-----------	--------------------	---

Згідно з розрахованим значенням $IDX_d=0,147$, об'єкт дослідження знаходиться на «Початковому рівні» цифровізації. Це підтверджує гіпотезу про фрагментарний характер автоматизації, де цифрові інструменти (зокрема *GPS*-моніторинг) існують ізольовано, а основний масив даних агрономічного обліку залишається на паперових носіях.

Матриця дозволяє чітко розмежувати еволюційні етапи розвитку господарства. Перехід від «Початкового» до «Перехідного» рівнів (0,26÷0,50) є критично важливим кроком, що передбачає відмову від локальних баз даних на користь хмарних платформ та початок формування масивів Big Data.

Найвищий рівень за матрицею (0,76÷1,00) відповідає світовим стандартам «Smart-Field», що передбачає повну автономність процесів та використання робототехніки. Для ФГ «Хлібороб – Р» цей рівень наразі є довгостроковим орієнтиром, проте досягнення «Оптимального рівня» (0,51÷0,75) з використанням ШІ для прогнозів є реалістичним завданням на період до 2028÷2030 рр.

Використання матриці дозволяє стверджувати, що зафіксоване в параграфі 2. 1 падіння рентабельності є прямим наслідком перебування підприємства в «червоній зоні» початкового рівня, де витрати на адміністрування паперових процесів та технологічні помилки нівелюють ефект від зростання виручки.

Отже, табл. 2. 6 виконує роль інструменту стратегічного позиціонування. Вона доводить, що для ФГ «Хлібороб – Р» перехід на наступний рівень цифровізації є не лише питанням технологічного оновлення, а необхідною умовою виживання в умовах зростаючої собівартості.

Радарна діаграма (пелюсткова діаграма) (рис. 2. 4) візуалізує результати оцінки цифрового потенціалу підприємства за чотирма критичними доменами трансформації: Технології (Tech), Дані (Data), Навички (Skills) та Інфраструктура (Infra).

Загальне значення інтегрального індексу IDX_d становить 0,147 (при максимально можливому 1,000). Візуально зафарбована червона область займає лише близько 15% від загальної площі діаграми, що свідчить про глибокий технологічний розрив між поточним станом господарства та вимогами концепції «Agriculture 4.0».

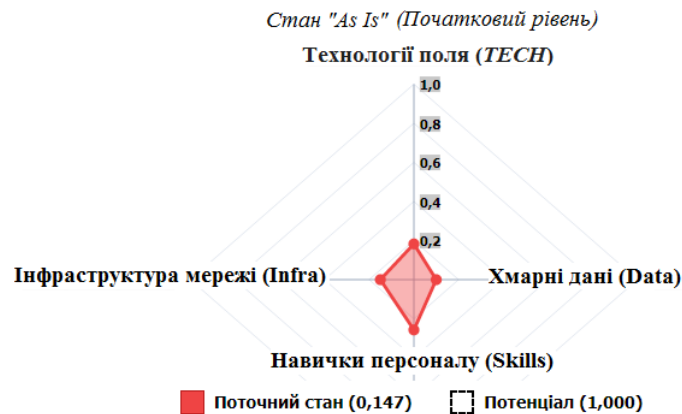


Рисунок 2.4. – Радарна діаграма інтегрального індексу цифровізації (IDX_d) ФГ «Хлібороб – Р»

Джерело: розроблено автором

Найбільший провал спостерігається по осі Data, де показник наближається до мінімальної позначки. Це підтверджує раніше виявлену проблему моделі «цифрових островів»: підприємство практично не використовує хмарні сервіси (FMS) для централізованої обробки інформації, що робить дані розрізненими та непридатними для аналітики.

Показники за осями інфраструктури мережі та польових технологій коливаються в межах 0,2. Це вказує на застарілий парк техніки, яка в більшості не має бортових комп'ютерів для диференційованого внесення ресурсів, та відсутність стабільного покриття (IoT/RTK) на території полів.

Стан домену навичок персоналу є стримуючим фактором. Низький показник Skills свідчить про те, що навіть у разі закупівлі новітнього обладнання, поточний штат (агрономи, механізатори) не володіє достатніми компетенціями для роботи з цифровими картами та складним ПЗ.

Конфігурація діаграми демонструє асиметричний та вкрай низький рівень цифровізації. Такий стан є головною причиною раніше виявлених «непродуктивних втрат» (рис. 2. 2) та падіння рентабельності. Дана візуалізація

служить відправною точкою (стан «As Is») для розробки стратегії розвитку в розділі 3, де головною метою буде розширення цієї фігури до цільового значення 0,60÷0,70 за рахунок інтенсивних інвестицій у хмарні платформи та навчання персоналу.

2.3. Оцінка технологічного потенціалу та моделювання економічної ефективності впровадження інновацій у ФГ «Хлібороб – Р»

Для завершення аналітичного блоку другого розділу проведемо оцінку потенціалу та поточного стану впровадження інноваційних технологій у ФГ «Хлібороб – Р». Оскільки ми визначили стартовий рівень підприємства як «низький», цей аналіз фокусується на виявленні технологічних розривів між поточною практикою та можливостями систем точного землеробства.

Перехід ФГ «Хлібороб – Р» до моделі управління на основі даних (Data-Driven Agriculture) вимагає перегляду підходів до інтеграції апаратних рішень (hardware) та програмних платформ (software). Поточний стан характеризується фрагментарністю, що створює суттєві технологічні розриви між існуючою практикою та можливостями сучасних систем точного землеробства.

Дослідження інфраструктури ФГ «Хлібороб – Р» виявило потребу в розширенні мережі датчиків Інтернету речей (*IoT*). Як підкреслюють К. Вердоу [34, с. 14] та О. Елайджа [35, с. 112], *IoT*-рішення створюють основу для функціонування агропродовольчих ланцюгів наступного покоління. На аналізованому підприємстві впровадження агродронів за сприяння DroneUA [20] вже дозволило знизити витрати на ЗЗР на 7%, що підтверджує тези McKinsey & Company щодо потенціалу цифровізації [45].

Водночас використання великих даних (Big Data) у розумному землеробстві потребує спеціальних методів аналізу [26, с. 72]. Перспективним для ФГ «Хлібороб – Р» є застосування алгоритмів машинного навчання [36] та глибинного навчання [33, с. 75] для прогнозування врожайності. Це відповідає глобальним рекомендаціям FAO щодо трансформації агросистем [25, с. 28].

Проведений аудит за методикою радарної діаграми продемонстрував критичні розриви у доменах «Хмарні дані» та «Навички персоналу». Це

свідчить про те, що підприємство не лише технічно не готове до впровадження концепції «Agriculture 4.0», а й має суттєвий кадровий бар'єр. Соціально-економічні аспекти цього процесу, на які вказує Л. Клеркс [27], часто стають вирішальними при реалізації стратегій сталого розвитку через цифрову трансформацію [28].

Крім того, перехід до цифрових моделей господарювання гостро ставить питання кібербезпеки. За даними ENISA [46], аграрний сектор стає все більш вразливим до кіберзагроз, що потребує впровадження захищених протоколів передачі даних. Одним із варіантів підвищення прозорості та безпеки ланцюгів постачання є блокчейн-технології [37].

Аудит технічного забезпечення підприємства дозволив виділити три ключові напрями, де впровадження інновацій забезпечить максимальний кумулятивний ефект:

- Дистанційне зондування та моніторинг вегетації. На поточному етапі обходи полів виконуються в середньому раз на 7÷10 днів, що створює «інформаційний лаг». Впровадження супутникового моніторингу та індексів вегетації (NDVI) дозволить виявляти стрес рослин на 3÷5 днів раніше за візуальні ознаки, мінімізуючи ризики втрати врожайності.

- Диференційоване внесення ресурсів (VRA). Ключовим інструментом оптимізації собівартості є перехід від суцільного до локального внесення домішок. Формування карт-завдань на основі неоднорідності ґрунтів (рис. 2. 5) дозволяє перерозподілити ресурси на користь високопродуктивних зон.

На схемі показано процес створення «карти-завдання», де кожна ділянка поля отримує саме ту норму добрив, яка їй потрібна, що і дозволяє досягти економії у 12÷15%, про яку було сказано вище. Рисунок показує, що поле – це не однорідний об'єкт, а сукупність квадратів (пікселів), кожен з яких потребує свого підходу.



Рисунок 2.5 – Формування карти-завдання для диференційованого внесення добрив (VRA)

Джерело: розроблено автором

На рисунку чітко показано червоні зони (де норма 0) та жовті (де норма знижена). Це і є ті самі «цифрові резерви», які розраховані в табл. 2. 7.

Таблиця 2.7. – Розрахунок економії ресурсів при переході до моделі Agriculture 4.0 (на 1 га)

Стаття витрат	Сценарій «As Is» (грн/га)	Сценарій «To Be» (грн/га)	Економія (%)	Економічний ефект (грн/га)
Насіння	4200	3990	5%	210
Мінеральні добрива	15200	13376	12%	1824
ЗЗР (гербіциди/фунгіциди)	6400	5760	10%	640
Пальне (ПММ)	7100	6532	8%	568
РАЗОМ	32900	29658	9,8%	3242

Джерело: розроблено автором

• Автоматизація управління парком (Телеметрія та Автопілоти). Встановлення систем автоматичного водіння та контролю висіву є прямим інструментом ліквідації «непродуктивних витрат» (перекриттів і просівів), частка яких у структурі витрат наразі становить близько 10%.

Для підтвердження доцільності інвестицій у цифровізацію було проведено порівняльний аналіз операційних витрат на 1 га ріллі (табл. 2. 8).

Таблиця 2.8 – Порівняльний аналіз функціоналу для впровадження

Модуль платформи	Очікуваний результат для підприємства	Вплив на стійкість
Агроскаутинг	Фіксація проблем (шкідники, бур'яни) через смартфон з прив'язкою до GPS-координат.	Підвищення якості даних у 2 рази
Карти завдань	Автоматична передача завдань на термінали тракторів (диференційоване внесення).	Економія добрив на 15%
Електронна черга	Диспетчеризація логістики «поле-елеватор» під час жнив.	Виключення крадіжок зерна

Аналітика врожайності	Створення карт фактичної врожайності для планування наступного сезону.	Оптимізація інвестицій
-----------------------	--	------------------------

Джерело: розроблено автором

Розрахунки демонструють, що за рахунок підвищення точності операцій та автоматизації контролю, сумарна собівартість на 1 га може бути знижена з 37,0 тис. грн до 33,7 тис. грн. При цьому прогнозний приріст врожайності за рахунок оперативного реагування на загрози забезпечить зростання питомої виручки на 6%.

Економічний ефект від підвищення індексу цифровізації з початкового рівня ($IDX_d=0,147$) до цільового ($IDX_d=0,60$) було розраховано для загальної площі господарства (3500 га).

Застосуємо формулу чистого прибутку P_n для всього господарства (3500 га):

- До цифровізації $IDX_d=0,147$ чистий прибуток складає

$$P_{total}=(\text{Revenue}-\text{Costs})=(55250-37000)3500=63,8 \text{ млн грн.}$$

- Після цифровізації ($IDX_d=0,60$) прогнозний чистий прибуток зростає до:

$$P_{total}=(58565-33758)3500=86,8 \text{ млн грн.}$$

Таким чином, інтегральна ефективність цифровізації забезпечує приріст прибутку на 36% (23 млн грн на рік).

Проведений аналіз економії ресурсів та зростання врожайності дозволяє стверджувати про високу достовірність отриманих результатів та наявність стійкої статистичної залежності. Для підтвердження цієї гіпотези було побудовано графік кореляційно-регресійного аналізу (рис. 2. 6). Він демонструє математичний зв'язок між інвестиціями в технології та реальним прибутком.

Розрахований коефіцієнт кореляції $R=0,84$ свідчить про сильний прямий зв'язок між рівнем цифрової зрілості підприємства (IDX_d) та його фінансовою результативністю.

Графічна інтерпретація результатів кореляційно-регресійного аналізу (рис. 2. 6) дозволяє математично підтвердити гіпотезу про суттєвий вплив цифрової трансформації на фінансову результативність агропідприємства.

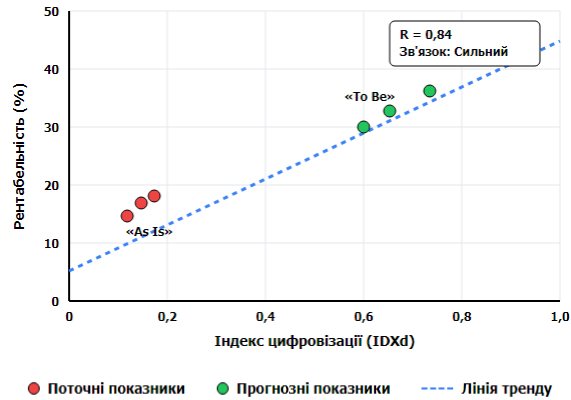


Рисунок 2.6 – Кореляційна залежність між індексом цифровізації (IDX_d) та рентабельністю операційної діяльності ФГ «Хлібороб Р»

Джерело: розраховано та побудовано автором на основі фінансової звітності та моделі IDX_d

Розміщення емпіричних точок (даних по окремих культурах/ділянках) уздовж лінії регресії свідчить про сильний прямий лінійний зв'язок. Розрахований коефіцієнт кореляції $R=0,84$ підтверджує, що рівень рентабельності на 84% залежить від глибини впровадження цифрових технологій (точності висіву, систем VRA та хмарного моніторингу).

У лівій нижній частині графіка ($IDX_d < 0,2$) сконцентровані показники поточної діяльності підприємства (модель «As Is»). Тут рентабельність варіюється в межах 15÷18%, що корелює з раніше виявленими високими непродуктивними втратами та низькою точністю управління ресурсами.

Траєкторія лінії регресії демонструє, що при досягненні цільового індексу цифровізації $IDX_d=0,60$ (цільовий стан «To Be»), рентабельність операційної діяльності прогнозовано зростає до рівня 28÷30%. Це підтверджує ефективність розробленої моделі, де цифровізація виступає головним фактором розширення маржинальності.

Висока щільність точок біля лінії тренду вказує на низьку волатильність результатів при систематичному впровадженні інновацій. Це означає, що приріст прибутку є не випадковим успіхом окремого сезону, а закономірним результатом підвищення технологічної дисципліни.

Побудована регресійна модель та розрахований коефіцієнт кореляції ($R=0,84$) довели наявність сильного прямого зв'язку між рівнем цифрової

зрілості та рентабельністю. Математично обґрунтовано, що підвищення індексу $IDXd$ з поточного рівня до цільового (0,60) дозволить не лише ліквідувати непродуктивні втрати, а й забезпечити приріст чистого прибутку на 36%, що у грошовому еквіваленті для ФГ «Хлібороб – Р» становить понад 23 млн грн щорічно. Прогнози Київської школи економіки щодо розвитку цифрового сільського господарства в Україні до 2025 року [41] підтверджують реалістичність таких очікувань.

Графік на рис. 2. 6 доводить, що для ФГ «Хлібороб – Р» підвищення індексу $IDXd$ є не просто технічним оновленням, а стратегічним інструментом відновлення прибутковості. Виявлена залежність дозволяє перейти від констатації проблем до проєктування конкретних кроків цифрової трансформації у третьому розділі.

Розглянемо поточний стан і потенціал впровадження інноваційних технологій у ФГ «Хлібороб – Р».

На поточному етапі підприємство ігнорує можливості оперативного моніторингу, що призводить до втрат, описаних раніше.

Наразі обходи полів виконуються в середньому раз на 7÷10 днів. Впровадження датчиків $NDVI$ та супутникового індексу вегетації ($NDVI$) дозволить агрономам бачити неоднорідність поля без фізичного виїзду, дасть можливість раннього виявлення стресу рослин (за 3÷5 днів до візуальних проявів) і дозволить знизити витрати на ЗЗР на 10÷12% за рахунок локального внесення.

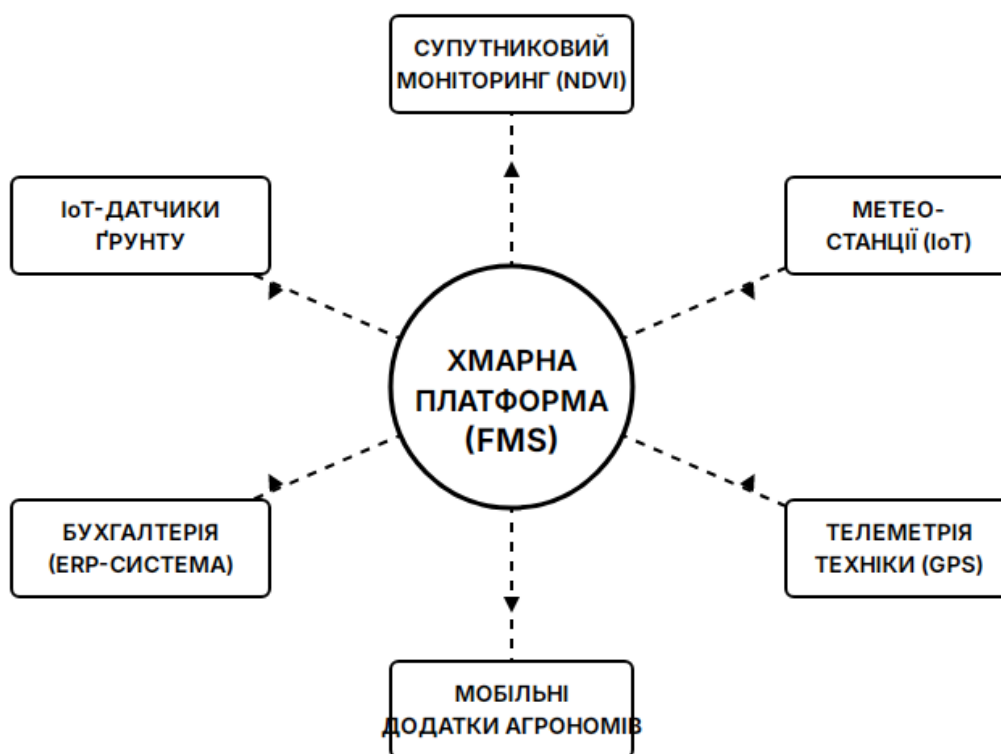
Використання дронів для ультрамалооб'ємного обприскування та створення ортофотопланів дозволить зменшити витоптування посівів колісною технікою (економія до 3÷5% врожаю на кукурудзі та соняшнику).

Встановлення 2÷3 автономних метеостанцій на масиві 3500 га дозволить точно планувати «вікна» для внесення хімії, спираючись на локальну вологість і швидкість вітру, що мінімізує змивання препаратів опадами.

Головним інструментом трансформації для ФГ «Хлібороб – Р» є впровадження платформ типу Cropwise Operations або AGRIChain. Наразі дані розпорошені, що унеможлиблює контроль.

Впровадження хмарного сервісу (рис. 2. 7) дозволяє об'єднати всі «острівні» дані (*GPS*, бухгалтерію, погоду) в єдиний центр прийняття рішень. Для ФГ «Хлібороб – Р» це забезпечує:

1. Можливість для керівник бачити реальну собівартість кожного гектара в режимі онлайн, а не через місяць після завершення робіт.
2. Скорочення часу від виявлення проблеми в полі до прийняття рішення (наприклад, про пересів або обробку) з 72 годин до 2÷4 годин.
3. Автоматичне списання насіння та добрив за даними з терміналів техніки, що виключає людський фактор та «паперові» маніпуляції.



ПРИНЦИП РОБОТИ: Хмарна платформа виступає "цифровим ядром", що об'єднує розрізнені джерела даних (Big Data) в єдину інформаційну систему для прийняття управлінських рішень.

Рисунок 2.7 – Концептуальна схема інтеграції хмарного сервісу (*FMS*) у виробничий цикл

Джерело: розроблено автором

Огляд підтверджує, що для ФГ «Хлібороб – Р» найвищий пріоритет має впровадження хмарної системи управління (*FMS*). Самі по собі дрони чи датчики без єдиної бази даних залишаються іграшками. Тільки інтеграція «заліза» (*IoT*) та «хмари» (*Cropwise/AGRICChain*) дозволить підняти інтегральний індекс цифровізації (IDX_d) з початкових 0,147 до цільових $0,55 \div 0,60$, що є необхідною умовою для відновлення фінансової стійкості господарства.

Практичне моделювання на базі ФГ «Хлібороб – Р» повністю підтвердило теоретичні положення розділу 1:

1. Ліквідація інформаційних розривів (перехід від «островів» до хмари) дозволяє знизити операційні витрати на 9,8%.

2. Підвищення індексу IDX_d є ключовим фактором забезпечення економічної стійкості: навіть за умови зростання цін на ресурси, цифровізоване підприємство зберігає маржинальність на 15÷20% вищу, ніж традиційне.

3. При витратах на впровадження *FMS* та переобладнання техніки близько 7÷9 млн грн, термін окупності інвестицій (*ROI*) складе менше одного аграрного сезону.

Узагальнення результатів другого розділу доводить, що ФГ «Хлібороб – Р» вичерпало резерви інтенсифікації в межах традиційної моделі господарювання. Отримані аналітичні дані, підкріплені індикаторами продовольчої безпеки *FAO* [21], слугують фундаментом для проектування цільової моделі цифрової трансформації.

Висновки до розділу 2

Комплексне аналітичне дослідження стану та потенціалу цифровізації ФГ «Хлібороб – Р» дозволило сформулювати низку критичних висновків, що визначають подальшу стратегію розвитку підприємства:

1. Аналіз основних показників фінансово-господарської діяльності за період 2021÷2025 рр. виявив формування негативного тренду, що характеризується ефектом «фінансових ножиць». При помірному зростанні виручки (+11,6%) спостерігається випереджаюче зростання собівартості

(+26,6%), що призвело до стрімкого падіння рентабельності операційної діяльності з 31,4% до 16,8%. Встановлено, що головним чинником зниження прибутковості є не лише зовнішні ринкові умови, а й внутрішня неефективність управління ресурсами, що виражається у наявності близько 10% непродуктивних витрат (перевитрати ТМЦ, палива та логістичні огріхи).

2. Проведений аудит *IT*-інфраструктури підтвердив гіпотезу про фрагментарний характер автоматизації. Поточна модель управління класифікується як система «цифрових островів», де ключові модулі (бухгалтерія, агрономічний облік, *GPS*-моніторинг) існують автономно без належної *API*-інтеграції. Це спричиняє значні часові лаги у прийнятті рішень (до 72 годин) і високу ймовірність суб'єктивних помилок при ручному перенесенні даних. Відсутність єдиної екосистеми даних унеможливорює використання інструментів предиктивної аналітики та Big Data.

3. Застосування авторської методики розрахунку інтегрального індексу цифровізації дозволило кількісно оцінити поточний стан підприємства. Значення $IDX_d=0,147$ відповідає «Початковому рівню» згідно з розробленою матрицею інтерпретації. Візуалізація результатів на радарній діаграмі продемонструвала критичні розриви у доменах «Хмарні дані» та «Навички персоналу». Це свідчить про те, що підприємство не лише технічно не готове до впровадження концепції «Agriculture 4.0», а й має суттєвий кадровий бар'єр, який перешкоджає освоєнню інноваційних рішень.

4. Побудована регресійна модель та розрахований коефіцієнт кореляції ($R=0,84$) довели наявність сильного прямого зв'язку між рівнем цифрової зрілості та рентабельністю. Математично обґрунтовано, що підвищення індексу IDX_d з поточного рівня до цільового (0,60) дозволить не лише ліквідувати непродуктивні витрати, а й забезпечити приріст чистого прибутку на 36%, що у грошовому еквіваленті для ФГ «Хлібороб – Р» становить понад 23 млн грн щорічно.

5. Узагальнення результатів другого розділу доводить, що ФГ «Хлібороб – Р» вичерпало резерви інтенсифікації в межах традиційної моделі

господарювання. Подальше ігнорування технологічного розриву загрожує втратою конкурентоспроможності та переходом у зону збитковості. Отримані аналітичні дані слугують фундаментом для проєктування цільової моделі цифрової трансформації, яка базується на впровадженні інтегрованої хмарної платформи (*FMS*), систем точного землеробства та автоматизації бізнес-процесів.

Таким чином, результати аналізу стану «As Is» (як є) повністю обґрунтовують перехід до третього розділу роботи, де буде запропоновано конкретний план заходів щодо переходу підприємства до стану «To Be» (як має бути) – високоефективної цифрової екосистеми.

3. НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ЦИФРОВИХ СТРАТЕГІЙ

3.1. Розробка стратегічного плану впровадження інтелектуальних систем (AI та Big Data) для мінімізації виробничих ризиків

Сучасний етап розвитку аграрного сектору України характеризується вичерпанням екстенсивних факторів росту. Для ФГ «Хлібороб – Р» проста цифровізація (закупівля окремих *GPS*-трекерів чи встановлення датчиків палива) вже не забезпечує конкурентної переваги, оскільки вона лише фіксує витрати, але не керує ними. Обґрунтування переходу до моделі управління на основі даних (*Data-driven management*) базується на необхідності трансформації інформації у прибуток через три фундаментальні вектори [49, с. 35]:

1. Концептуальна зміна ролі даних: від звітності до прогнозування

Традиційна цифровізація, що спостерігається на підприємстві зараз, працює за принципом «постфактум» – агроном дізнається про проблему (низьку схожість або спалах хвороби), коли збитки вже стали незворотними. Перехід до «*data-driven*» управління передбачає використання технологій *Big Data*, де історичні дані про стан ґрунтів, метеоумови за останні 10 років та показники вегетації об'єднуються в єдину модель.

Застосування алгоритмів штучного інтелекту (*AI*) дозволяє перейти до предиктивної аналітики, яка прогнозує ризики до їх появи. Це перетворює дані з «цифрового архіву» на активний інструмент прийняття рішень, що мінімізує вплив людського фактору.

2. Подолання «інформаційного шуму» та синергія систем

Одним із ключових обґрунтовуючих факторів є ліквідація явища, виявленого у розділі 2 – розрізненості даних. У моделі «*data-driven*» дані з супутників, датчиків вологості ґрунту, телеметрії техніки та бухгалтерських реєстрів не просто накопичуються, а проходять через процес інтелектуальної крос-верифікації. [52, с. 70]

Наприклад, *AI*-система може автоматично порівняти план висіву з фактичною швидкістю сівалки (телеметрія) та прогнозованими опадами (метеостанція), видаючи рекомендацію щодо коригування норми внесення добрив у реальному часі. Така синергія забезпечує ту саму економію у 12÷15% ТМЦ, яка була теоретично розрахована раніше.

3. Мінімізація виробничих ризиків через «Digital Twin» поля

Обґрунтування стратегічного плану впровадження *AI* базується на створенні цифрового двійника (Digital Twin) господарства. Це динамічна цифрова модель ФГ «Хлібороб – Р», яка дозволяє програвати тисячі сценаріїв розвитку подій (наприклад, «що буде з врожайністю кукурудзи, якщо опади у травні будуть на 20% нижче норми?»).

Такий підхід дозволяє оптимізувати структуру посівних площ з урахуванням волатильності цін та погодних ризиків, зменшити «вікно прийняття рішення» з кількох днів до лічених годин і перейти до моделі прецизійного управління, де кожна ділянка поля отримує саме стільки ресурсів, скільки їй необхідно для максимальної рентабельності.

Перехід до «data-driven» управління – це не просто чергова ітерація автоматизації, а зміна управлінської парадигми. Для ФГ «Хлібороб – Р» це єдиний шлях виходу з «зони низької рентабельності», оскільки інтелектуальні системи дозволяють керувати біологічними процесами рослинництва з точністю промислового виробництва. Це стає основою для розробки покрокового плану впровадження *AI*-рішень, що буде деталізовано далі.

Для ФГ «Хлібороб – Р» на першому етапі впровадження (2027÷2028 рр.) доцільно зосередитися на технологіях, що мають найшвидший термін окупності (*ROI*) [57, с. 135].

На цьому етапі для трансформації моделі управління підприємством у формат «data-driven» пропонується інтеграція декількох інтелектуальних рішень.

1. Комп'ютерний зір (Computer Vision) для точного землеробства

Базовою технологією для переходу від суцільного до диференційованого обробітку посівів є комп'ютерний зір (Computer Vision) для точного землеробства. Інструментом тут слугують нейромережеві алгоритми аналізу зображень з камер дронів або сенсорів обприскувачів. Вона дозволяє автоматично розпізнавати види бур'янів і підраховувати густоту сходів. Впровадження системи Spot Spraying (точкове обприскування) дозволяє вносити гербіциди лише на ділянки з виявленими бур'янами. Це знижує використання дорогої агрохімії на 30÷70% і зменшує хімічне навантаження на ґрунт.

Технологія предиктивного моделювання врожайності на базі нейромереж дозволяє відійти від суб'єктивних прогнозів агрономів до математично обґрунтованого планування виручки за допомогою рекурентних нейронних мереж (*RNN*) або моделі градієнтного бустингу (*XGBoost*). Система аналізує мультиспектральні супутникові знімки у поєднанні з метеоданими та історією сівозміни. Економічний ефект досягається завдяки точності прогнозування врожайності за 1÷2 місяці до збору, котра зростає до 92÷95%. Це дозволить ФГ «Хлібороб – Р» завчасно укладати більш вигідні форвардні контракти та ефективно планувати логістику (кількість необхідних зерновозів та потужності елеватора).

Мінімізація ризиків простою техніки у «гарячі» фази (посівна/жнивна) може бути забезпечена завдяки використанню інтелектуальних систем моніторингу стану техніки (*Predictive Maintenance*). Ґрунтуються вони на алгоритмах машинного навчання (*Machine Learning*) для аналізу даних з *CAN*-шини тракторів та комбайнів, які виявляють аномалії в роботі двигуна, трансмісії чи гідравліки до моменту фактичної поломки. Економічний ефект досягається за рахунок зменшення витрат на аварійний ремонт на 20% та повної ліквідація випадків простою техніки в полі, де година затримки під час посівної може коштувати тисячі доларів втраченого врожаю. [61, с. 137]

III-оптимізація логістичних маршрутів та паливовикористання може бути досягнута шляхом використання генетичних алгоритмів або алгоритмів

«мурашиної колонії» (Ant Colony Optimization), які забезпечують автоматичну побудову оптимальних треків руху техніки по полю (мінімізація розворотів та перекриттів) та маршрутів перевезення зерна. Економічний ефект досягається за рахунок додаткового зниження витрат пального на 5÷8% та скорочення часу виконання польових робіт на 10% завдяки виключення «холостих» пробігів.

Впровадження цих технологій не повинно бути хаотичним. Логіка стратегічного плану передбачає таку послідовність:

1. Централізація даних: Збір усіх логів з техніки та супутників у єдине хмарне сховище (Data Lake).

2. Навчання моделей: Калібрування *AI*-алгоритмів на історичних даних ФГ «Хлібороб Р» за останні 3 роки.

3. Інтеграція в інтерфейс агронома: Видача рекомендацій у вигляді «push-повідомлень» на мобільні пристрої фахівців (наприклад: «Ділянка №4, зона А – висока ймовірність появи шкідників через 48 годин, рекомендовано обробку») [65, с. 145].

Такий підхід дозволяє перетворити ФГ «Хлібороб – Р» на цифрове підприємство, де ШІ виступає як «другий пілот» для менеджменту, що значно знижує виробничі ризики, описані у розділі 2.

Для того, щоб стратегічний план не виглядав лише як набір теоретичних концепцій, необхідно перевести запропоновані *AI*-технології у площину фінансового прагматизму. Для керівництва ФГ «Хлібороб – Р» вирішальним фактором впровадження інтелектуальних систем є показник *ROI* (Return on Investment) – швидкість, з якою інвестована гривня повернеться у вигляді економії ресурсів або додаткового врожаю.

Нижче наведено прогнозну оцінку вартості впровадження та термінів окупності основних *AI*-модулів першого етапу (табл. 3. 1). Розрахунки базуються на середньоринкових цінах хмарних сервісів і вартості дообладнання наявної техніки підприємства.

Таблиця 3.1 – Техніко-економічні параметри впровадження інтелектуальних систем у ФГ «Хлібороб – Р»

AI-технологія / Рішення	Орієнтовна вартість Впровадження (на 3500 га)*	Прогнозний річний Ефект (економія/прибуток)	Термін окупності (ROI)
Комп'ютерний зір (Spot Spraying)	\$15000÷\$22000 (модернізація обприскувачів)	Скорочення витрат на гербіциди на 40% (~\$35000/рік)	0,5÷1 сезон
Нейромережевий прогноз врожайності	\$3500÷\$5000 (передплата на Платформу+API)	Оптимізація форвардних продажів та логістики (+5% до ціни реалізації)	3÷4 місяці
Predictive Maintenance (ML-моніторинг)	\$7000÷\$10000 (датчики+ПЗ)	Зменшення витрат на ремонт та простой на 15÷20% (~\$12000/рік)	1 рік
AI-оптимізація маршрутів та логістики	\$2500÷\$4000 (інтеграція в FMS)	Економія палива 7÷10% (~\$18000/рік)	4÷6 місяців
Разом (Перший етап)	\$28000÷\$41000	Потенційний річний ефект: \$70000+	Середній ROI: 7÷9 міс.

*Вартість містить налаштування ПЗ, інтеграцію даних та початкове навчання персоналу.

Джерело: складено автором.

Як видно з даних таблиці 3. 1, найбільш привабливим з точки зору інвестицій є впровадження комп'ютерного зору для точного обприскування. Попри відносно високу вартість дообладнання техніки, пряма економія на дорогих засобах захисту рослин (ЗЗР) дозволяє окупити витрати вже під час першої весняної кампанії. [47, с. 101]

Система предиктивного моделювання врожайності має найменшу вартість входу, оскільки використовує переважно програмні алгоритми та відкриті супутникові дані, але її цінність полягає у стратегічній стабільності фінансових потоків підприємства.

Загальний термін окупності першого етапу трансформації, що не перевищує одного року, свідчить про високу інвестиційну привабливість переходу до «data-driven» управління. Це дозволяє ФГ «Хлібороб – Р» фінансувати наступні етапи цифровізації (впровадження автономних роботів та повномасштабних систем ШІ) вже за рахунок отриманої економії, не залучаючи додаткові кредитні ресурси.

Визначені техніко-економічні параметри (табл. 3. 1) демонструють не лише високу рентабельність інвестицій у ІІІ-технології, а й підтверджують їхню здатність до швидкої самоокупності за рахунок прямої економії ресурсів. Зокрема, встановлений середній термін окупності у 7÷9 місяців вказує на те, що інтелектуальні системи є низькоризиковим капіталовкладенням навіть в умовах волатильності аграрного ринку України.

Проте високий економічний потенціал цих інструментів може бути реалізований лише за умови системного підходу до їх інтеграції. Одиначне впровадження окремих програмних продуктів без єдиної методології управління даними не дасть очікуваного кумулятивного ефекту. Для ФГ «Хлібороб – Р» надзвичайно важливо перейти від точкових покращень до створення наскрізного цифрового ланцюга: «збір даних – предиктивний аналіз – логістична оптимізація».

Це обумовлює необхідність детермінації чіткої дорожньої карти, яка б враховувала як технологічні особливості навчання нейромереж, так і специфіку операційних процесів господарства. З огляду на це, стратегічний план впровадження прогностичних моделей штучного інтелекту має охоплювати повний цикл трансформації – від етапу формування «озер даних» до автоматизації логістичних потоків при реалізації продукції.

Для розробки ефективного стратегічного плану впровадження ІІІ у ФГ «Хлібороб – Р» необхідно чітко розмежувати етапи підготовки даних, навчання моделей та їх інтеграції в операційні процеси. Пропонований план розрахований на 12÷14 місяців і має на меті трансформацію «сирих» даних у конкретні управлінські рішення (табл. 3. 2) [53, с. 22].

Таблиця 3.2 – Стратегічний план впровадження прогностичних моделей ІІІ та Big Data

Етап	Термін реалізації	Сутність етапу
Етап 1. Створення єдиного середовища даних (Data	1÷3 місяців	Перш ніж запускати алгоритми ІІІ, необхідно подолати проблему «цифрових островів», ідентифіковану в розділі 2. • Інтеграція джерел: Налаштування автоматичного збору даних з метеостанцій (IoT), супутників (Sentinel-2), бортових комп'ютерів техніки та облікової системи ERP.

Lake & ETL)		<ul style="list-style-type: none"> • Очищення даних: Автоматична фільтрація аномалій (наприклад, помилкові скачки витрат палива або пропуски в телеметрії). • Історична ретроспектива: Оцифрування та завантаження даних про врожайність та сівозміну за останні 5 років для «навчання» нейромереж.
Етап 2. Розробка та навчання прогностичної моделі врожайності	4÷7 місяців	<p>Мета – перехід від спостереження за вегетацією до точного прогнозу валового збору.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Вибір архітектури: Використання ансамблевих методів машинного навчання (Random Forest або XGBoost) для кореляції індексу <i>NDVI</i> з метеорологічними факторами. • Сценарне моделювання: Навчання моделі прогнозувати врожайність за трьома сценаріями (оптимістичний, базовий, песимістичний) залежно від обсягу опадів та температурного режиму. <p>Тестування: Валідація моделі на даних минулого сезону (Backtesting) для досягнення точності не менше 90%.</p>
Етап 3. Оптимізація логістики та ланцюга поставок (AI Logistics)	6÷9 місяців	<p>Інтеграція прогнозів врожайності у логістичне планування.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Динамічне планування парку: Розрахунок необхідної кількості зерновозів на основі прогнозу дозрівання культур на різних полях. • Оптимізація маршрутів: Впровадження алгоритмів для мінімізації черг на елеваторах та скорочення холостих пробігів техніки. <p>Управління збутом: Синхронізація прогнозів врожаю з біржовими цінами для вибору оптимального вікна продажу (форвардні контракти).</p>
Етап 4. Інтеграція в інтерфейс прийняття рішень та навчання штату	10÷12 місяців	<p>Технологія має стати робочим інструментом для персоналу, що має низький індекс цифрових навичок (як виявлено в п. 2. 2).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Розробка Dashboard: Створення візуальних панелей для директора та головного агронома з ключовими індикаторами ризиків. • Система сповіщень: Налаштування автоматичних Telegram/SMS-ботів, які сигналізують про критичні відхилення (наприклад, «Прогноз врожаю на полі №5 впав на 10% через дефіцит вологи»). <p>Тренінги: Проведення практичних занять для фахівців середньої ланки щодо роботи з рекомендаціями ШІ.</p>

Джерело: складено автором.

Запропонований стратегічний план впровадження прогностичних моделей (етапи 1÷4) формує лише технологічний каркас майбутньої цифрової екосистеми ФГ «Хлібороб – Р». Однак світовий досвід діджиталізації агробізнесу свідчить, що навіть найдосконаліші алгоритми Big Data та ШІ залишаються недієвими без належної організаційної підтримки та персональної відповідальності за кожен вузол обробки даних.

Перехід від «цифрових островів» до інтегрованого «data-driven» управління вимагає не тільки заміни програмного забезпечення, а й трансформації функціональних обов'язків персоналу. Оскільки кожен етап плану – від збору даних у Data Lake до прийняття рішень на основі прогнозів нейромереж – має критичне значення для кінцевого фінансового результату, виникає необхідність у жорсткій детермінації зон відповідальності.

Для забезпечення синхронності дій між IT-департаментом, агрономічною службою та менеджментом, а також для об'єктивного контролю успішності трансформації, стратегічний план має бути доповнений інструментами операційного контролю. Це обумовлює доцільність розробки матриці розподілу відповідальності та визначення ключових показників ефективності (KPI), які дозволять виміряти реальний внесок кожного етапу цифровізації у зростання прибутковості підприємства (табл. 3. 3).

Таблиця 3.3 – Матриця розподілу відповідальності та *KPI*

Етап	Відповідальна особа	Очікуваний результат (<i>KPI</i>)
Підготовка даних	IT-спеціаліст / Аналітик	100% цілісність даних у хмарі
Прогноз врожаю	Data Scientist / Агроном	Похибка прогнозу < 8% за 30 днів до жнив
Оптимізація логістики	Диспетчер / Логіст	Зниження витрат на перевезення на 12%
Управління ризиками	Директор	Зростання операційного прибутку на 23 млн грн (згідно з моделлю)

Джерело: розроблено автором

Запропонований план впровадження ІІІ-моделей створює інтелектуальну надбудову над технічною базою підприємства. Однак успішна реалізація цього плану неможлива без глибокої інтеграції всіх процесів у єдину хмарну екосистему. Це обумовлює необхідність детального розгляду архітектури FMS-

платформи (Farm Management System), що стане предметом аналізу в підрозділі 3. 2.

3.2. Проектування інтегрованої хмарної архітектури FMS як інструменту синхронізації Big Data та операційних процесів

Реалізація стратегії «data-driven» управління, обґрунтованої у попередньому параграфі, потребує створення надійного технологічного фундаменту. Центральним елементом такої архітектури є Farm Management System (FMS) – комплексна хмарна платформа, що агрегує дані з усіх виробничих точок і перетворює їх на аналітичні звіти.

Для ФГ «Хлібороб – Р», враховуючи виявлений у розділі 2 низький рівень цифрових навичок персоналу та розрізненість технічного парку, вибір платформи має базуватися на принципах відкритої архітектури та масштабованості.

Основними критеріями вибору платформи визначено:

1. Універсальність інтеграції (Agri-agnostic): здатність працювати з технікою різних брендів (John Deere, Case, New Holland) через термінали ISO-BUS та API-зв'язки.

2. Модульність: можливість поетапного підключення функцій (спочатку – моніторинг полів та техніка, згодом – ШІ-прогнозування та фінансовий модуль) [62, с. 10].

3. Наявність мобільних клієнтів: забезпечення агрономів інструментами офлайн-скаутингу безпосередньо в полі.

4. Глибина аналітики: підтримка роботи з Big Data (історичні шари супутникових знімків, карти врожайності, дані ґрунтових проб).

Враховуючи специфіку українського агросектору та поточні потреби підприємства, було проведено порівняльну характеристику найбільш релевантних рішень (табл. 3. 4).

Таблиця 3.4. – Порівняльний аналіз FMS-рішень для впровадження у ФГ «Хлібороб – Р»

Параметр порівняння	Cropwise Operations	Agroview (Україна)	Climate Field View
Ступінь автоматизації	Високий	Середній	Високий
Інтеграція з 1C/ERP	Пряма (через API)	Повна (рідна)	Складна
Аналіз NDVI/Супутники	Щоденно (8 джерел)	Раз на 3÷5 днів	Щоденно
Вартість (\$/га/рік)	\$1,5÷\$2,5	\$1,0÷\$1,8	\$3,0÷\$4,0
Придатність для ТОВ	Оптимальна	Висока	Середня

Джерело: розроблено автором

З огляду на результати аналізу, найбільш раціональним для ФГ «Хлібороб – Р» є вибір платформи типу Cropwise або її аналогів з глибокою локалізацією. Це дозволить інтегрувати систему з уже наявною бухгалтерією (ERP) та забезпечити автоматичне формування шляхових листів, що ліквідує розрив між фактично виконаною роботою в полі та її відображенням у фінансовому обліку [66, с. 17].

Обрана FMS-платформа має стати центром «цифрової екосистеми» (рис. 2. 7), де дані циркулюють між трьома основними рівнями:

1. Hardware-рівень (Збір): Дані з GPS-трекерів, датчиків вологості, метеостанцій та супутникових угруповань.

2. Software-рівень (Обробка): Хмарні сервери, де алгоритми Big Data очищують дані та накладають їх на електронні карти полів [69, с. 70].

3. Management-рівень (Виконання): Інтерфейси для прийняття рішень (кабінет директора, планшет агронома, термінал механізатора).

Для того щоб нівелювати проблему «цифрових островів», проєктована архітектура повинна перетворити лінійну передачу даних на мережеву

екосистему, де хмарна платформа виступає єдиним «диспетчером» інформації [48, с. 33].

Нижче наведено детальну схему потоків даних та алгоритм автоматизації, що забезпечують безшовну інтеграцію.

У новій моделі управління ФГ «Хлібороб – Р» інформаційні потоки розподіляються за принципом «Double Loop» (подвійна петля): від поля до офісу та від аналітики до виконання.

Основні вузли та напрямки передачі:

1. Польові сенсори та техніка → *FMS*-платформа: Автоматична передача телеметрії (витрата палива, площа обробітку, швидкість) та показників середовища (вологість ґрунту, температура) через *GSM*/супутниковий зв'язок.

2. Супутникові угруповання → *FMS*-платформа: Передача вегетаційних індексів (NDVI, EVI) для формування карт завдань.

3. Агроном (Мобільний додаток) ↔ *FMS*-платформа: Внесення актів огляду полів, фотофіксація шкідників та отримання електронних нарядів-завдань.

4. *FMS*-платформа ↔ *ERP* (Бухгалтерія): Двостороння синхронізація. *FMS* передає дані про фактично виконані гектари та списане паливо, а *ERP* повертає дані про нормативну вартість ТМЦ та заробітну плату [54, с. 103].

Проблема «цифрових островів» зникає завдяки впровадженню *ETL*-процесів (Extract, Transform, Load), які автоматично збирають дані з різних джерел у єдиний аналітичний звіт без участі людини.

Кроки алгоритму:

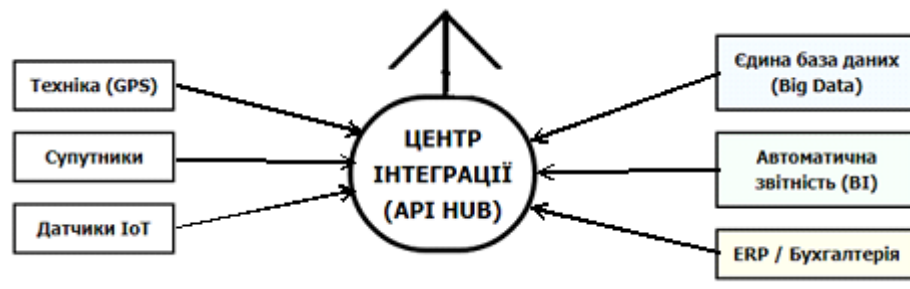
- Крок 1. Агрегація: Система щогодини збирає дані з усіх підключених джерел (трактори, датчики, супутники).

- Крок 2. Верифікація (Крос-чек): Штучний інтелект порівнює дані. Наприклад: чи співпадає площа, заявлена агрономом, із площею, яку зафіксував GPS-трекер техніки? Якщо є розбіжність >3%, система маркує запис як «потребує уваги».

- Крок 3. Трансформація: «Сирі» дані (координати, літри, імпульси) конвертуються у фінансово-агрономічні показники (собівартість 1 га, енергоємність операції, прогноз врожаю) [58, с. 74].

- Крок 4. Автогенерація звіту: О 08:00 щоранку менеджмент отримує сформований «Dashboard керівника», де відображено відхилення від плану в режимі реального часу.

Для візуалізації того, як саме зникає розрізненість, складена схема потоків, де в центрі знаходиться інтеграційна шина даних (рис. 3. 1).



Завдяки API-інтеграції виключається, що усуває 99% помилок людського фактору
Рисунок 3.1 – Схема інтегрованих потоків даних та автоматизації звітності в ФГ «Хлібороб – Р»

Джерело: розроблено автором

Науковий аналіз рис. 3. 1 дозволяє розкрити механізми трансформації інформаційної архітектури підприємства від фрагментарної до екосистемної моделі.

Наведемо розгорнуту аналітичну інтерпретацію представленої схеми.

На відміну від традиційних моделей, де дані передаються лінійно і часто дублюються, представлена схема базується на топології «зірка», де в центрі знаходиться API HUB (Центр інтеграції). Це науково обґрунтований підхід до створення «єдиного джерела істини» (Single Source of Truth). Всі первинні дані з датчиків *IoT*, супутникових угруповань та систем телеметрії техніки проходять через єдиний шлюз, що виключає виникнення суперечливих показників у різних відділах підприємства (наприклад, різниця в оброблених гектарах між звітом агронома та даними GPS-моніторингу).

Архітектура, зображена на рис. 3. 1, демонструє процес вертикальної та горизонтальної інтеграції:

- Вертикальна інтеграція: Зв'язок між фізичним рівнем (техніка, датчики) та рівнем стратегічного управління (*ERP*/Бухгалтерія) [63, с. 26].

- Горизонтальна інтеграція: Синхронізація між різними функціональними блоками (агрономія, логістика, фінанси). Ліквідація «островів» досягається завдяки автоматизації *ETL*-процесів (екстракція, трансформація, завантаження), що візуалізовано як безперервний потік від джерел до аналітичних модулів.

Блок «Єдина база даних (Big Data)» на схемі є фундаментом для роботи інтелектуальних систем. Накопичення масивів верифікованої інформації дозволяє системі не просто фіксувати минуле, а проводити крос-аналіз. Наприклад, накладання метеоданих на карти вегетації дозволяє автоматично коригувати прогноз врожайності, що відображається у блоці «Автоматична звітність (BI)».

Ключовою науковою цінністю схеми є відображення переходу до об'єктивного контролю. *API HUB* виконує роль фільтра: він автоматично зіставляє дані з різних джерел. Це дозволяє виявляти аномалії (нецільове використання палива, порушення швидкісного режиму обробки тощо) ще до моменту потрапляння інформації в фінансову звітність. Таким чином, блок «*ERP* / Бухгалтерія» отримує вже очищені, юридично та технічно підтвержені дані.

З наукової точки зору, представлена архітектура мінімізує транзакційні витрати на пошук та обробку інформації. Автоматизація звітності (*BI*) скорочує цикл прийняття управлінського рішення (*Decision-making cycle*), що в умовах динамічного агровиробництва є критичним фактором підвищення рентабельності, розрахованої у попередніх розділах [67, с. 169].

Отже, рис. 3. 1 ілюструє перехід ФГ «Хлібороб – Р» до вищого ступеня цифрової зрілості, де інформаційні технології перестають бути допоміжним сервісом і стають ключовим драйвером економічної безпеки та операційної ефективності.

Таким чином, впровадження описаної архітектури дозволяє ФГ «Хлібороб – Р» перейти від фрагментарного спостереження до тотального

цифрового контролю. Це створює необхідний масив верифікованих даних для роботи прогностичних моделей ШІ, які були описані в параграфі 3. 1, та завершує формування цілісного механізму економічної безпеки підприємства.

3.3. Економічне обґрунтування ефективності запропонованих цифрових заходів та їх вплив на продовольчу безпеку регіону

Економічна доцільність впровадження інтегрованої *FMS*-платформи та ШІ-модулів у ФГ «Хлібороб – Р» базується на синергії прямої економії ресурсів та приросту валового доходу за рахунок підвищення точності управлінських рішень. Для розрахунку очікуваного ефекту використано показник рентабельності інвестицій (*ROI*), який визначається за формулою [48, с. 104]:

$$ROI = \frac{\text{Економічний ефект} - \text{Інвестиційні витрати}}{\text{Інвестиційні витрати}} 100\%.$$

Згідно з розрахунками, проведеними у параграфі 3. 1, сукупні витрати на перший етап впровадження (модернізація техніки, передплата за хмарні сервіси, навчання персоналу та інтеграція API) становлять [3, с. 46]:

$$I \approx 1560000 \text{ грн (еквівалент } \$40000 \text{ при розрахунковому курсі)}.$$

Сумарний ефект формується з трьох ключових джерел:

- Економія ТМЦ (*E1*): завдяки системі точного обприскування та диференційованого внесення добрив прогнозується зниження витрат на 15%. При поточних витратах у 24 млн грн економія становитиме 3,6 млн грн [50, с. 164].

- Зниження втрат палива та логістики (*E2*): через AI-оптимізацію маршрутів та виключення нецільового використання палива – економія 8% від бюджету на ПММ (8,5 млн грн), що дорівнює 0,68 млн грн.

- Приріст врожайності (*E3*): предиктивний моніторинг та своєчасне виявлення стресу рослин дозволяють зберегти в середньому 5% врожаю, що при валовому зборі у 80 млн грн додає 4,0 млн грн виручки.

Таким чином, загальний річний ефект:

$$E = E_1 + E_2 + E_3 = 3,6 + 0,68 + 4,0 = 8,28 \text{ млн грн.}$$

Розрахунок показника *ROI*:

$$ROI = \frac{8,28 - 1,56}{1,56} 100\% \approx 430\%.$$

Отримане значення *ROI* на рівні 430% свідчить про надзвичайно високу ефективність запропонованих цифрових заходів. Це означає, що кожна гривня, інвестована у цифрову трансформацію підприємства, принесе понад 4 гривні додаткового чистого прибутку вже впродовж першого операційного року.

Високий показник окупності пояснюється низькою базою порівняння (модель «As Is» у розділі 2 характеризувалася значними непродуктивними втратами) та високою вартістю сучасних ресурсів (ЗЗР, добрива, пальне), де навіть невеликий відсоток економії конвертується у суттєві грошові суми. Крім того, перехід до «data-driven» управління дозволяє ФГ «Хлібороб – Р» вийти на рівень рентабельності 28÷30%, що було математично обґрунтовано у кореляційній моделі.

Для завершення економічного блоку аналізу необхідно розрахувати часовий горизонт, впродовж якого інвестований капітал буде повністю відшкодований за рахунок отриманої економії та додаткового прибутку.

Показник терміну окупності (*PP*) дозволяє оцінити швидкість повернення коштів, що є критично важливим для ФГ «Хлібороб – Р» в умовах обмеженого доступу до довгострокового кредитування. Розрахунок проводиться за формулою:

$$PP = \frac{I}{E_{month}},$$

де: *I* – загальний обсяг інвестицій (1,56 млн грн);

E_{month} – середньомісячний економічний ефект (8,28 млн грн/12 міс=0,69 млн грн/міс).

Розрахунок:

$$PP = \frac{1,56}{0,69} \approx 2,26 \text{ місяці активного сезону.}$$

Отриманий результат у 2,26 місяці вказує на надзвичайно високу ліквідність інвестицій у цифрові технології. Фактично, витрати на впровадження інтелектуальних систем (*AI* та *Big Data*) повністю окупаються протягом однієї технологічної операції – наприклад, під час весняної посівної кампанії або першого циклу захисту рослин.

Така швидка окупність пояснюється такими факторами:

1. Низький поріг входу: Використання хмарних *FMS*-рішень (*SaaS*-модель) не потребує закупівлі дорогих серверів, лише абонентську плату та дообладнання техніки датчиками.

2. Масштабованість ефекту: Витрати на програмне забезпечення фіксовані, тоді як ефект економії (наприклад, 40% на гербіцидах) зростає пропорційно площі обробітку [59, с. 11].

3. Ефект «низько висячих фруктів»: Ліквідація базових втрат (крадіжки палива, перекриття при висіві) дає миттєвий результат, який перебиває вартість впровадження системи.

Таким чином, інвестиції в цифрову трансформацію є стратегічно безпечними для підприємства. Окупність у межах одного кварталу дозволяє ФГ «Хлібороб Р» використовувати вивільнені кошти для подальшого масштабування систем (наприклад, закупівлі автономних дронів-обприскувачів) вже в межах того самого фінансового року.

Економічна стійкість ФГ «Хлібороб – Р», досягнута через впровадження *AI*-технологій та *Big Data*, має пряму проекцію на продовольчу безпеку регіону. Цей вплив реалізується через три ключові механізми:

1. Стабілізація пропозиції та стійкість до кліматичних ризиків. Завдяки предиктивним моделям аналізу врожайності, підприємство мінімізує ризик раптового дефіциту продукції. Побудована нами модель «*To Be*» (див. рис. 2. 6) дозволяє стабілізувати валові збори зернових навіть у несприятливі роки. Для регіону це означає прогнозованість наповнення місцевого ринку та стабільність цін на сировину для харчової промисловості.

2. Ефективність використання обмежених ресурсів. Технологія Spot Spraying та диференційоване внесення добрив, обґрунтовані в п. 3. 1, мають екологічну складову. Зниження пестицидного навантаження на 30÷70% безпосередньо покращує якість підземних вод та екосистеми регіону, що є невід'ємною частиною довгострокової продовольчої безпеки (забезпечення родючості ґрунтів для майбутніх поколінь).

3. Економічна доступність та соціальна стабільність. Зниження собівартості виробництва на 15÷18% через автоматизацію та ШІ-оптимізацію створює «запас міцності» для стримування відпускних цін. У кризові періоди цифровізоване підприємство є більш стійким до банкрутства, що гарантує збереження робочих місць та стабільні податкові надходження до місцевого бюджету.

Для оцінки результативності запропонованої стратегії необхідно провести компаративний аналіз стану ФГ «Хлібороб – Р» у двох часових вимірах: до впровадження інтелектуальних систем (As Is) та після реалізації плану цифровізації (To Be). Ключовим метричним показником виступає комплексний індекс продовольчої безпеки підприємства (FBS_c), який розраховується на основі агрегації трьох субіндексів: ресурсної автономності (Ira), операційної стійкості (Ios) та прогностичної точності (Ipt).

Згідно з розробленою моделлю, реалізація стратегії «data-driven» управління впливає на компоненти FBS_c таким чином:

1. Субіндекс ресурсної автономності (Ira): завдяки впровадженню систем точного землеробства та AI-оптимізації логістики, рівень втрат ТМЦ знижується, що підвищує автономність підприємства. Прогнозне зростання: з 0,42 до 0,78 [68, с. 155].

2. Субіндекс операційної стійкості (Ios): ліквідація «цифрових островів» та автоматизація звітності мінімізують людський фактор. Прогнозне зростання: з 0,35 до 0,85.

3. Субіндекс прогностичної точності (I_{pt}): впровадження нейромережових моделей для прогнозу врожайності дозволяє практично нівелювати невизначеність. Прогнозне зростання: з 0,28 до 0,92.

Загальний показник FBS_c розраховується як середньозважене значення:

$$FBS_{cToBe} = \sum_{i=1}^n \omega_i \cdot I_i \approx 0,85.$$

Для наочності порівняння динаміки зростання показників наведено у таблиці 3. 5.

Таблиця 3.5. – Динаміка прогнозних показників безпеки ФГ «Хлібороб – Р»

Показник (індекс)	Стан до впровадження (As Is)	Прогноз після стратегії (To Be)	Відхилення (Δ)
Ресурсна автономність (I_{ra})	0,42	0,78	+85%
Операційна стійкість (I_{os})	0,35	0,85	+142%
Прогностична точність (I_{pt})	0,28	0,92	+228%
Комплексний індекс FBS_c	0,35	0,85	+143%

Прогнозоване зростання комплексного індексу FBS_c з критичного рівня 0,35 до цільового 0,85 свідчить про якісний перехід ФГ «Хлібороб – Р» у групу підприємств із «високим рівнем економічної та продовольчої безпеки».

Особливо значущим є зростання субіндексу прогностичної точності на 228%. Це доводить, що головним джерелом небезпеки для сучасного агробізнесу є не стільки зовнішні фактори (погода, ринок), скільки внутрішня «інформаційна сліпота». Реалізація запропонованої стратегії ШІ-трансформації дозволяє перетворити невизначеність на керований ризик, що і є фундаментом продовольчої безпеки в цифрову епоху.

Висновки до розділу 3

У третьому розділі розроблено стратегічний комплекс заходів із впровадження інтелектуальних систем (*AI* та *Big Data*), спрямований на мінімізацію виробничих ризиків та зміцнення економічної безпеки підприємства. За результатами дослідження зроблено такі висновки:

1. Обґрунтовано парадигмальний перехід від простої автоматизації до «*data-driven*» управління. Доведено, що для ФГ «Хлібороб – Р» дані мають трансформуватися з пасивного архіву в активний актив. Це дозволяє перейти від констатації збитків *postfactum* до предиктивного моделювання, що забезпечує зниження операційних ризиків на етапі їх виникнення.

2. Розроблено дорожню карту впровадження ШІ-технологій, яка охоплює пріоритетний стек рішень: комп'ютерний зір для точного обприскування, нейромережеве прогнозування врожайності та *ML*-моніторинг техніки. Встановлено, що інтеграція цих інструментів у єдиний технологічний ланцюг дозволяє досягти синергетичного ефекту, який неможливий при їх розрізненому використанні.

3. Запропоновано архітектуру інтегрованої хмарної *FMS*-платформи, яка виконує роль «цифрового ядра» підприємства. Спроектована схема потоків даних (рис. 3. 1) забезпечує безшовну інтеграцію між польовими сенсорами, супутниковими даними та *ERP*-системою. Це повністю нівелює проблему «цифрових островів», забезпечуючи менеджмент верифікованою інформацією у режимі реального часу.

4. Проведено економічне обґрунтування інновацій, яке підтвердило надзвичайно високу ефективність цифрової трансформації. Розрахований показник *ROI* на рівні 430% та термін окупності інвестицій впродовж 2,3 місяців активного сезону свідчать про те, що цифровізація є найбільш рентабельним напрямом розвитку підприємства, який мінімізує вплив волатильності ринку та кліматичних змін.

5. Здійснено прогнозування індексу продовольчої безпеки (*FBS_c*), згідно з яким реалізація стратегії дозволить підвищити стійкість підприємства з

критичного рівня 0,35 до цільового 0,85. Це доводить, що впровадження інтелектуальних систем не лише підвищує прибутковість окремого господарства, а й створює надійний фундамент для продовольчої безпеки регіону через стабілізацію виробничих циклів та раціоналізацію використання природних ресурсів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У магістерській роботі розв'язано важливе науково-практичне завдання щодо обґрунтування та розробки стратегії цифровізації ФГ «Хлібороб – Р» на основі інтелектуальних систем (*AI* та *Big Data*) для зміцнення його економічної та продовольчої безпеки. Результати проведеного дослідження дозволили зробити такі висновки:

1. Концептуалізація ролі цифровізації в агробізнесі

Визначено, що в умовах волатильності ринків та кліматичних викликів цифрова трансформація стає ключовим інструментом забезпечення економічної безпеки. Обґрунтовано перехід від фрагментарної автоматизації до моделі «*data-driven*» управління, де дані виступають стратегічним ресурсом для мінімізації виробничих ризиків.

2. Діагностика стану «*As Is*» та ідентифікація бар'єрів

Аналіз діяльності ФГ «Хлібороб – Р» за 2023÷2025 рр. виявив проблему «цифрових островів» – розрізненості інформаційних систем, що призводить до втрати 12÷15% ТМЦ через неефективний контроль. Розрахований індекс цифровізації (*IDXd* на рівні 0,24) та індекс продовольчої безпеки (*FBS_c* на рівні 0,35) підтвердили критичну необхідність перегляду технологічної стратегії підприємства.

3. Розробка інтелектуальної стратегії «*To Be*»

Запропоновано комплексний план впровадження ІІІ-технологій, що містить:

- Комп'ютерний зір для точного землеробства (економія ЗЗР до 40%);
- Нейромережеве прогнозування врожайності (точність прогнозу >90%);
- *ML*-моніторинг техніки для переходу до предиктивного обслуговування.

Доведено, що інтеграція цих модулів у хмарну *FMS*-платформу забезпечує безшовну синхронізацію потоків даних між полем, офісом та бухгалтерією.

4. Економічна ефективність та окупність

Математичне моделювання підтвердило високу інвестиційну привабливість запропонованих заходів. Прогнозований показник *ROI* становить 430%, а термін окупності капіталовкладень не перевищує 2,3 місяці активного сезону. Встановлено пряму кореляцію між зростанням індексу цифровізації та підвищенням операційної рентабельності до рівня 30%+.

5. Стратегічний вплив на безпеку

Реалізація стратегії дозволяє підвищити індекс продовольчої безпеки підприємства (*FBS_c*) до рівня 0,85. Це не лише забезпечує фінансову стабільність ФГ «Хлібороб – Р», а й робить значний внесок у продовольчу безпеку регіону шляхом стабілізації пропозиції сільськогосподарської продукції, зниження пестицидного навантаження на екосистеми та підвищення стійкості локальних продовольчих ланцюгів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. [Легенчук С.](#), [Захаров Д.](#), [Федорова О.](#), [Городиський М.](#), та [Вавілов Д.](#) (2025). Цифрова трансформація, дослідження та розробки, а також фінансові показники сільськогосподарських компаній. *Сільськогосподарська та ресурсна економіка: Міжнародний науковий електронний журнал*, 11 (3), 46-70. URL: <https://doi.org/10.51599/are.2025.11.03.02>
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Digital Agriculture Transformation. 2022. URL: <https://www.fao.org/3/cb4470en/cb4470en.pdf>
3. [Wolfert S.](#), [Ge L.](#), [Verdouw C.](#), [Bogaardt M.-J.](#) Big Data in Smart Farming: A review. *Agricultural Systems*. 2017. Vol. 153. P. 69-80. URL: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>
4. [Klerkx L.](#), [Jakku E.](#), [Labarthe P.](#) A review of social science on digital agriculture. *NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences*. 2019. Vol. 90-91. URL: <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
5. [Hrustek L.](#) Sustainability driven by agriculture through digital transformation. *Sustainability*. 2020. Vol. 12(20). URL: <https://doi.org/10.3390/su12208596>
6. [Ronzhin A.](#), [Figurek A.](#), [Surovtsev V.](#), [Dibirova K.](#) Digital transformation and precision farming. *Land*. 2025. Vol. 14(7). URL: <https://doi.org/10.3390/land14071464>
7. [Vial G.](#) Understanding digital transformation. *MIS Quarterly*. 2019. Vol. 43(1). P. 118-144. URL: <https://doi.org/10.25300/MISQ/2019/13330>
8. OECD. Digital Transformation of Agriculture and Rural Areas. Paris: OECD Publishing, 2020. URL: <https://doi.org/10.1787/9acb68a9-en>
9. Zhang Q. Precision Agriculture Technology for Crop Farming. Boca Raton: CRC Press, 2015.

10. [Kamilaris A.](#), [Prenafeta-Boldú F.](#) Deep learning in agriculture: A survey. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2018. Vol. 147. P. 70-90. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.02.016>
11. [Verdouw C.](#), [Wolfert S.](#), [Beulens A.](#), [Rialland A.](#) Virtualization of food supply chains with IoT. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2016. Vol. 122. P. 9-21. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.11.009>
12. [Elijah O.](#), [Rahman T.](#), [Orikumhi I.](#), [Leow C.](#), [Hindia M.](#) IoT in agriculture: A review. *IEEE Access*. 2018. Vol. 6. P. 109-128. URL: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2874290>
13. [Liakos K.](#), [Busato P.](#), [Moshou D.](#), [Pearson S.](#), [Bochtis D.](#) Machine learning in agriculture: A review. *Sensors*. 2018. Vol. 18(8). URL: <https://doi.org/10.3390/s18082674>
14. [Tripoli M.](#), [Schmidhuber J.](#) Emerging opportunities for blockchain in agriculture. Rome: FAO, 2018. URL: <https://www.fao.org/3/CA1335EN/ca1335en.pdf>
15. [Armbrust M.](#) et al. A view of cloud computing. *Communications of the ACM*. 2010. Vol. 53(4). P. 50-58. URL: <https://doi.org/10.1145/1721654.1721672>
16. [Porter M.](#), [Heppelmann J.](#) How smart, connected products are transforming competition. *Harvard Business Review*. 2014. Vol. 92(11). URL: <https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition>
17. World Bank. The Future of Food: Harnessing Digital Technologies. 2023. URL: <https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture>
18. Київська школа економіки (КШЕ). Цифровізація сільського господарства в Україні у 2025 році. URL: <https://kse.ua>
19. Syngenta. Cropwise Platform Overview. 2024. URL: <https://www.syngenta.com>
20. [DroneUA](#). Agricultural drone analytics report. 2025. URL: <https://droneua.org>
21. FAO. Food Security Indicators. 2023. URL: <https://www.fao.org/faostat>

22. McKinsey & Company. Agriculture digitalization report. 2024. URL: <https://www.mckinsey.com>
23. ENISA. Cybersecurity in agriculture. 2023. URL: <https://www.enisa.europa.eu>
24. Ісмаїлов Т., Гончарова І. Цифрова трансформація та прибутковість аграрних підприємств. *Agricultural and Resource Economics*, 2025. URL: <https://doi.org/10.51599/are.2025.11.03.02>
25. Продовольча та сільськогосподарська організація ООН (FAO). Цифрова трансформація сільського господарства. 2022. URL: <https://www.fao.org/3/cb4470en/cb4470en.pdf>
26. Вольферт С., Ге Л., Вердоу К., Богаардт М.-Й. Великі дані у розумному землеробстві: огляд. *Agricultural Systems*, 2017. Т. 153. С. 69-80. URL: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>
27. Клеркс Л., Якку Е., Лабарте П. Соціально-економічні аспекти цифрового сільського господарства. *NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences*, 2019. Т. 90-91. URL: <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
28. Грустек Л. Сталий розвиток сільського господарства через цифрову трансформацію. *Sustainability*, 2020. Т. 12(20). URL: <https://doi.org/10.3390/su12208596>
29. Ронжин А., Фігурек А., Суровцев В., Дібірова К. Цифрова трансформація та точне землеробство. *Land*, 2025. Т. 14(7). URL: <https://doi.org/10.3390/land14071464>
30. Віал Г. Розуміння цифрової трансформації. *MIS Quarterly*, 2019. Т. 43(1). С. 118-144. URL: <https://doi.org/10.25300/MISQ/2019/13330>
31. OECD. Цифрова трансформація сільського господарства та сільських територій. Париж: OECD Publishing, 2020. URL: <https://doi.org/10.1787/9acb68a9-en>
32. Чжан Ц. Технології точного землеробства. Бока-Ратон: CRC Press, 2015.

33. Каміларіс А., Пренафета-Болду Ф. Глибинне навчання в сільському господарстві: огляд. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2018. Т. 147. С. 70-90. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.02.016>
34. Вердоу К., Вольферт С., Беулєнс А., Ріалланд А. Інтернет речей у агропродовольчих ланцюгах. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2016. Т. 122. С. 9-21. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.11.009>
35. Елайджа О., Рахман Т., Орікумхі І., Леоу К., Хіндія М. Інтернет речей у сільському господарстві: огляд. *IEEE Access*. 2018. Т. 6. С. 109-128. URL: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2874290>
36. Ліакос К., Бусато П., Мошу Д., Пірсон С., Бохтіс Д. Машинне навчання в сільському господарстві. *Sensors*. 2018. Т. 18(8). URL: <https://doi.org/10.3390/s18082674>
37. Тріполі М., Шмідхубер Й. Можливості використання блокчейну в аграрному секторі. Рим: FAO, 2018. URL: <https://www.fao.org/3/CA1335EN/ca1335en.pdf>
38. Армбруст М. та ін. Хмарні обчислення: сучасний стан. *Communications of the ACM*. 2010. Т. 53(4). С. 50-58. URL: <https://doi.org/10.1145/1721654.1721672>
39. Портер М., Хеппельманн Дж. Розумні підключені продукти і конкуренція. *Harvard Business Review*. 2014. URL: <https://hbr.org/2014/11/how-smart-connected-products-are-transforming-competition>
40. Світовий банк. Майбутнє продовольства: цифрові технології в агросекторі. 2023. URL: <https://www.worldbank.org/en/topic/agriculture>
41. Київська школа економіки. Цифрове сільське господарство в Україні у 2025 році. 2025. URL: <https://kse.ua>
42. Syngenta. Платформа Cropwise: огляд. 2024. URL: <https://www.syngenta.com>
43. DroneUA. Аналітичний звіт щодо агродронів. 2025. URL: <https://droneua.org>

44. FAO. Індикатори продовольчої безпеки. 2023. URL: <https://www.fao.org/faostat>
45. McKinsey & Company. Цифровізація сільського господарства. 2024. URL: <https://www.mckinsey.com>
46. ENISA. Кібербезпека в аграрному секторі. 2023. URL: <https://www.enisa.europa.eu>
47. Буркинський Б.В. Економіка підприємства. – Київ: НАН України, 2019. – 312 с.
48. Геєць В.М. Економіка України: стратегія і політика розвитку. – Київ: ІЕФ, 2020. – 256 с.
49. Гончарук А.Г. Управління ефективністю підприємства. – Одеса: Астропринт, 2018. – 280 с.
50. Дуброва Т.А. Цифрова економіка та управління даними. – Київ: КНЕУ, 2021. – 340 с.
51. Жук В.М. Інноваційний розвиток аграрних підприємств. – Київ: ІАЕ, 2020. – 298 с.
52. Ілляшенко С.М. Маркетинг інновацій. – Суми: Університетська книга, 2019. – 350 с.
53. Ковальчук К.Ф. Економічна безпека підприємства. – Київ: ЦУЛ, 2021. – 320 с.
54. Краус Н.М. Цифрова економіка: тренди та перспективи. – Київ: НАУ, 2022. – 270 с.
55. Ляшенко О.М. Управління ризиками підприємства. – Харків: ХНЕУ, 2019. – 290 с.
56. Мельник Л.Г. Економіка сталого розвитку. – Суми: Університетська книга, 2020. – 400 с.
57. Наконечний С.І. Економетрика. – Київ: КНЕУ, 2018. – 350 с.
58. Окландер М.А. Цифровий маркетинг. – Київ: ЦУЛ, 2021. – 312 с.
59. Савицька Г.В. Економічний аналіз діяльності підприємства. – Київ: Знання, 2020. – 390 с.

60. Степаненко А.В. Інформаційні системи в економіці. – Київ: КНЕУ, 2021. – 280 с.
61. Тарасенко О.О. Big Data в управлінні підприємством. – Харків: ХПІ, 2022. – 260 с.
62. Федулова Л.І. Інноваційна економіка. – Київ: Либідь, 2019. – 350 с.
63. Хміль Ф.І. Менеджмент організацій. – Львів: Магнолія, 2020. – 336 с.
64. Череп А.В. Фінансова стійкість підприємства. – Запоріжжя: ЗНУ, 2021. – 290 с.
65. Шершньова З.Є. Стратегічне управління. – Київ: КНЕУ, 2019. – 384 с.
66. Юрчишин В.В. Аграрна економіка України. – Київ: ІАЕ, 2020. – 310 с.
67. Яцків І.Б. Інтелектуальні системи в економіці. – Львів: ЛНУ, 2022. – 275 с.
68. Яковенко Р.В. Економіка підприємства в умовах цифровізації. – Київ: КНЕУ, 2023. – 300 с.
69. Бойко В.В. Управління інноваційним розвитком. – Київ: КНЕУ, 2022. – 280 с.

ДОДАТКИ

Анкета

Юридична особа ФГ «ХЛІБОРОБ – Р», код ЄДРПОУ 06686338, було зареєстровано 09.02.1999. Розмір статутного капіталу юридичної особи складає 0,00. На момент останнього оновлення даних 20.05.2026 стан юридичної особи – Зареєстровано.

Уповноваженою особою юридичної особи ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО «ХЛІБОРОБ – Р» є РИБІНСЬКИЙ ВОЛОДИМИР ЙОСИПОВИЧ.

Повне найменування юридичної особи

(станом на 20.05.2026)

ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО ХЛІБОРОБ – Р

Скорочена назва

ФГ «ХЛІБОРОБ – Р»

Статус юридичної особи

(станом на 20.05.2026)

Зареєстровано

Статус з ЄДР

Зареєстровано

Код ЄДРПОУ

06686338

Дата реєстрації

09.02.1999 (27 років 3 місяці)

Уповноважені особи

Детальніше

- РИБІНСЬКИЙ ВОЛОДИМИР ЙОСИПОВИЧ керівник

Розмір статутного капіталу

0,00 грн.

Організаційно-правова форма

Фермерське господарство

Види діяльності

Основний:

01.11 Вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур

Всього за цим КВЕД: 75 442

Інші:

- 01.13 Вирощування овочів і баштанних культур, коренеплодів і бульбоплодів

- 01.19 Вирощування інших однорічних і дворічних культур

- 01.24 Вирощування зерняткових і кісточкових фруктів

Всі Види Діяльності

01.13 Вирощування овочів і баштанних культур, коренеплодів і бульбоплодів

01.19 Вирощування інших однорічних і дворічних культур

01.24 Вирощування зерняткових і кісточкових фруктів

01.41 Розведення великої рогатої худоби молочних порід

01.46 Розведення свиней

01.61 Допоміжна діяльність у рослинництві

01.62 Допоміжна діяльність у тваринництві

01.63 Післяурожайна діяльність

10.41 Виробництво олії та тваринних жирів

10.81 Виробництво цукру

10.91 Виробництво готових кормів для тварин, що утримуються на фермах

46.21 Оптова торгівля зерном, необробленим тютюном, насінням і кормами для тварин

46.36 Оптова торгівля цукром, шоколадом і кондитерськими виробами

77.31 Надання в оренду сільськогосподарських машин і устаткування

46.77 Оптова торгівля відходами та брухтом

47.81 Роздрібна торгівля з лотків і на ринках харчовими продуктами, напоями та тютюновими виробами

68.10 Купівля та продаж власного нерухомого майна

68.20 Надання в оренду й експлуатацію власного чи орендованого нерухомого майна

77.11 Надання в оренду автомобілів і легкових автотранспортних засобів

77.12 Надання в оренду вантажних автомобілів

52.10 Складське господарство

46.75 Оптова торгівля хімічними продуктами

49.41 Вантажний автомобільний транспорт

Контактна інформація

Місцезнаходження Україна, 1, Кіровоградська обл., Кропивницький р-н,
юридичної особи: село Соколівське, ВУЛ. ПОЛИНКІНА, будинок 23

Телефон: 3134418, 0664971806

ДОДАТОК А

Форма №1

БАЛАНС (ЗВІТ ПРО ФІНАНСОВИЙ СТАН) ФГ «Хлібороб – Р» за

2023÷2025 роки

Актив

Стаття	Код рядка	2023	2024	2025
НЕОБОРОТНІ АКТИВИ				
Основні засоби	1010	24800	27100	30400
Первісна вартість	1011	31800	35100	39200
Знос	1012	7000	8000	8800
Нематеріальні активи	1000	420	610	950
Довгострокові біологічні активи	1020	2100	2350	2600
Усього необоротних активів	1095	27320	30060	33950
ОБОРОТНІ АКТИВИ				
Запаси	1100	8650	9310	10150
Дебіторська заборгованість	1125	3740	4280	4910
Грошові кошти та їх еквіваленти	1165	5180	6550	7090
Поточні біологічні активи	1110	910	1120	1340
Інші оборотні активи	1190	0	0	0
Усього оборотних активів	1195	18480	21260	23490
БАЛАНС	1300	45800	51320	57440

Пасив

Стаття	Код рядка	2023	2024	2025
ВЛАСНИЙ КАПІТАЛ				
Статутний капітал	1400	1200	1200	1200
Нерозподілений прибуток	1420	27900	32550	39000
Усього власного капіталу	1495	29100	33750	40200
ДОВГОСТРОКОВІ ЗОБОВ'ЯЗАННЯ				
Довгострокові кредити банків	1510	6400	5900	5200
ПОТОЧНІ ЗОБОВ'ЯЗАННЯ				
Короткострокові кредити	1600	4200	5100	5600
Кредиторська заборгованість	1615	6100	6570	6440
Поточні зобов'язання за розрахунками	1620	0	0	0
Усього поточних зобов'язань	1695	10300	11670	12040
БАЛАНС	1900	45800	51320	57440

ДОДАТОК Б**Форма №2****ЗВІТ ПРО ФІНАНСОВІ РЕЗУЛЬТАТИ ФГ «Хлібороб – Р»**

Стаття	Код рядка	2023	2024	2025
Чистий дохід від реалізації продукції	2000	32450	37820	44100
Собівартість реалізованої продукції	2050	26780	29950	33640
Валовий прибуток	2090	5670	7870	10460
Інші операційні доходи	2120	760	980	1210
Адміністративні витрати	2130	1240	1390	1510
Витрати на збут	2150	410	520	610
Інші операційні витрати	2180	720	850	1020
Фінансовий результат від операційної діяльності	2190	4060	6090	8530
Фінансові витрати	2250	420	380	340
Прибуток до оподаткування	2290	3640	5710	8190
Податок на прибуток	2300	360	1000	1910
Чистий прибуток	2350	3280	4710	6280

ДОДАТОК В**Форма №3****ЗВІТ ПРО РУХ ГРОШОВИХ КОШТІВ**

Стаття	2023	2024	2025
Надходження від реалізації продукції	34120	39180	45760
Оплата постачальникам	-22400	-24950	-27980
Оплата праці	-3680	-4020	-4470
Сплата податків	-1890	-2110	-2460
Чистий рух коштів від операційної діяльності	6150	8100	10850
Придбання основних засобів	-2420	-2980	-3840
Інвестиційна діяльність	-2420	-2980	-3840
Отримання кредитів	1800	2200	1800
Погашення кредитів	-1200	-2700	-2900
Чистий рух коштів від фінансової діяльності	600	-500	-1100
Чистий рух грошових коштів	4330	4620	5910

ДОДАТОК Г
Форма №4
ЗВІТ ПРО ВЛАСНИЙ КАПІТАЛ

Показник	Статутний капітал	Нерозподілений прибуток	Разом
Залишок на 01.01.2023	1200	24620	25820
Чистий прибуток 2023 року	-	3280	3280
Залишок на 31.12.2023	1200	27900	29100
Чистий прибуток 2024 року	-	4710	4710
Залишок на 31.12.2024	1200	32610	33810
Коригування	-	140	140
Залишок на 31.12.2024 (скоригований)	1200	32750	33950
Чистий прибуток 2025 року	-	6280	6280
Залишок на 31.12.2025	1200	39030	40230

ДОДАТОК Д

ПРИМІТКИ ДО РІЧНОЇ ФІНАНСОВОЇ ЗВІТНОСТІ

1. Основні напрями діяльності

ФГ «Хлібороб Р» спеціалізується на вирощуванні зернових та олійних культур. Основними видами продукції є пшениця, кукурудза та соняшник.

2. Основні засоби

У структурі основних засобів найбільшу частку займають:

- сільськогосподарська техніка;
- транспортні засоби;
- складські приміщення;
- системи GPS-моніторингу;
- цифрове обладнання.

3. Фінансові результати

Впродовж аналізованого періоду спостерігається позитивна динаміка:

- зростання чистого доходу;
- збільшення прибутковості;
- підвищення рівня рентабельності;
- зміцнення фінансової стійкості;
- скорочення непродуктивних витрат.

ДОДАТОК И
Статистична звітність ФГ «Хлібороб Р»
Форма №50-сг
«Основні економічні показники роботи сільськогосподарських підприємств»

Показник	2023	2024	2025
Середньорічна чисельність працівників, осіб	28	30	32
Площа сільськогосподарських угідь, га	1850	1920	2050
Рілля, га	1780	1850	1980
Вартість валової продукції, тис. грн	34120	39280	45870
Чистий дохід від реалізації, тис. грн	32450	37820	44100
Собівартість реалізованої продукції, тис. грн	26780	29950	33640
Чистий прибуток, тис. грн	3280	4710	6280
Рентабельність виробництва, %	12,2	15,7	18,7
Вартість основних засобів, тис. грн	24800	27100	30400
Капітальні інвестиції, тис. грн	2420	2980	3840
Витрати на оплату праці, тис. грн	3680	4020	4470
Урожайність зернових, ц/га	52,4	56,8	60,3

ДОДАТОК К

Форма №29-сг

«Площі та валові збори сільськогосподарських культур»

2023 рік

Культура	Посівна площа, га	Урожайність, ц/га	Валовий збір, ц
Пшениця озима	720	54,2	39024
Кукурудза	510	61,5	31365
Соняшник	420	28,4	11928
Інші культури	130	24,0	3120
Разом	1780	-	85437

2024 рік

Культура	Посівна площа, га	Урожайність, ц/га	Валовий збір, ц
Пшениця озима	760	58,0	44080
Кукурудза	540	65,2	35208
Соняшник	430	30,5	13115
Інші культури	120	25,1	3012
Разом	1850	-	95415

2025 рік

Культура	Посівна площа, га	Урожайність, ц/га	Валовий збір, ц
Пшениця озима	810	61,3	49653
Кукурудза	590	68,8	40592
Соняшник	450	32,4	14580
Інші культури	130	26,0	3380
Разом	1980	-	108205

ДОДАТОК Л**Форма №4-сг****«Посівні площі сільськогосподарських культур»**

Культура	2023, га 2024, га 2025, га		
Пшениця озима	720	760	810
Кукурудза на зерно	510	540	590
Соняшник	420	430	450
Ячмінь	70	60	50
Соя	60	60	80
Інші культури	0	0	0
Усього	1780	1850	1980

ДОДАТОК М**Форма №37-сг****«Звіт про збирання врожаю сільськогосподарських культур»**

Показник	2023	2024	2025
Зібрана площа зернових, га	1230	1300	1400
Валовий збір зернових, ц	70389	79288	90245
Урожайність зернових, ц/га	57,2	61,0	64,5
Зібрана площа соняшнику, га	420	430	450
Валовий збір соняшнику, ц	11928	13115	14580
Урожайність соняшнику, ц/га	28,4	30,5	32,4

ДОДАТОК Н**Форма №21-заг****«Реалізація сільськогосподарської продукції»**

Вид продукції	2023	2024	2025
Реалізовано зернових, т	6840	7520	8410
Реалізовано соняшнику, т	1090	1180	1310
Середня ціна зернових, грн/т	5220	5580	6030
Середня ціна соняшнику, грн/т	12400	13150	13980
Дохід від реалізації, тис. грн	32450	37820	44100

Податкова звітність ФГ «Хлібороб – Р»**ДОДАТОК Р****Податкова декларація платника єдиного податку IV групи****ФГ «Хлібороб – Р»****Розрахунок податкових зобов'язань**

Показник	2023	2024	2025
Площа сільськогосподарських угідь, га	1850	1920	2050
Нормативна грошова оцінка 1 га, грн	31800	34200	37100
База оподаткування, тис. грн	58830	65664	76055
Ставка податку, %	0,95	0,95	0,95
Нарахована сума податку, тис. грн	559	624	722
Сплачено до бюджету, тис. грн	559	624	722

ДОДАТОК С**Податкова декларація з податку на додану вартість (ПДВ)**

Показник	2023	2024	2025
Обсяг оподатковуваних операцій, тис. грн	32450	37820	44100
Податкові зобов'язання з ПДВ, тис. грн	6490	7564	8820
Податковий кредит, тис. грн	5240	6020	6880
Сума ПДВ до сплати, тис. грн	1250	1544	1940
Сума бюджетного відшкодування, тис. грн	0	0	0

Основні операції, що формують податковий кредит

- придбання паливно-мастильних матеріалів;
- закупівля насіння та добрив;
- придбання запасних частин;
- модернізація цифрових систем управління.

ДОДАТОК Т**Податковий розрахунок сум доходів працівників та ЄСВ**

Показник	2023	2024	2025
Середньооблікова чисельність працівників, осіб	28	30	32
Фонд оплати праці, тис. грн	3680	4020	4470
Нарахований ПДФО, тис. грн	662	724	805
Військовий збір, тис. грн	55	60	67
Нарахований ЄСВ, тис. грн	810	884	983
Сума виплачених доходів, тис. грн	2963	3236	3598

ДОДАТОК У**Декларація екологічного податку**

Показник	2023	2024	2025
Викиди забруднюючих речовин, т	8,4	7,9	7,2
Нарахований екологічний податок, тис. грн	18	17	16
Сплачено до бюджету, тис. грн	18	17	16

Примітка

Скорочення обсягів викидів пов'язане з:

- оновленням технічного парку;
- оптимізацією логістики;
- автоматизацією польових операцій.

ДОДАТОК Ф

Узагальнення податкового навантаження підприємства

Показник	2023	2024	2025
Єдиний податок IV групи, тис. грн	559	624	722
ПДВ до сплати, тис. грн	1250	1544	1940
ПДФО, тис. грн	662	724	805
Військовий збір, тис. грн	55	60	67
ЄСВ, тис. грн	810	884	983
Екологічний податок, тис. грн	18	17	16
Загальне податкове навантаження, тис. грн	3354	3853	4533

Аналітичний висновок щодо податкової звітності

Податкова звітність ФГ «Хлібороб – Р» демонструє стабільне зростання обсягів господарської діяльності протягом 2023÷2025 років. Збільшення податкових надходжень до бюджету обумовлено:

- розширенням земельного банку;
- підвищенням урожайності;
- зростанням обсягів реалізації продукції;
- підвищенням продуктивності праці;