

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**15.01. – КМР. 2003 – С 2023.11.01.01. ПЗ**

**Ремінна Поліна Вікторівна**

**2024**

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

УДК 338.43.054.23:355.01(477)

ПОГОДЖЕНО

Декан факультету  
інформаційних технологій  
д.т.н. проф І.М. Болбот  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри  
економічної кібернетики  
к.е.н., доц. В.В.Харченко  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему:

**Оцінка економічних втрат аграрного сектору  
України внаслідок війни**

Спеціальність 051 – «Економіка»  
Освітня програма «Економічна кібернетика»  
Програма підготовки освітньо-професійна

Гарант освітньої програми  
к.е.н., доц.

\_\_\_\_\_ Л.В.Галаєва  
підпис

Виконала:

\_\_\_\_\_ П.В.Ремінна  
підпис

Керівник магістерської кваліфікаційної  
роботи к.е.н., доц.

\_\_\_\_\_ Н.А. Клименко  
підпис

**КИЇВ – 2024**

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра економічної кібернетики

Завідувач кафедри  
економічної кібернетики

к.е.н., доц. \_\_\_\_\_ В.В.Харченко

підпис

“ \_\_\_\_ ”

\_\_\_\_\_ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ**

**до виконання магістерської кваліфікаційної роботи  
студентці Ремінній Поліні Вікторівні**

Спеціальність 051	«Економіка»
Освітня програма	«Економічна кібернетика»
Програма підготовки	освітньо-професійна

1. Тема роботи: **«Оцінка втрат аграрного сектору України внаслідок війни»**

Затверджена наказом ректора від 01.11.2023 р. № 2003С

2. Термін подання завершеної роботи на кафедру – 18.11.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи (проекту) – Державна служба статистики України

4.Перелік графічного матеріалу : \_\_\_\_ таблиць, \_\_\_\_ рисунків

5.Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають дослідженню в роботі):

а) Теоретичні та науково-методичні основи дослідження втрат аграрного сектору України внаслідок війни

б) Оцінка втрат сільського господарства регіонів України

в) Аналіз глибини шоку АПК викликаного військовими діями на території України

6.Дата отримання завдання – 16.12.2023р.

**Керівник магістерської кваліфікаційної роботи**

к.е.н., доц. \_\_\_\_\_ Н.А. Клименко

**Завдання прийняв до виконання** \_\_\_\_\_ П.В. Ремінна

## РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота: 84 с., 8 табл., 31 рис., 35 джерела.

**Мета роботи** полягає у дослідженні та оцінці економічних втрат, яких зазнав аграрний сектор України внаслідок війни

**Об'єктом дослідження** є процеси у аграрному секторі України, який сильно постраждав від триваючого конфлікту. **Предметом** є теоретичні, методичні та прикладні аспекти формування й функціонування інструментів регулювання сталого розвитку аграрного сектору України в період макроекономічної нестабільності.

**Методи дослідження.** Для досягнення мети в роботі було використано ряд методичних підходів, включаючи методи наукової абстракції, системного аналізу та синтезу, а також економіко-статистичні та розрахунково-конструктивні методи.

**Результати дослідження.** На основі зібраних даних та проведеного аналізу розроблено моделі оцінки та прогнозування ринкових показників щодо аграрного сектору України, зокрема впливу військових дій на економічну стабільність галузі, регіональні диспропорції у втраті продуктивності, а також перспективи відновлення завдяки інноваційним підходам до управління ресурсами та використання кластерного аналізу для підвищення ефективності регіонального розвитку.

**Ключові слова:** аграрний сектор України, економічні втрати, військові дії, прогнозування ринкових показників, кластеризація регіонів, управління ресурсами, сільськогосподарське виробництво, інфраструктура, інвестиційні ризики, відновлення економіки, сталий розвиток, економіко-математичне моделювання, продовольча безпека, ланцюги постачання, глибина шоку.

## АНОТАЦІЯ

**Ремінна П.В. - Оцінка економічних втрат аграрного сектору України внаслідок війни – Магістерська кваліфікаційна робота.**

Магістерська кваліфікаційна робота на здобуття наукового ступеня магістра за спеціальністю 051 «Економіка», освітньою професійною програмою «Економічна кібернетика» – Національний університет біоресурсів і природокористування України Міністерства освіти і науки України, 2024. У роботі розглянуто вплив військових дій на аграрний сектор України, економічні втрати, пов'язані з руйнуванням інфраструктури та зменшенням продуктивності, регіональні диспропорції у втраті та відновленні галузі, оцінку інвестиційних ризиків, застосування кластерного аналізу для групування регіонів за рівнем аграрного розвитку, методи прогнозування ринкових показників, а також розробку стратегій сталого відновлення та управління ресурсами з урахуванням економіко-математичних моделей.

**Ключові слова:** аграрний сектор України, економічні втрати, військові дії, прогнозування ринкових показників, кластеризація регіонів, управління ресурсами, сільськогосподарське виробництво, інфраструктура, інвестиційні ризики, відновлення економіки, сталий розвиток, економіко-математичне моделювання, продовольча безпека, ланцюги постачання, глибина шоку.

## SUMMARY

Reminna P.V. – Assessment of economic losses of the agricultural sector of Ukraine as a result of the war - Master's Qualification Work.

Master's qualification work for obtaining a master's degree in specialty 051 "Economics", educational professional program "Economic Cybernetics" - National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ministry of Education and Science of Ukraine, 2024. The study examines the impact of military actions on

Ukraine's agricultural sector, economic losses associated with infrastructure destruction and reduced productivity, regional disparities in the sector's losses and recovery, assessment of investment risks, application of cluster analysis for grouping regions based on the level of agricultural development, methods for forecasting market indicators, as well as the development of strategies for sustainable recovery and resource management, considering econometric and mathematical models.

**Keywords:** *agricultural sector of Ukraine, economic losses, military actions, market indicator forecasting, regional clustering, resource management, agricultural production, infrastructure, investment risks, economic recovery, sustainable development, econometric and mathematical modeling, food security, supply chains, shock depth.*

## **ЗМІСТ**

<i>Вступ</i> .....	9
<i>РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНИХ ВТРАТ ВНАСЛІДОК ПОВНОМАСШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ</i> .....	11
1.1. Теоретичні основи оцінки економічних втрат внаслідок воєнних конфліктів .....	11
1.2. Структура і класифікація економічних втрат аграрного сектору України внаслідок війни.....	15
1.3. Аналітичний аналіз оцінки економічних втрат України спричинених військовим вторгненням .....	22
<i>РОЗДІЛ 2. Кластеризація регіонів України за показниками аграрного розвитку</i> .....	39
2.1. Теоретичні основи кластеризації .....	39
2.2. Методологія проведення кластеризації регіонів .....	43
2.3. Аналіз та інтерпретація результатів кластеризації .....	52
<i>РОЗДІЛ 3. Оцінка ризиків інвестування та прогнозування аграрного сектору України в умовах воєнного стану</i> .....	62
3.1. Оцінка ризиків інвестування в умовах шоківих змін.....	62
3.2. Оцінка ризиків на основі концепції варіативності та методу Value at Risk (VaR) .....	68
3.3. Прогнозування майбутніх цін на акції за допомогою економіко- математичної моделі Хольта-Уінтерса .....	74
<i>Висновки</i> .....	77

*Список використаних джерел .....81*

## ВСТУП

Формуючи до 20% внутрішнього валового продукту, аграрний сектор є однією з головних галузей української економіки. Агробізнес є рушійною силою зростання національної економіки. Століттями Україну називають «головною житницею» Європи, адже на українські землі припадає 25% найродючіших у світі чорноземів.

Однак триваюча війна завдала серйозних економічних, структурних і людських втрат, порушивши виробничі можливості та ланцюги поставок у секторі. Конфлікт не тільки підірвав продуктивність сільського господарства країни, але й створив значні проблеми для продовольчої безпеки в глобальному масштабі, тому тема оцінки економічних втрат аграрного сектору України, спричинених війною, є **актуальною**.

**Метою** даного дослідження є оцінка економічних втрат, яких зазнав аграрний сектор України внаслідок війни. Для досягнення поставленої мети поставлені наступні **завдання**:

- Класифікувати та кількісно визначити прямі та непрямі економічні втрати в аграрному секторі.
- Проаналізувати регіональні та структурні диспропорції у розмірах цих втрат.
- Розробити практичні рекомендації щодо пом'якшення наслідків втрат і сприяння відновленню сектора.
- Дослідити регіональних особливостей сталого розвитку АПК шляхом кластеризації.
- Провести аналіз оцінки ризику інвестування в АПК до та після шоківих подій

- Дослідити поведінку аграрного сектору України в шоковий період на основі індикаторів глибина шоку та рівень відновлення.
- Проаналізувати відношення ризик–прибуток для агросектору за різних макроекономічних умов.
- Побудувати прогноз за допомогою методу Хольта-Вінтерса.
- Сформуванати висновки на основі отриманих результатів.

**Об'єктом дослідження** є аграрний сектор України, який сильно постраждав від триваючого конфлікту. **Предметом** є теоретичні, методичні та прикладні аспекти формування й функціонування інструментів регулювання сталого розвитку аграрного сектору України в період макроекономічної нестабільності.

Теоретична цінність цього дослідження полягає в тому, що воно надає ширше розуміння економічних наслідків військових дій для галузі сільського господарства. Практична цінність – в потенціалі для розробки стратегій відновлення сільськогосподарського сектора України. Отримані результати спрямовані на те, щоб допомогти політикам, міжнародним організаціям і зацікавленим сторонам розробити ефективні заходи для відновлення пошкодженої інфраструктури, вирішення виробничих проблем і відновлення ролі сектора на світових продовольчих ринках.

Логіка роботи зумовила таку структуру кваліфікаційної роботи: вступ, основна частина, що складається з 3 розділів, висновки, список використаних джерел. Загальний обсяг 72 сторінки.

# **РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ ЕКОНОМІЧНИХ ВТРАТ ВНАСЛІДОК ПОВНОМАСШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ.**

## **1.1. Теоретичні основи оцінки економічних втрат внаслідок воєнних конфліктів**

Військові конфлікти глибоко руйнують економіку постраждалих країн, створюючи прямі та непрямі економічні втрати, які впливають на траєкторії розвитку протягом десятиліть. Ці втрати проявляються через руйнування інфраструктури, деградацію людського капіталу, втрату продуктивності та порушення торгівлі та інвестиційних потоків. Розуміння теоретичних основ оцінки таких втрат має важливе значення для розробки відповідних стратегій відновлення, допомоги у відбудові та інформування міжнародної підтримки. З часом дослідники економіки розробили складні рамки та методології для точної оцінки фінансових витрат від конфліктів. У цьому розділі розглядаються ці теоретичні принципи, методології, виклики та їхні наслідки.

Економічні втрати, спричинені військовими конфліктами, можна загалом розділити на прямі та непрямі. Прямі економічні витрати включають негайні витрати, такі як військове фінансування, ремонт пошкодженої інфраструктури та компенсація за людські втрати. Ці витрати відчутні та піддаються кількісній оцінці. Однак непрямі витрати є далекосяжними та дифузними, охоплюючи довгострокове зниження продуктивності, збої в ланцюгах постачання, зниження довіри інвесторів та погіршення якості державних послуг. Кількісна оцінка цих витрат вимагає інтегрованого підходу, який поєднує економічне моделювання, емпіричний аналіз і врахування як мікро-, так і макроекономічних ефектів.

Теоретична основа для оцінки економічних втрат через військові конфлікти передбачає різні економічні основи, кожна з яких підходить для аналізу різних аспектів проблеми. Серед них основоположним є аналіз витрат

і вигод (СВА). СВА оцінює компроміси між очікуваними вигодами та понесеними витратами війни, допомагаючи урядам і установам оцінити, чи приносить участь у конфлікті чисті економічні втрати чи прибутки. У той час як СВА ґрунтується на класичній економіці, його застосування в умовах конфлікту є складним через непередбачуваність динаміки війни та різноманітний вплив на різних економічних суб'єктів [1].

Іншим важливим теоретичним інструментом є аналіз витрат і випуску, який відображає взаємозалежності між секторами економіки. У сценарії конфлікту збої в одному секторі, наприклад сільському господарстві, можуть каскадом перетікати в інші, такі як харчова промисловість або роздрібна торгівля. Аналіз витрат-виходів дозволяє дослідникам моделювати, як поширюються ці порушення, оцінюючи галузеві та загальні економічні втрати. Цей підхід був застосований у дослідженнях громадянської війни в Сирії, ілюструючи, як збиток у сільськогосподарському секторі спровокував широку відсутність продовольчої безпеки та інфляцію [2].

Обчислювані моделі загальної рівноваги (CGE) набули популярності в економіці конфліктів. Ці моделі моделюють реакцію економіки на зовнішні шоки шляхом інтеграції поведінки різних агентів, таких як домогосподарства, фірми та уряди. Моделі CGE пропонують динамічний погляд, враховуючи зміни з часом і фіксуючи як негайні, так і довгострокові економічні наслідки. Наприклад, CGE-моделювання було застосовано для оцінки впливу війни, що триває в Україні, виявивши значні скорочення ВВП і структурні зрушення в розподілі праці та капіталу [3].

Синтетичний метод контролю (SCM) є ще одним інноваційним підходом, особливо корисним для оцінки протиправних результатів. SCM створює «синтетичну» версію постраждалої від конфлікту економіки на основі даних з аналогічних незачеплених економік. Порівнюючи синтетичний

контроль із фактичною постконфліктною економікою, дослідники можуть оцінити втрати, безпосередньо пов'язані з війною. Наприклад, SCM використовувався в дослідженні російсько-українського конфлікту, кількісно оцінюючи економічні втрати в Донецькій і Луганській областях, порівнюючи їх із незацепленими регіонами [4].

Економетричне моделювання, широко використовувана методологія, фокусується на кількісному визначенні зв'язків між змінними. В умовах конфлікту економетричні моделі можуть ізолювати наслідки війни від інших факторів впливу, таких як глобальні економічні тенденції чи існуюча внутрішня політика. Дослідники часто використовують панелі даних або аналіз часових рядів, щоб охопити тенденції в часі, що дозволяє надійно оцінити втрати, пов'язані з конфліктом. Нещодавні економетричні дослідження сирійського конфлікту підкреслили скорочення ВВП на 30% протягом п'яти років, приписуючи більшу частину падіння зруйнованій інфраструктурі та скороченню прямих іноземних інвестицій (FDI) [5].

Незважаючи на ці досягнення, оцінка економічних втрат через військові конфлікти представляє значні проблеми. Обмеження даних є однією з найактуальніших проблем. У зонах конфлікту часто виникають збої в статистичних системах, що призводить до неповних або недостовірних даних. Дослідникам доводиться покладатися на непрямі показники або оцінки, які можуть містити неточності. Наприклад, вимірювання втрат сільського господарства в охоплених війною регіонах часто передбачає використання супутникових зображень для оцінки масштабу знищених сільськогосподарських угідь, коли наземні дані недоступні [6].

Атрибуція — ще одна проблема. Важко відрізнити втрати, спричинені конфліктом, від збитків, пов'язаних із непов'язаними економічними тенденціями чи політикою. Наприклад, інфляція може бути наслідком як

воєнних зривів, так і глобальних коливань цін на товари. Щоб вирішити цю проблему, дослідники все частіше використовують підходи змішаних методів, поєднуючи кількісні моделі з якісними даними, отриманими від місцевих зацікавлених сторін [7].

Тимчасовий вимір втрат, спричинених конфліктом, також ускладнює їх оцінку. Хоча безпосередні збитки відносно легко обчислити, довгострокові наслідки, такі як зниження рівня освіти або вплив на здоров'я покоління, вимагають довгострокових досліджень. Нещодавній аналіз конфлікту 2014–2019 років на сході України підкреслив, як тривале переміщення населення призвело до десятирічного зниження продуктивності праці та рівня доходів домогосподарств [8].

Вирішальним аспектом економіки конфлікту є вартість добробуту війни. Крім втрат ВВП, конфлікти призводять до значних втрат у добробуті постраждалого населення, що відображається у зниженні рівня життя, зростанні бідності та обмеженні доступу до основних послуг. Нещодавні дослідження вивчили ці втрати добробуту за допомогою даних про мобільність, виявивши, як переміщення посилює нерівність і навантажує державні ресурси в приймаючих громадах. Наприклад, дослідження щодо переміщеного населення під час сирійського конфлікту показало, що економіки приймаючих країн зіткнулися з підвищенням рівня бідності на 15% через приплив біженців [9].

Аналіз виробничої мережі став багатообіцяючим методом оцінки хвильового впливу конфліктів на взаємопов'язані економіки. Вивчаючи збої в ланцюгах постачання, дослідники можуть оцінити непрямі збитки, які виходять за межі безпосередньо постраждалих регіонів. Наприклад, триваюча війна в Україні порушила глобальні ланцюги поставок пшениці, що призвело

до нестабільності цін та економічних втрат у країнах-імпортерах Африки та Близького Сходу [10].

Останні досягнення в галузі даних розширили здатність оцінювати економічні втрати в режимі реального часу. Супутникові зображення, геопросторовий аналіз і машинне навчання все частіше використовуються для моніторингу збитків і оцінки збитків. Наприклад, алгоритми машинного навчання, застосовані до зон конфлікту, можуть аналізувати супутникові зображення, щоб оцінити руйнування інфраструктури та його економічні наслідки, як видно з останніх досліджень громадянської війни в Ємені [11, 12].

Отже, теоретичні та методологічні основи оцінки економічних втрат унаслідок військових конфліктів різноманітні та розвиваються. Завдяки інтеграції таких структур, як СВА, аналіз витрат і результатів, CGE моделювання та SCM, дослідники можуть надати вичерпні оцінки фінансових збитків війни. Незважаючи на труднощі, включно з обмеженням даних і проблемами атрибуції, досягнення в економетричному моделюванні, аналізі виробничих мереж і науці про дані підвищують точність і своєчасність цих оцінок. Ці ідеї є безцінними для постконфліктного відновлення, формулювання політики та міжнародного співробітництва, підкреслюючи важливість ретельного економічного аналізу в контекстах, уражених конфліктом.

## **1.2. Структура і класифікація економічних втрат аграрного сектору України внаслідок війни**

Сільськогосподарський сектор в Україні, відомому як один із найбільших у світі експортерів зерна, зазнав значних економічних втрат через триваючий конфлікт. Ці втрати порушили виробництво, розподіл і фінансову стабільність сектора, який є невід'ємною частиною як національного, так і глобального ланцюгів постачання продовольства. Як наслідок, розуміння

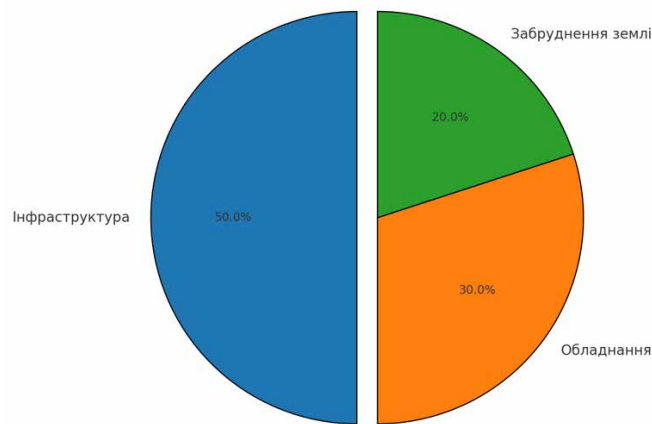
структури та класифікації цих економічних втрат має важливе значення для розробки стратегій відновлення, розподілу ресурсів та інформування про міжнародні зусилля з надання допомоги. Цей підрозділ представляє комплексний аналіз цих втрат, розділених на прямі та непрямі категорії, а також дослідження того, як вони впливають на різні аспекти сільськогосподарського сектора.

Прямі економічні збитки в аграрному секторі України охоплюють матеріальні та безпосередні збитки, завдані військовими діями. Вони включають знищення основної сільськогосподарської інфраструктури, такої як сховища, переробні підприємства та транспортні мережі. За даними Київської школи економіки, до середини 2022 року збиток, завданий фізичним активам сільського господарства України, досяг \$4,3 млрд, що становить близько 15% від загального капіталу [13]. Сама лише втрата складських потужностей створює значну проблему, оскільки Україна значною мірою залежить від великих силосів та інфраструктури для зберігання зерна та іншої сільськогосподарської продукції. Знищення цих об'єктів не тільки порушило можливість внутрішнього зберігання, але й обмежило можливість експорту врожаю на міжнародні ринки.

Ще одним критичним компонентом прямих втрат є знищення сільськогосподарської техніки, включно з тракторами, комбайнами та системами поливу. Військові дії або знищили цю техніку, або вивели її з ладу через відсутність технічного обслуговування та доступу до запасних частин. Відсутність функціонуючого обладнання обмежує здатність вирощувати та збирати врожай, безпосередньо впливаючи на врожайність та знижуючи загальну продуктивність галузі. За останніми оцінками, відсутність працездатної техніки та обладнання призвела до зниження потенційного обсягу сільськогосподарського виробництва приблизно на 20-30% порівняно з

довоєнним рівнем [14]. Крім того, забруднення ріллі нерозірваними боєприпасами та мінами призвело до того, що значна частина сільськогосподарських угідь стала непридатною для використання. Це забруднення не тільки зменшує доступні площі для вирощування, але й створює довгострокову загрозу безпеці фермерів і продуктивності сільського господарства. У 2023 році український уряд повідомив, що понад 10 мільйонів гектарів ріллі перебувають під загрозою через протипіхотні міни та інші залишки військової діяльності, створюючи пряму перешкоду відновленню та потенціалу зростання сектора [15].

Розбивка прямих економічних втрат за категоріями в Україні



малюнку 1 подано розбивку прямих економічних втрат за категоріями, показуючи частку витрат на інфраструктуру, обладнання та забруднення землі.

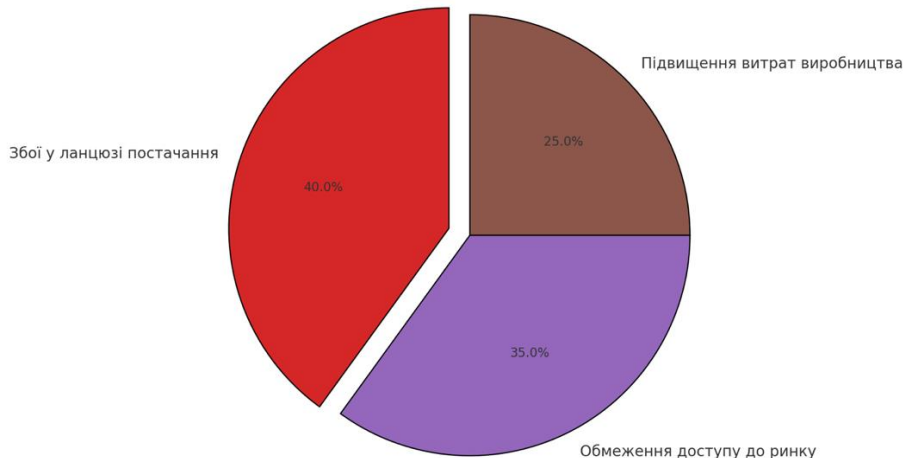
На відміну від прямих, непрямі економічні втрати відображають ширші, часто менш помітні наслідки конфлікту для сільськогосподарського сектора. Серед них значне скорочення сільськогосподарського виробництва через порушення сільськогосподарської діяльності та нестачу робочої сили. Мобілізація окремих осіб на військову службу та переміщення сільських громад призвели до значного скорочення сільськогосподарської робочої сили. Цей дефіцит робочої сили впливає на всі етапи сільськогосподарського

процесу, від посадки та збору врожаю до обробки та розподілу. Наприклад, щорічне виробництво пшениці та кукурудзи в Україні в 2023 році впало приблизно на 40% порівняно з рівнем 2021 року, насамперед через брак робочої сили та порушення сільськогосподарських циклів [16].

Збої в ланцюзі постачання є ще однією основною категорією непрямих втрат. Конфлікт серйозно вплинув на здатність України транспортувати сільськогосподарські вантажі як усередині країни, так і за кордоном. Пошкодження залізниць, доріг і портів перешкоджають руху товарів, що посилюється обмеженим доступом до Чорного моря, яке є основним маршрутом українського експорту. Оскільки експорт становить значну частину сільськогосподарських доходів України, обмежений доступ до міжнародних ринків призвів до значного зниження надходжень в іноземній валюті. За даними Міністерства економіки України, обсяг експорту сільськогосподарської продукції впав більш ніж на 50% у перший рік конфлікту, що підкреслює критичну роль безперервності ланцюга поставок у підтримці стабільності галузі [17].

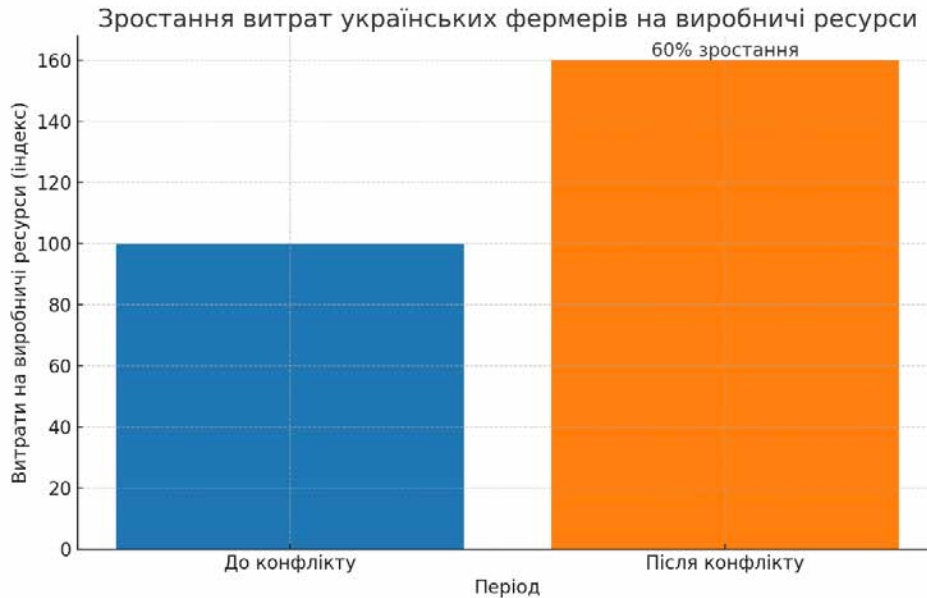
Крім того, обмеження доступу на ринок через експортні обмеження та пошкодження транспортних мереж зменшили доходи українських фермерів. До початку конфлікту Україна забезпечувала майже 10% світового ринку пшениці; однак поточні обмеження різко зменшили цю цифру, що вплинуло на світові ціни на продукти харчування та загострило продовольчу безпеку в регіонах-імпортерах, зокрема в Африці та на Близькому Сході [18].

Розподіл непрямих економічних втрат за категоріями в Україні



*розподіл непрямих економічних втрат, висвітлюючи основні наслідки збоїв у ланцюзі постачання, обмеження доступу до ринку та підвищення витрат виробництва.*

Збільшення виробничих витрат ще більше збільшує непрямі втрати. Конфлікт призвів до дефіциту основних сільськогосподарських ресурсів, таких як насіння, добрива та паливо. Ці ресурси або недоступні через перебої в ланцюзі поставок, або стали надзвичайно дорогими через інфляцію та обмеження імпорту. Як наслідок, українські фермери стикаються зі значно вищими витратами на виробництво, що знижує рентабельність і обмежує їхні можливості інвестувати в майбутні посівні сезони. Нещодавнє дослідження, проведене Продовольчою та сільськогосподарською організацією (FAO), показало, що витрати українських фермерів на виробничі ресурси зросли в середньому на 60% з початку конфлікту, що призвело до зниження врожайності та фінансового тиску для фермерів [19].



Класифікація цих економічних втрат дає змогу чіткіше зрозуміти багатогранний вплив конфлікту на сільськогосподарський сектор України. Перша категорія, втрати фізичного капіталу, включає знищення матеріальних активів, таких як будівлі, машини та інфраструктура, які є важливими для сільськогосподарського виробництва. Ці збитки піддаються кількісній оцінці в грошовому вираженні, що забезпечує конкретну оцінку безпосередньої шкоди сектору. Друга категорія, втрати людського капіталу, включає переміщення та втрату кваліфікованої сільськогосподарської робочої сили через війну. Брак кваліфікованих працівників не тільки впливає на поточну продуктивність, але й має довгострокові наслідки для розвитку та зростання галузі [20].

Втрати природного капіталу представляють ще одну критичну класифікацію. Вплив конфлікту на довкілля призвело до деградації ґрунту, забруднення води та повітря, що шкодить довгостроковій життєздатності сільськогосподарських угідь. За оцінками аграрних експертів, родючість ґрунту в постраждалих від конфлікту регіонах знизилася приблизно на 15% через хімічне забруднення внаслідок військових дій. Ця деградація знижує

продуктивність сільськогосподарських культур і створює тривалу проблему для відновлення сільського господарства [21]. Втрати фінансового капіталу, остаточна класифікація, стосуються зменшення доходів та збільшення боргового навантаження серед українських фермерів. Маючи обмежений доступ до міжнародних ринків і зростаючі витрати на виробництво, фермери намагаються зберегти фінансову стабільність. За даними Української аграрної ради, понад 70% фермерів повідомили про неспроможність погасити кредити у 2023 році, що підкреслює серйозну фінансову напругу в секторі [19].

Наслідки цих висновків є важливими для політиків та зацікавлених сторін, залучених до зусиль з відновлення та реконструкції України. Подолання прямих втрат потребує надійної програми відновлення інфраструктури, щоб відновити пошкоджені об'єкти та переоснастити фермерів необхідними інструментами та технікою. Цей процес має супроводжуватися масштабними операціями з розмінування, щоб забезпечити безпечний доступ до орних земель. Міжнародні організації з надання допомоги у співпраці з українським урядом започаткували програми з очищення сільськогосподарських територій від нерозірваних боєприпасів, з рекультивацією понад 20% забруднених земель до 2024 року [22]. Однак масштаби забруднення залишаються величезними, що вимагає постійної міжнародної підтримки та ресурсів.

Окрім відновлення фізичної інфраструктури, усунення непрямих втрат вимагає зосередитися на стабілізації ринку та фінансовій підтримці фермерів. Стабілізація ланцюгів постачання через стратегічне партнерство з сусідніми країнами може створити альтернативні маршрути для експорту сільськогосподарської продукції, тим самим пом'якшивши деякі втрати доходів, спричинені обмеженим доступом до ринку. Фінансова допомога у формі грантів, позик під низькі відсотки та субсидій може допомогти

фермерам впоратися зі збільшеними витратами на виробництво та впоратися зі своїм борговим тягарем. Крім того, інвестиції в програми сільськогосподарської підготовки та ініціативи з розвитку робочої сили будуть важливими для поповнення кваліфікованої робочої сили, втраченої через переміщення та військову мобілізацію.

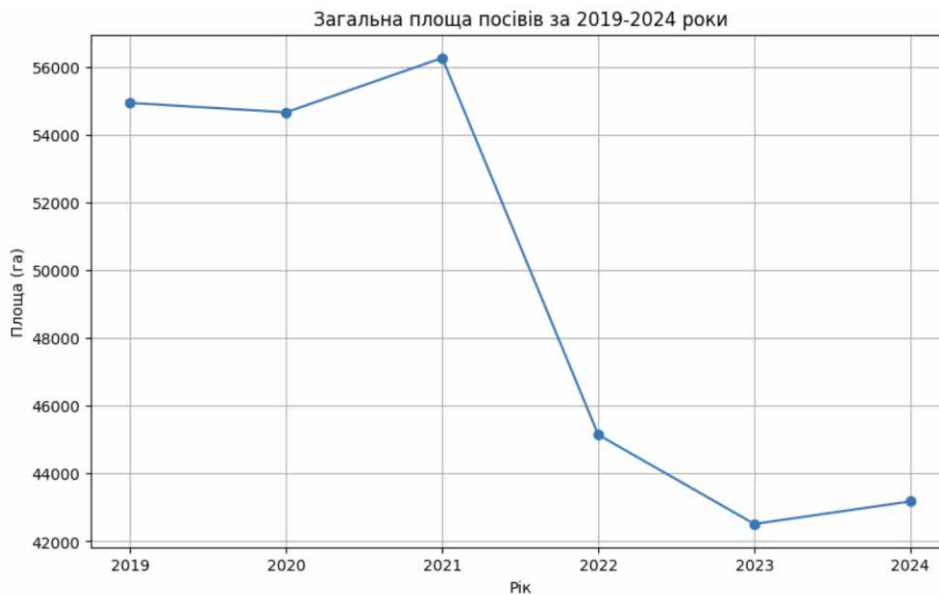
Підсумовуючи, економічні втрати, яких зазнав аграрний сектор України внаслідок війни, є великими та багатограними. Прямі збитки, включаючи знищення інфраструктури, обладнання та орних земель, являють собою негайні виклики, які вимагають термінових зусиль для відновлення. Непрямі втрати, такі як скорочення виробництва, порушення ланцюжків постачання та збільшення витрат на виробництво, становлять довгострокову загрозу стійкості сектора та глобальній продовольчій безпеці. Класифікація цих втрат за категоріями — фізичний капітал, людський капітал, природний капітал і фінансовий капітал — забезпечує структуровану основу для розуміння обсягу та масштабу впливу. Подолання цих втрат вимагатиме скоординованих зусиль як національних, так і міжнародних учасників, зосереджених на відбудові інфраструктури, відновленні фінансової стабільності та забезпеченні доступу до ринку. Лише за допомогою комплексного та стійкого підходу до відновлення український сільськогосподарський сектор зможе оговтатися від руйнівних наслідків конфлікту та відновити свою позицію критичного учасника глобального ланцюга постачання продовольства.

### **1.3. Аналітичний аналіз оцінки економічних втрат України спричинених військовим вторгненням**

Внаслідок військового вторгнення в Україну аграрний сектор зазнав значних втрат, що серйозно вплинуло на економічну ситуацію в країні. У цьому підрозділі подано аналітичний огляд впливу війни на аграрний сектор України, досліджено динаміку змін посівних площ, використання мінеральних

добрив, зміни у тваринницькій продукції та коливання цін на продукцію. Виявлені тенденції та розрахунки дозволяють глибше зрозуміти масштаби економічних втрат та адаптаційні можливості аграрного сектору в умовах тривалого конфлікту.

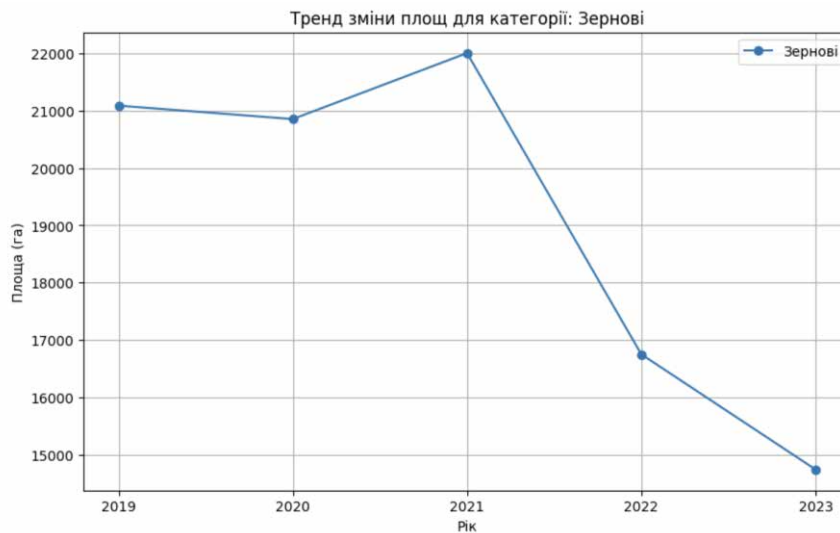
Аналіз посівних площ сільськогосподарських культур в Україні за період 2019–2024 років (рис.) демонструє значні зміни в структурі сільськогосподарських угідь, особливо після початку війни. Загальні тенденції свідчать про те, що до 2021 року посівні площі залишалися стабільними, після чого відбулося різке скорочення. Це зумовлене кількома факторами, включаючи геополітичні виклики, економічні труднощі та зміни клімату.



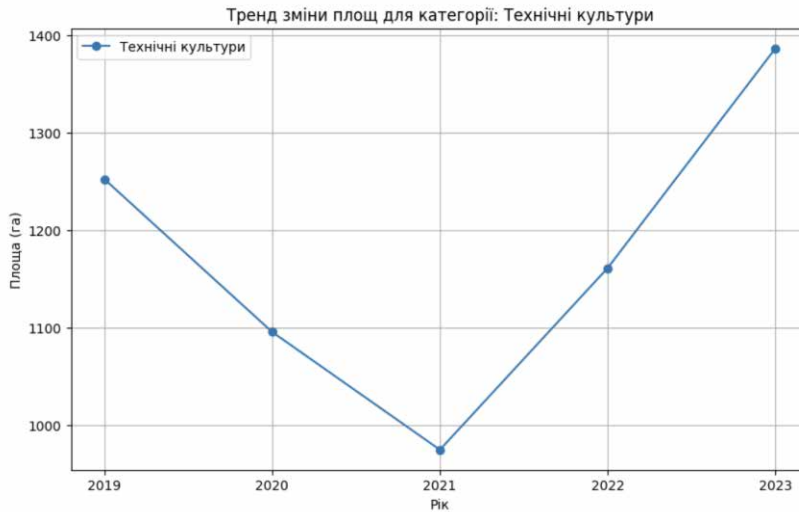
У 2021 році загальна посівна площа досягла найвищого рівня, склавши 56 279 га. Однак до 2022 року ця цифра впала до 45 147 га, а в 2023 році набула мінімального значення 42 513 га. У 2024 році спостерігалось невелике відновлення, коли площа зросла до 43 179 га, що свідчить про позитивну тенденцію та часткову стабілізацію ситуації в сільськогосподарському секторі.

Загалом, площі під зернові культури впродовж 2019–2021 років залишалися відносно стабільними з максимальним значенням у 2021 році —

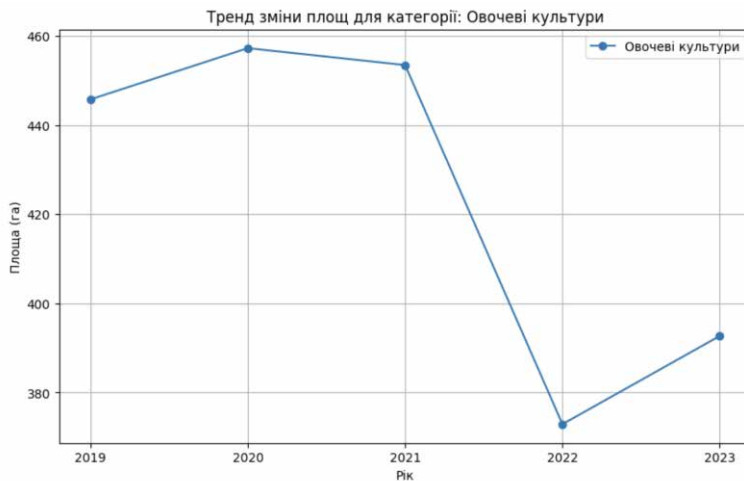
22 000,8 га. Однак, починаючи з 2022 року, спостерігається різке скорочення площ на 23,8%, порівняно з попереднім роком. Площі продовжили знижуватися у 2023 році до позначки 14744,9 га. Таке значне скорочення можна пояснити впливом військових дій, руйнуванням аграрної інфраструктури та зменшенням доступу до посівних земель, особливо на територіях, які постраждали внаслідок ведення бойових дій.



Для технічних культур динаміка змін площ показує різноспрямовані тенденції. Після поступового скорочення площ у 2019–2021 роках, у 2022 році відбулося зростання площ до 1161,1 га, яке продовжилось і у 2023 році, досягнувши 1386,9 га. Це свідчить про зростаючий попит на технічні культури, такі як ріпак і буряк цукровий фабричний, що залишаються важливими для експорту та внутрішнього виробництва навіть у складних економічних умовах. Тенденція до відновлення площ цих культур свідчить про стратегічну роль у структурі сільськогосподарського виробництва України.



Щодо овочевих культур, їх площі залишалися відносно стабільними протягом 2019–2021 років. У 2022 році відбулося помітне скорочення на 17,8%, що, ймовірно, зумовлено зменшенням внутрішнього попиту внаслідок переміщення населення та зміни у споживанні. Однак у 2023 році площі під овочевими культурами частково відновилися, досягнувши 392,7 га, що свідчить про поступове повернення до довоєнних рівнів виробництва.



Отже, найбільші втрати зафіксовано у сегменті зернових культур, який найбільше постраждав внаслідок війни та економічної кризи. Технічні культури, навпаки, продемонстрували відновлення, що може свідчити про їх

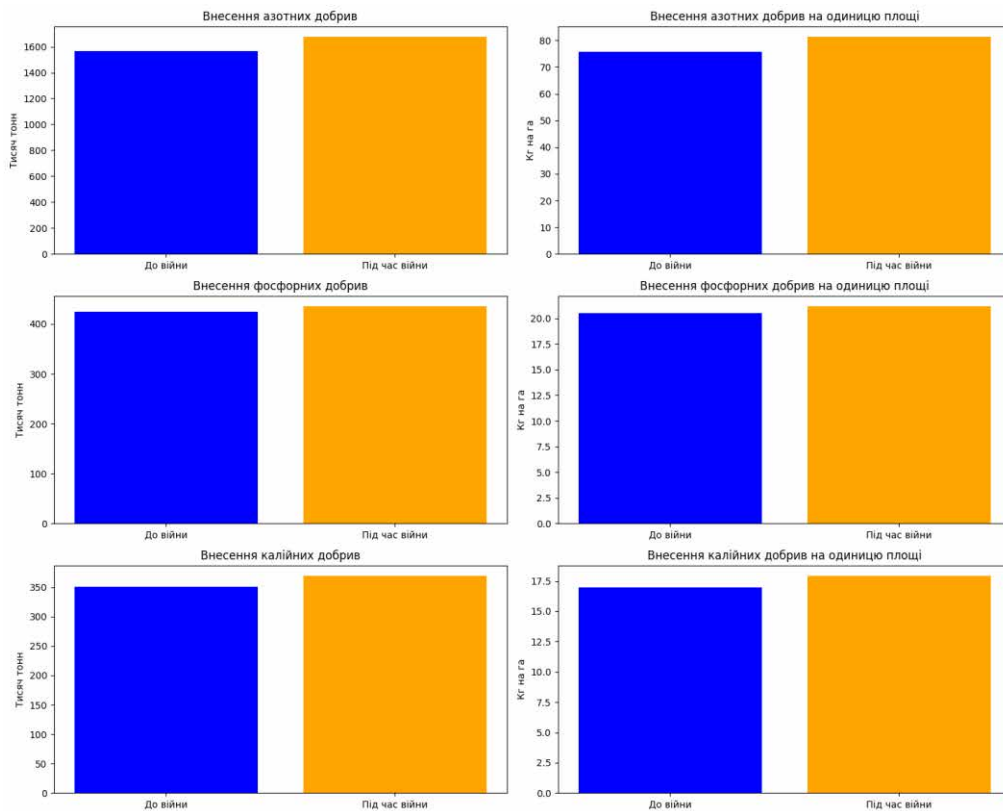
важливість для зовнішньої торгівлі та експортної стратегії країни. Овочеві культури також зазнали скорочення, однак їхні площі поступово відновлюються, це вказує на стабільний попит на овочі на внутрішньому ринку.

Далі перейдемо до аналізу використання мінеральних та органічних добрив. Внесення добрив є ключовим фактором, що визначає врожайність сільськогосподарських культур і продуктивність сільського господарства, безпосередньо впливаючи на продовольчу безпеку країни та експортний потенціал. У таблиці (табл. ) представлено дані щодо застосування мінеральних добрив у сільському господарстві України до повномасштабного вторгнення (2019–2020 рр.) та під час бойових дій (2022–2023 рр.).

Одиниця виміру	Середнє до війни (2019-2020)	Середнє під час війни (2022-2023)	Зміна (%)
Внесення азотних добрив	1567,2	1674,2	6,83
Внесення азотних добрив на одиницю площі	75,7	81,25	7,34
Внесення фосфорних добрив	424,2	434,9	2,53
Внесення фосфорних добрив на одиницю площі	20,5	21,15	3,17
Внесення калійних добрив	350,9	368,9	5,12
Внесення калійних добрив на одиницю площі	16,95	17,9	5,61

Результати свідчать про те, що внесення мінеральних добрив, зокрема азотних, фосфорних і калійних, загалом зросло у воєнний період (2022–2023) порівняно з довоєнними роками (2019–2020). Середнє внесення азотних добрив перед повномасштабним вторгненням становило 1567,2 тис. тонн, під час війни зросло до 1674,2 тис. тонн, збільшившись на 6,83%, що свідчить про відносну стабільність наявності цього ресурсу. На одиницю площі внесення азотних добрив зросло з 75,7 кг/га до 81,25 кг/га, або на 7,34%. Використання

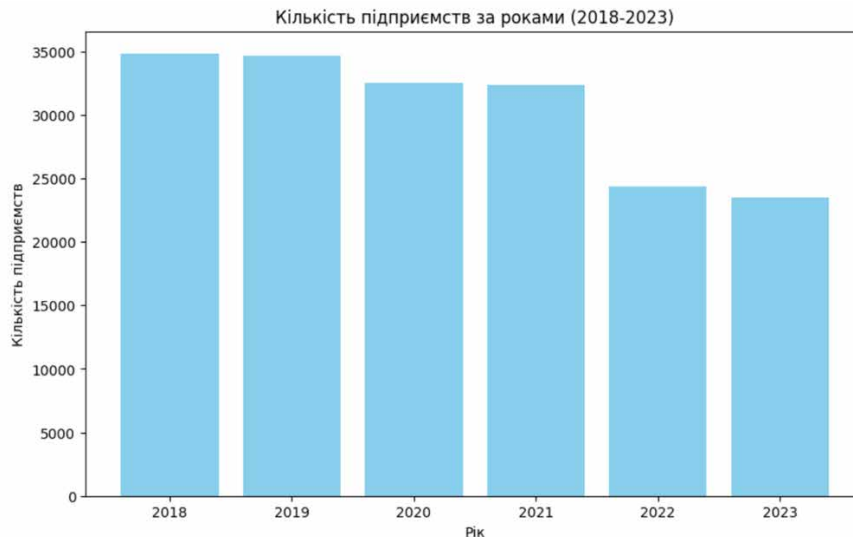
фосфорних добрив зросло з 424,2 тис. тонн довоєнних до 434,9 тис. тонн під час війни, тобто маємо зростання на 2,53%, що свідчить про продовження постачання значних кількостей навіть в умовах війни. У розрахунку на одиницю площі внесення фосфору зросло з 20,5 кг/га до 21,15 кг/га, тобто на 3,17%. Так само внесення калійних добрив зросло з 350,9 тис. тонн до війни до 368,9 тис. тонн під час війни, що відображає зростання на 5,12%. На одиницю площі внесення калію зросло з 16,95 кг/га до 17,9 кг/га, збільшившись на 5,61%.



Отже, результати демонструють, що, незважаючи на складні обставини воєнного часу, загальні рівні внесення мінеральних добрив не тільки збереглися, але й збільшилися. Це зумовлюється тим що аграрії почали адаптувати практики ведення та підтримки продуктивності господарств, оскільки збільшився попит на забезпечення продовольчої безпеки, наявність

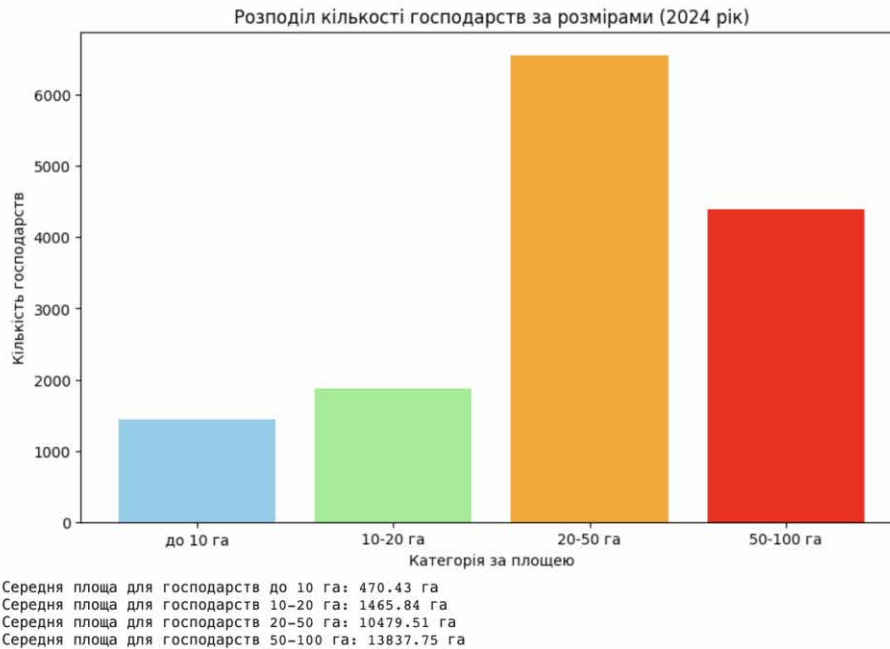
альтернативних ланцюжків постачання добрив та пріоритезацією сільськогосподарського виробництва в умовах макроекономічної нестабільності, спричиненої військовими діями.

Далі представлено динаміку кількості підприємств у аграрному секторі України з 2018 по 2023 роки (рис. ).



Дані свідчать про чітку тенденцію до зменшення кількості сільськогосподарських підприємств за аналізований період. Найбільша кількість підприємств була зафіксована в 2018–2019 роках, перевищивши 34000, з подальшим значним скороченням до менш ніж 25000 у 2022–2023 роках. Цей спад стає особливо відчутним із початком війни у 2022 році, підкреслюючи негативний вплив військових дій на аграрний сектор, що призвело до закриття чи скорочення багатьох ферм. Зменшення кількості підприємств, більшою мірою буде мати наслідки для врожайності, оскільки виклики всередині сектора могли порушити виробничі потужності.

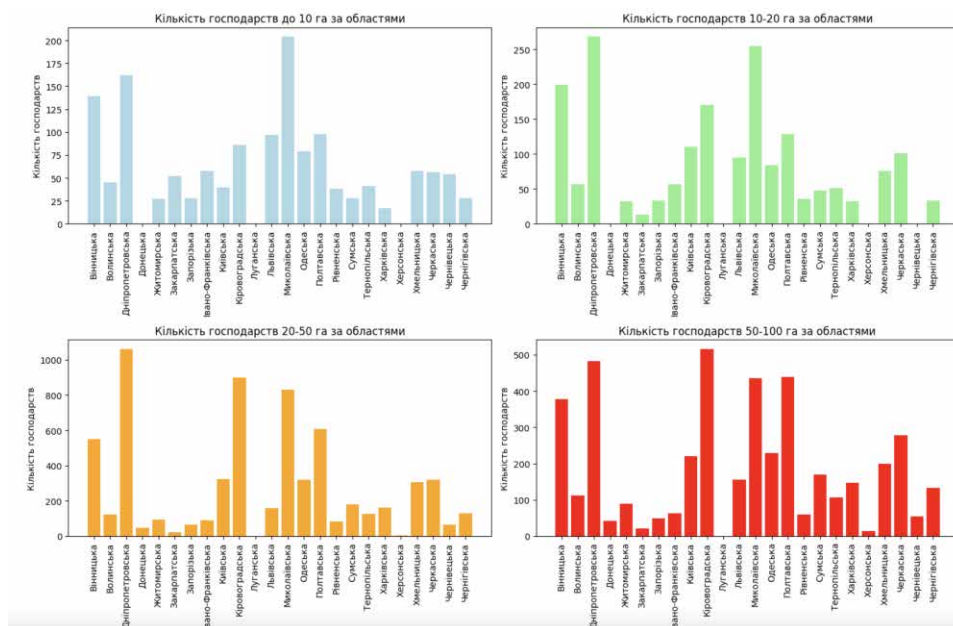
Для детальнішого аналізу, було проаналізовано структуру аграрного сектору за розмірами господарств та виділено зміни у структурі у 2024 році, щоб порівняти з попередніми періодами (рис. ).



Аналіз дає розуміння розподілу господарств за розміром землеволодінь у різних категоріях площ. Виходячи з діаграми (рис. ) можемо побачити розподіл фермерських господарств за розміром (категорії площі землі) у 2024 році разом із розрахованою середньою площею землі для кожної категорії:

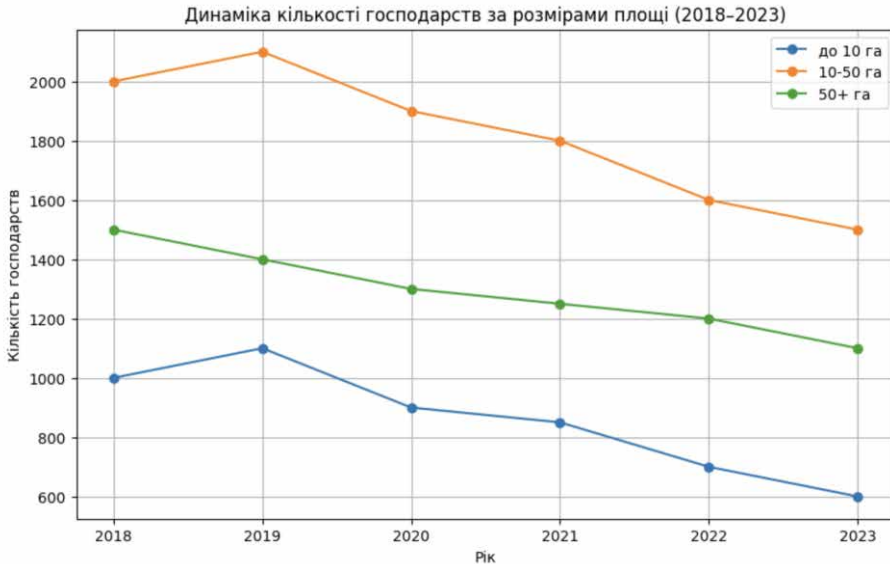
- **Господарства до 10 га:** Середня площа становить 470.43 га.
- **Господарства від 10 до 20 га:** Середня площа — 1465.84 га.
- **Господарства від 20 до 50 га:** Середня площа — 10479.51 га.
- **Господарства від 50 до 100 га:** Середня площа — 13837.75 га.

Доповнюючи аналіз проведемо регіональний аналіз, щоб оцінити продуктивність та вплив військових дій на кожен регіон, оцінити регіональні інвестиції та виокремити регіональні особливості, оскільки кожна область має власну специфіку у розподілі та використанні сільськогосподарських земель. Для побудуємо окремі графіки (рис. ) для кожної області зі змінами у площах господарств за розмірами (до 10 га, 10-20 га, 20-50 га, 50-100 га).



Отже, у найменшій категорії (до 10 га) найбільше фермерських господарств спостерігається в Миколаївській та Дніпропетровській областях, а в деяких областях, як-от Закарпатська та Чернівецька, значно менше. Для категорії 10–20 га Миколаївська та Запорізька області виділяються найбільшою кількістю господарств, тоді як інші зберігають помірні розподіли. У категорії 20–50 га спостерігається найвища концентрація господарств, зокрема в Миколаївській та Дніпропетровській областях, де кількість значно перевищує інші регіони. Аналогічно, у категорії 50–100 га найбільша кількість ферм зосереджена в Дніпропетровській та Запорізькій областях, що свідчить про домінування середніх ферм у цих регіонах.

Також було проаналізовано зміни у структурі господарств за період 2018–2023 років. Для цього було побудовано графіки, які відображають динаміку кількості господарств за розмірами площі (2018-2023) (рис. ) та динаміку урожайності сільськогосподарських культур (2018-2023) (рис. ).



З графіку чітко видно тенденцію до зниження. У 2018 році було 34 859 підприємств, тоді як до 2023 року ця кількість скоротилася до 23 508, що відображає скорочення на понад 30%. Одним із можливих пояснень цього скорочення є консолідація земельних ресурсів із поглинанням малих і середніх підприємств більшими сільськогосподарськими холдингами. Іншим сприяючим фактором може бути зниження економічної життєздатності дрібних фермерських господарств через зростання вартості ресурсів, фінансові труднощі та обмежений доступ до сучасних технологій. Крім того, вирішальну роль зіграли природні та політичні фактори, такі як посухи, економічні кризи та, особливо, триваюча війна в Україні.

Зменшення кількості малих (до 10 га) і середніх (10–50 га) господарств ще більше підтверджує тенденцію до укрупнення. Тим часом кількість більших ферм (понад 50 га) залишилася відносно стабільною, що свідчить про те, що ці підприємства краще підготовлені для адаптації до зовнішніх економічних і політичних викликів.



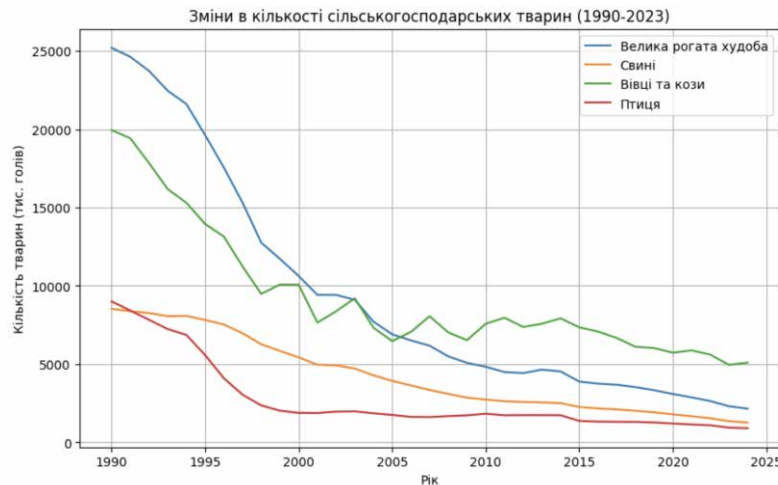
Врожайність сільськогосподарських культур демонструє коливання рівнів врожайності протягом аналізованих років. У 2018 році середня врожайність становила 52,2 ц/га (ц/га), а до 2023 р. вона зросла до 61,8 ц/га, показуючи загальну позитивну тенденцію. Проте у 2020 році було зафіксовано значне падіння врожайності до 46,4 ц/га, ймовірно, через несприятливі погодні умови чи інші зовнішні фактори, що впливають на ефективність землеробства. Після цього зниження врожайність постійно покращувалася, досягнувши пікових рівнів у 2021 та 2023 роках.

Вплив війни на структуру сільськогосподарських підприємств та врожайність особливо помітний з 2022 року. Почате раніше скорочення кількості підприємств у цей період посилилося через пряму військову агресію, руйнування сільськогосподарської інфраструктури, землі, пошкодження та обмеження доступу до ресурсів. У 2022 році кількість підприємств зменшилася до 24 379, а у 2023 році – до 23 508. Водночас врожайність у 2022 році становила 50,3 ц/га, що нижче 59,3 ц/га у 2021 році. Проте у 2023 році врожайність значно зросла. до 61,8 ц/га.

Це свідчить про те, що, незважаючи на виклики, пов'язані з війною та економічні труднощі, сільськогосподарські підприємства продовжували

впроваджувати нові технології та стратегії управління ресурсами, що дозволило їм компенсувати втрати та підвищити продуктивність. Одним із можливих факторів підвищення врожайності є зменшення посівних площ, що дозволяє більш ефективно використовувати наявні ресурси на менших ділянках землі.

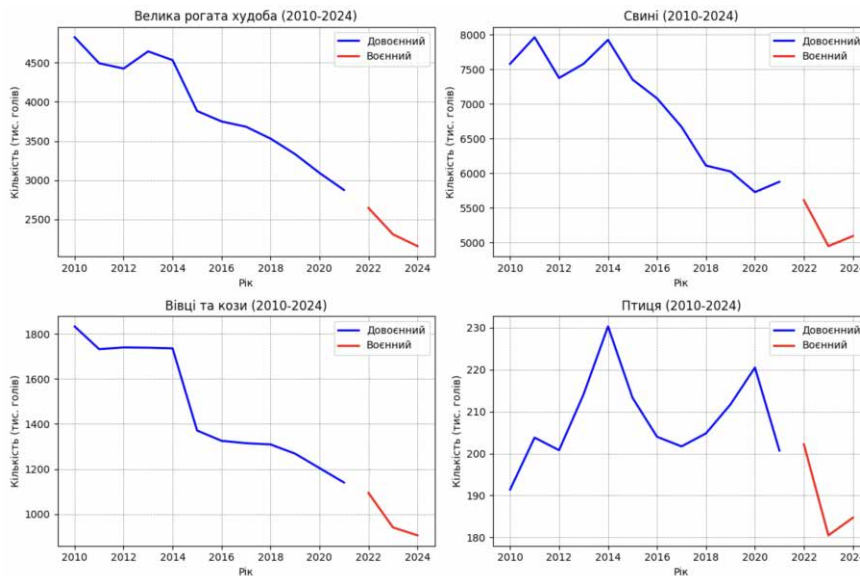
Для комплексного аналізу впливу військових дій на аграрний сектор України слід також додати аналіз тваринництва, а саме кількості сільськогосподарських тварин за 2024 рік і порівняння з довоєнними роками та виявити основні зміни у кількості тварин (свиней, великої рогатої худоби, птиці тощо) до війни та після.



На графіку показано значне зниження поголів'я худоби в Україні з 1990 по 2023 рік.

Щоб розглянути зміну сектору тваринництва у контексті впливу військових дій, зменшимо досліджуваний період та представимо показники для кожної категорії тварин (табл. , рис. ).

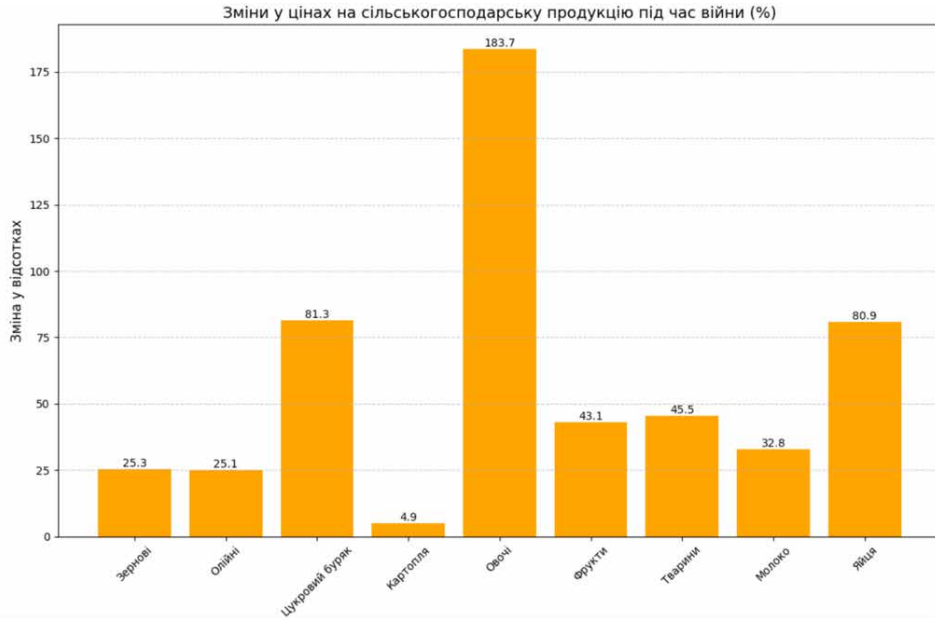
Показник	Довоєнний період (2010-2021)	Воєнний період (2022-2024)	Відсоткове зниження (%)
Велика рогата худоба	3922,76	2369,10	-39,61
Свині	6937,23	5217,03	-24,80
Вівці та кози	1475,92	980,67	-33,56



Аналіз свідчить про значне зниження поголів'я худоби за всіма категоріями в Україні за воєнний період (2022–2024 роки) порівняно з довоєнним періодом (2010–2021 роки). Для великої рогатої худоби середнє поголів'я впало з 3,92 мільйона до 2,37 мільйона, тобто на 39,6%, насамперед через руйнування сільськогосподарської інфраструктури, нестачу кормів і переміщення робочої сили, спричинене війною.

Поголів'я свиней скоротилося в середньому з 6,94 мільйона до 5,22 мільйона голів, тобто на 24,8%. Цей сектор, хоч і зазнав значного впливу, продемонстрував менш серйозне падіння порівняно з великою рогатою худобою, ймовірно, через те, що свинарство потребує менше землі та має коротший виробничий цикл. Поголів'я овець і кіз скоротилося з 1,48 мільйона до 0,98 мільйона, тобто на 33,6%, ймовірно, через скорочення пасовищ і обмежений доступ до водних ресурсів. Водночас поголів'я птиці скоротилося відносно менше: поголів'я впало з 208 мільйонів до 189 мільйонів, тобто на 9,1%. Цей менший вплив можна пояснити адаптивністю сектору птахівництва до змін у ланцюгах постачання та логістиці.

Наступним кроком аналізу було порівняння середніх цін на сільськогосподарську продукцію за кілька років (до війни та під час війни) (рис. ) та виявлення змін у ціноутворенні на різні види продукції (зернові, овочі, м'ясо тощо) (рис. ).



Продукт	Середні ціни до війни (2018-2021)	Середні ціни під час війни (2022-2024)	Відсоткові зміни (%)
Зернові	4818,18	6037,65	25,31
Олійні	11227,73	14043,8	25,08
Цукровий буряк	884,58	1603,8	81,31
Картопля	4829,38	5068,35	4,95
Овочі	4515,43	12809,05	183,67
Фрукти	7216,43	10328,95	43,13
Тварини	33970,53	49431,75	45,51
Молоко	8735,3	11601,7	32,81
Яйця	1485,58	2687,7	80,92

Аналіз середніх цін на сільськогосподарську продукцію до війни (2018–2021 рр.) та під час війни (2022–2024 рр.) показав значні ринкові

зміни, причому найбільш помітне зростання цін спостерігалось в таких категоріях, як овочі, цукровий буряк, яйця та тваринництво, що зумовлено значним впливом війни на аграрний сектор України.

- **Зерно:** Середня ціна на зерно зросла з 4 818,18 грн за тонну до війни до 6 037,65 грн під час війни, що відображає зростання на 25,3%. Це помірне зростання можна пояснити глобальними коливаннями цін на зерно та перебоями, спричиненими військовими діями.

- **Олійні культури:** ціни на олійні культури зросли на 25,08%, з 11 227,73 грн до 14 043,80 грн за тонну. Таке значне зростання підкреслює важливість олійних культур, таких як соняшник, в експортній економіці України.

- **Цукровий буряк:** Ціна на цукровий буряк зросла на 81,31%, з 884,58 грн до 1603,80 грн за тонну. Це різке зростання, ймовірно, пов'язане з логістичними проблемами та скороченням виробництва, що збільшило витрати на вирощування та транспортування.

- **Картопля:** ціни на картоплю незначно зросли на 4,95%, з 4829,38 грн до 5068,35 грн за тонну. Це мінімальне зростання може бути пов'язане з відносно стабільною пропозицією картоплі для внутрішнього споживання, оскільки вона залишається основною культурою.

- **Овочі:** найбільше подорожчання спостерігалось в овочах, ціни зросли на 183,67%, з 4515,43 грн до 12809,05 грн/т. Це різке зростання відображає порушення в сільськогосподарських регіонах, окупацію територій та руйнування інфраструктури, що перешкоджало виробництву та доступу до ринку.

- **Фрукти:** ціни на фрукти зросли на 43,13%, з 7216,43 грн до 10328,95 грн за тонну. Незважаючи на те, що це зростання менш виражене, ніж

овочі, це також свідчить про проблеми в ланцюзі поставок і вищі транспортні витрати.

- **Продукція тваринництва.** Ціни на продукцію тваринництва, в тому числі м'ясо, зросли на 45,51%, з 33970,53 грн до 49431,75 грн/т. Таке значне зростання можна пояснити високою вартістю кормів для тварин, яка також зросла через підвищення цін на зернові та олійні культури.

- **Молоко:** Ціни на молоко зросли на 32,81%, з 8 735,30 грн до 11 601,70 грн за тонну, відображаючи стійке зростання, спричинене проблемами інфраструктури та зростанням витрат виробництва.

- **Яйця:** ціни на яйця різко зросли на 80,92%, з 1485,58 грн до 2687,70 грн за тисячу штук. Це різке зростання може бути пов'язане з перебоями в ланцюзі поставок, втратою потужностей з виробництва птиці та вищими витратами на корм.

Останнім кроком було проаналізовано індекси цін на продукцію за довоєнний і воєнний періоди та визначено найбільш значні зміни у вартості продукції сільського господарства (табл. ).

Категорія	Середні індекси цін до війни (2018-2021)	Середні індекси цін під час війни (2022-2024)	Зміни у відсотках (%)
Продукція всього	114,225	96,8	-15,25
Продукція рослинництва	115,475	92,55	-19,85
Продукція тваринництва	107,1	116,2	8,5

Аналіз зміни індексів цін на сільськогосподарську продукцію свідчить про значний вплив війни на аграрний сектор України. Загальний індекс цін на сільськогосподарську продукцію за роки війни впав на 15,25%, знизившись із середніх 114,2% до війни (2018–2021) до 96,8% під час війни (2022–2024). Це зменшення відображає зниження загальної вартості сільськогосподарського виробництва, спричинене зниженням рівня

виробництва, руйнуванням інфраструктури та порушенням ланцюга поставок. Найбільше знизився індекс цін на продукцію рослинництва, який знизився на 19,85% з передвоєнних 115,5% до 92,6% під час війни. Різде падіння підкреслює серйозний вплив на виробництво сільськогосподарських культур, спричинений окупацією сільськогосподарських територій, знищенням сільськогосподарських угідь та обмеженим доступом до ресурсів. Навпаки, індекс цін на продукцію тваринництва зріс на 8,5 % — з передвоєнних 107,1 % до 116,2 % під час війни. Таке зростання можна пояснити дефіцитом тваринницької продукції та підвищенням ринкових цін. Незважаючи на скорочення поголів'я худоби через війну, попит на м'ясо-молочні продукти залишався стабільним, що призвело до зростання цін.

Загалом війна призвела до значного зниження індексів цін на сільськогосподарську продукцію, особливо в рослинництві, яке найбільше постраждало. Проте тваринницька продукція показала стійкість із вищими цінами, що відображає високий ринковий попит, незважаючи на скорочення пропозиції.

## **РОЗДІЛ 2. КЛАСТЕРИЗАЦІЯ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ ЗА ПОКАЗНИКАМИ АГРАРНОГО РОЗВИТКУ**

### **2.1. Теоретичні основи кластеризації**

Кластеризація — це фундаментальна концепція некерованого навчання та аналізу даних, спрямована на виявлення шаблонів і структур у наборах даних шляхом групування подібних об'єктів. На відміну від керованого навчання, кластеризація не покладається на попередньо позначені дані; замість цього вона досліджує внутрішню подібність між точками даних для формування значущих кластерів. Ці групи або кластери служать основою для аналізу зв'язків у даних, що робить кластеризацію незамінним інструментом у різних сферах, таких як машинне навчання, статистика, біологія та сегментація ринку [23, 24].

Кластеризація є широко використовуваною технікою в аналізі даних і розпізнаванні образів, особливо в областях, де ідентифікація природних груп у наборі даних є важливою. Ця методика має велике значення в аграрних дослідженнях, де регіони суттєво відрізняються за обсягом сільськогосподарської продукції, наявністю ресурсів та екологічними умовами. Суть кластеризації полягає в класифікації об'єктів у кластери на основі їхніх властивих подібностей, що дозволяє глибше зрозуміти закономірності та зв'язки в даних. Даний розділ розглядає теоретичні основи кластеризації, зосереджується на її застосуванні в аграрному секторі та регіональній класифікації аграрних регіонів України.

Кластеризація, як некерований метод навчання, передбачає групування об'єктів таким чином, щоб об'єкти в одній групі (кластері) були більш схожі один на одного, ніж об'єкти в різних кластерах. Подібність зазвичай оцінюється за допомогою різних показників відстані або мір асоціації, залежно

від характеру даних і конкретних цілей аналізу. В економіці сільського господарства кластеризація допомагає ідентифікувати регіони, які мають подібні сільськогосподарські характеристики, такі як урожайність, родючість ґрунту або впровадження технологій, що дозволяє політикам і дослідникам націлювати заходи та ефективніше розподіляти ресурси [25].

Методи кластеризації можна розділити на кілька типів, причому найпоширенішими є ієрархічні методи та методи поділу [26]. Ієрархічна кластеризація — це процес, який створює вкладені кластери шляхом агломерації менших кластерів у більші (агломеративний метод) або поділу великого кластера на менші (метод поділу). Цей підхід корисний, коли потрібна багаторівнева класифікація регіонів, наприклад, коли враховуються як географічні, так і економічні чинники регіонального сільськогосподарського розвитку. Методи поділу, такі як кластеризація k-середніх, призначають точки даних для фіксованої кількості кластерів на основі відстані від центроїдів кластера [27]. Ці методи більше підходять для випадків, коли кількість кластерів відома апіорі або може бути розумно оцінена, що часто буває під час аналізу сільськогосподарських зон із різними характеристиками [28].

Критичним аспектом кластеризації є вибір відповідних показників для аналізу. У контексті регіонального розвитку сільського господарства ці показники можуть включати сільськогосподарську продукцію (наприклад, загальну врожайність сільськогосподарських культур або кількість худоби), показники продуктивності (наприклад, урожайність на гектар), технологічні ресурси (рівень механізації, зрошення) та соціально-економічні фактори (наявність робочої сили, рівень доходу) [29]. Вибір індикаторів має відображати конкретні цілі аналізу та особливості досліджуваних регіонів. Наприклад, в Україні продуктивність сільського господарства залежить від

різноманітних факторів, таких як тип ґрунту, клімат, доступ до ринків та технологічна інфраструктура. Таким чином, кластеризація регіонів на основі цих різноманітних факторів забезпечує повне розуміння регіональних відмінностей і подібностей у розвитку сільського господарства [30].

Однією з основних теоретичних проблем у кластеризації є визначення оптимальної кількості кластерів, оскільки це може суттєво вплинути на інтерпретацію результатів. Для оцінки оптимальної кількості кластерів використовуються різні методи, включаючи метод «ліктя», аналіз силуету та статистичні тести, такі як статистика проміжків [31]. Метод «лікоть», наприклад, передбачає побудову суми квадратів відстаней між точками даних і відповідними центроїдами кластерів і визначення точки, де додавання додаткових кластерів призводить лише до незначного покращення відповідності. Аналіз силуетів визначає, наскільки об'єкт схожий на власний кластер порівняно з іншими кластерами, забезпечуючи міру валідності кластера [32]. У сільськогосподарських дослідженнях визначення правильної кількості кластерів має вирішальне значення, оскільки це безпосередньо впливає на точність класифікації та подальші практичні рекомендації [33].

Іншим важливим фактором є вибір міри відстані або подібності, оскільки це впливає на те, як утворюються кластери. У багатьох сільськогосподарських дослідженнях зазвичай використовується евклідова відстань через її простоту та інтуїтивну привабливість [34]. Однак інші міри відстані, такі як відстань Махаланобіса або подібність косинуса, можуть бути більш доцільними залежно від характеру даних. Наприклад, відстань Махаланобіса враховує кореляції між змінними, що робить його особливо корисним у випадках, коли показники сильно взаємопов'язані, наприклад, зв'язок між урожайністю та якістю ґрунту [35].

Застосування кластеризації в аграрному секторі України є особливо актуальним з огляду на різноманітні регіональні особливості країни та значні диспропорції в розвитку сільського господарства між регіонами [36]. Аграрний сектор України дуже неоднорідний, різні регіони спеціалізуються на різних видах сільськогосподарського виробництва, включаючи зернові культури, соняшник, тваринництво та молочне виробництво. Такі фактори, як кліматичні умови, родючість ґрунту та доступ до технологій, значно відрізняються в країні, що призводить до суттєвих відмінностей у продуктивності та економічних результатах. Застосовуючи методи кластеризації, можна згрупувати регіони з подібними сільськогосподарськими профілями, що може стати основою для цільових стратегій розвитку, розподілу ресурсів і політичних заходів, спрямованих на підвищення продуктивності сільського господарства та усунення регіональних диспропорцій [37].

Кластеризація також забезпечує основу для подальшого статистичного аналізу та моделювання. Після створення кластерів різні економетричні моделі можуть бути застосовані для оцінки детермінант продуктивності сільського господарства в кожному кластері, визначення передового досвіду та прогнозування майбутніх тенденцій [38]. Крім того, кластеризація може використовуватися в поєднанні з іншими методами, такими як аналіз головних компонентів (РСА), щоб зменшити розмірність даних і зосередитися на найважливіших факторах, що спричиняють сільськогосподарські відмінності між регіонами.

Підсумовуючи, теоретичні основи кластеризації забезпечують міцну основу для аналізу регіональних відмінностей у розвитку сільського господарства. Групуючи регіони на основі їхніх сільськогосподарських характеристик, кластеризація дає змогу більш детально зрозуміти регіональні

відмінності та схожість, що є важливим для розробки ефективної сільськогосподарської політики та заходів. У контексті України, де сільськогосподарський сектор відіграє вирішальну роль у національній економіці, кластеризація може допомогти визначити регіони, які потребують особливої політичної уваги чи інвестицій, таким чином сприяючи збалансованому регіональному розвитку та підвищенню загальної продуктивності сільськогосподарського сектора.

## **2.2. Методологія проведення кластеризації регіонів**

У цьому підрозділі детально описано процес групування регіонів України за показниками розвитку сільського господарства за допомогою методу кластеризації. Кластеризація є потужним інструментом для виявлення прихованих закономірностей у даних, особливо коли метою є виявлення схожості або природних угруповань. Кластеризація регіонів допомагає краще зрозуміти різницю в сільському господарстві, регіональні особливості та пріоритети розвитку в Україні. У цьому підрозділі було надано вичерпний огляд процесу збору даних, джерел, методів попередньої обробки, обраної техніки кластеризації, а також інструментів і середовища, що використовуються для виконання аналізу.

Першим кроком у процесі кластеризації був збір даних, який передбачав збір даних із загальнодоступних джерел. Для цього аналізу дані в основному збиралися з Державної служби статистики України (ДССУ). Ця установа пропонує обширні набори даних про різні аспекти української економіки, включаючи детальну інформацію про сільське господарство. Враховуючи обсяг цього дослідження, основна увага була зосереджена на зборі регіональних сільськогосподарських показників за багаторічний період (2018–2023 рр.). Ці показники включають:

- **Сільськогосподарські землі, оброблені добривами та пестицидами** – цей показник являє собою загальну площу (у тисячах гектарів), яка використовувалася для вирощування сільськогосподарських культур і оброблена різними сільськогосподарськими засобами для підвищення врожайності та боротьби зі шкідниками. Використання добрив і пестицидів є ключовим чинником регіональної продуктивності сільського господарства.

- **Внесення добрив (в діючих речовинах)** – показник, який вимірюється в тисячах тонн, показує кількість мінеральних добрив, внесених на сільськогосподарські угіддя. Правильне використання добрив може значно підвищити врожайність сільськогосподарських культур, що робить цей показник важливим визначником сільськогосподарської продукції.

- **Внесення органічних добрив** – стосується внесення органічних матеріалів (таких як гній) для підвищення родючості ґрунту, і вимірюється в тисячах тонн. Органічні добрива важливі для сталого сільського господарства та здоров'я ґрунту, і їх використання значно відрізняється в різних регіонах.

- **Застосування пестицидів** – цей показник вимірює використання пестицидів (у кілограмах) для захисту рослин. Пестициди допомагають контролювати шкідників, які інакше пошкодили б посіви, впливаючи на загальну сільськогосподарську продукцію.

- **Індекси сільськогосподарського виробництва для рослинництва та тваринництва** – це відсоткові значення, які порівнюють поточне сільськогосподарське виробництво з показниками попереднього року. Розраховуються окремі індекси для рослинництва та тваринництва. Ці індекси допомагають відстежувати річні зміни продуктивності сільського господарства в різних регіонах.

- **Маса худоби, проданої на забій** – показник, виміряний у тисячах тонн, показує загальну вагу худоби, проданої на забій. Даний показник є важливим для оцінки регіональної продуктивності худоби та внеску в м'ясну промисловість.

- **Кількість яєць, вироблених птицею.** Показник, виміряний у мільйонах, підкреслює продуктивність сектору птахівництва в регіоні.

- **Валове виробництво сільськогосподарських культур** – цей показник дає інформацію про загальне виробництво сільськогосподарських культур (у тисячах тонн) для основних сільськогосподарських продуктів, таких як зернові, олійні культури, овочі та картопля.

- **Зібрана та посівна площа під різні культури** – показники (вимірюються в гектарах) відображають сільськогосподарські землі, виділені для виробництва різних культур. Розуміння масштабів посадки та збору врожаю має вирішальне значення для аналізу сільськогосподарського потенціалу різних регіонів.

- **Виробництво молока** – валове виробництво молока (в тисячах тонн) свідчить про рівень розвитку молочного скотарства в кожному регіоні.

Показники були зібрані для кожного адміністративного регіону (області) України за п'ятирічний період (2018–2023 рр.). Даний багаторічний набір даних дозволяє більш комплексно аналізувати регіональні тенденції сільського господарства, включаючи як короткострокові коливання, так і довгострокові моделі розвитку сільського господарства.

Основним джерелом даних була Державна служба статистики України (ДССУ), яка регулярно публікує національні та регіональні дані по різних секторах, включаючи сільське господарство. Конкретні набори даних, використані для цього аналізу, були завантажені з офіційного веб-сайту

ДССУ. Ці набори даних потім були очищені, оброблені та агреговані для створення остаточного набору даних, який використовується для кластеризації.

Крім того, додаткові дані були зібрані зі звітів, опублікованих Міністерством аграрної політики та продовольства України та іншими державними установами. Ці звіти часто надають контекст для необроблених даних і пропонують уявлення про державну сільськогосподарську політику, субсидії та зовнішні фактори, що впливають на сільськогосподарську продукцію (наприклад, кліматичні умови та геополітичні проблеми).

Основною метою цієї кластеризації було класифікувати регіони України на основі моделей розвитку сільського господарства. Конкретні цілі аналізу кластеризації полягали в наступному:

- **Визначити природні групи регіонів:** Групуючи регіони зі схожими сільськогосподарськими характеристиками, стає легше ідентифікувати території, які мають подібні проблеми, потреби в ресурсах або потенціал розвитку.
- **Зрозуміти регіональні відмінності:** кластеризація допомагає виявити відмінності у продуктивності сільського господарства та використанні ресурсів по всій країні. Він дає розуміння, чому певні регіони перевершують інші та які фактори можуть сприяти цим відмінностям.
- **Підтримка розробки сільськогосподарської політики:** Кластери, визначені в результаті цього аналізу, можуть інформувати урядову політику та програми. Наприклад, регіони в межах одного кластера можуть отримати вигоду від подібних типів сільськогосподарських субсидій, інвестицій в інфраструктуру або програм навчання.

- **Оптимізація розподілу ресурсів:** кластеризація дозволяє ефективно розподіляти сільськогосподарські ресурси, гарантуючи, що регіони з подібними потребами отримують однакові рівні підтримки.

Перед виконанням аналізу кластеризації потрібно виконати кілька важливих етапів попередньої обробки, щоб переконатися, що дані підходять для кластеризації. Етапи передбачали очищення, перетворення та нормалізацію даних.

1. **Очищення даних.** Початковий набір даних містив нечислові значення, відсутні дані та невідповідності, які потребували комплексної попередньої обробки. Нечислові записи, такі як дефіси або заповнювачі, що використовуються для відсутніх даних, систематично замінювали значеннями NaN (не число), щоб полегшити ефективну обробку даних під час аналітичного процесу. Рядки з відсутніми значеннями в основних полях, включаючи назви регіонів, роки або ключові сільськогосподарські показники, були виключені для підтримки точності та надійності аналізу. Для решти відсутніх значень було використано два підходи: або імпутація за середнім значенням відповідного стовпця, або збереження значень NaN для потенційної обробки під час наступних кроків. Виникнення відсутніх даних пояснюється нинішньою ситуацією, а саме воєнними діями на території України. Через запровадження воєнного стану та пов'язані з цим проблеми безпеки деякі регіональні сільськогосподарські дані не оприлюднюються, що призводить до прогалин у наборі даних. Це обмеження підкреслює проблеми зі збором даних, звітністю та прозорістю, пов'язані з впливом військових дій у постраждалих регіонах.

2. **Зведення даних:** оскільки набір даних охоплював кілька років для кожного регіону, необхідно було перетворити дані у формат, придатний для кластеризації. Щоб досягти цього, дані були зведені таким чином, щоб кожен

регіон став рядком, а кожен сільськогосподарський показник став стовпцем. Для кожного регіону розраховано середнє значення кожного показника за п'ятирічний період. Це агрегування допомогло згладити річні коливання та дало більш чітку картину загальної регіональної ефективності.

3. **Зведена таблиця** надала компактний набір даних, де кожен рядок представляв регіон, а кожен стовпець представляв сільськогосподарський показник. Наприклад, один рядок може містити значення середньої площі, обробленої добривами, середньої кількості внесених добрив, середньої врожайності та інші сільськогосподарські показники.

4. **Обробка відсутніх даних:** після процесу зведення деякі регіони все ще мали відсутні значення для певних показників. Ці відсутні значення були заповнені середнім значенням відповідного стовпця. Цей підхід гарантував, що жоден регіон не було виключено з кластеризації через відсутність даних, а також запобігав непропорційному впливу будь-якого окремого показника на результати кластеризації.

5. **Нормалізація:** різні сільськогосподарські показники вимірювалися в різних одиницях, таких як гектари, тонни, кілограми та відсотки. Щоб переконатися, що всі показники однаково сприяли аналізу кластеризації, необхідно було нормалізувати дані. Мінімально-максимальне масштабування було застосовано для перетворення всіх значень у загальний діапазон від 0 до 1. Мінімально-максимальне масштабування зберігає зв'язки між значеннями, гарантуючи, що жоден індикатор не домінує в процесі кластеризації через свою одиницю вимірювання.

Наприклад, після нормалізації площа, оброблена добривами в кожному регіоні, була представлена як значення від 0 до 1, де 0 відповідав регіону з найменшою обробленою площею, а 1 відповідав регіону з найбільшою обробленою площею.

Для цього аналізу було обрано алгоритм кластеризації K-Means. K-Means є одним із найпоширеніших алгоритмів кластеризації завдяки своїй простоті, швидкості та ефективності. Алгоритм працює шляхом поділу точок даних (у даному випадку регіонів) на K кластерів, де кожна точка даних належить кластеру з найближчим середнім (центроїдом). Мета полягає в тому, щоб мінімізувати суму квадратів відстаней між кожною точкою даних і центроїдом призначеного їй кластера.

Вибір кількості кластерів (K): одним із найважливіших рішень у кластеризації K-Means є вибір відповідної кількості кластерів (K). Щоб визначити оптимальну кількість кластерів, було застосовано метод «лікоть». Цей метод передбачає виконання алгоритму K-Means з різними значеннями K (наприклад, від 1 до 10) і обчислення суми квадратів усередині кластера (WCSS) для кожного значення K. WCSS вимірює загальну дисперсію в межах кожного кластера; менші значення WCSS вказують на більш компактні кластери.

Результати методу «лікоть» були візуалізовані на графіку WCSS проти кількості кластерів. Крайня точка на цьому графіку (точка, де зниження WCSS починає вирівнюватися) вказує на оптимальну кількість кластерів. У цьому аналізі точка ліктя з'явилася на  $K = 3$  кластерах. Це свідчить про те, що три кластери забезпечать хороший баланс між компактністю та можливістю інтерпретації.

Після визначення оптимальної кількості кластерів алгоритм K-Means було запущено з  $K = 3$ . Алгоритм ітеративно відносив кожен регіон до одного з трьох кластерів на основі близькості його сільськогосподарських показників до кластера центроїди. Кожен центроїд представляє середні значення сільськогосподарських показників для всіх регіонів у межах кластера. Алгоритм продовжував перепризначати регіони кластерам і оновлювати

центроїди, доки призначення більше не змінювалися (тобто алгоритм збігався). Цей процес гарантує, що кластери є максимально компактними, з регіонами, згрупованими разом на основі подібних сільськогосподарських характеристик.

Після того, як алгоритм K-Means завершив кластеризацію регіонів, кожен регіон було призначено одному з трьох кластерів. Щоб інтерпретувати результати, було перевірено центроїди кожного кластера. Центроїд кластера представляє середні значення всіх сільськогосподарських показників для регіонів цього кластера. Порівнюючи центроїди між кластерами, було визначено відмінні характеристики кожної групи регіонів. Наприклад:

Кластер 1 може представляє регіони з високою продуктивністю сільського господарства, великими площами, обробленими добривами, і значним виробництвом тваринництва та рослинництва.

Кластер 2 може відповідати регіонам з помірною сільськогосподарською діяльністю, середньою врожайністю та збалансованим використанням добрив і пестицидів.

Кластер 3 міг включати регіони з нижчою продуктивністю, меншими площами обробленої землі та обмеженим використанням добрив чи інших ресурсів.

Аналізуючи значення центроїда, було надано змістовну інформацію про сільськогосподарські профілі різних кластерів. Ці профілі пропонують цінну інформацію про сильні та слабкі сторони регіонів у кожному кластері, допомагаючи визначити сфери для вдосконалення або інвестицій.

Весь процес кластеризації виконувався за допомогою Python (Додаток: скрипт коду), потужної мови програмування, яка широко використовується в науці про дані та машинному навчанні. Зокрема, були використані такі бібліотеки Python:

- **Pandas:** ця бібліотека використовувалася для обробки даних і попередньої обробки. Panda надала функції для очищення даних, обробки відсутніх значень і перетворення набору даних у формат, придатний для кластеризації. Функція `pivot_table` була особливо корисною для реструктуризації даних, а функція `fillna` допомогла обробити відсутні значення.

- **Scikit-learn:** основний алгоритм кластеризації, K-Means, було реалізовано за допомогою класу `KMeans` із бібліотеки Scikit-learn. Scikit-learn — це популярна бібліотека машинного навчання, яка забезпечує прості у використанні реалізації багатьох алгоритмів, включаючи кластеризацію, класифікацію та регресію. Клас `MinMaxScaler` від Scikit-learn також використовувався для нормалізації даних перед кластеризацією.

- **Matplotlib:** дана бібліотека використовувалася для візуалізації результатів процесу кластеризації. Графік методу «лікоть» був створений за допомогою Matplotlib, щоб допомогти визначити оптимальну кількість кластерів. Крім того, Matplotlib використовувався для створення гістограм та інших візуалізацій, щоб допомогти інтерпретувати результати кластеризації.

Весь аналіз проводився в середовищі Google Colaboratory (Colab), яке забезпечує хмарну платформу для виконання коду Python. Colab особливо корисний для завдань з обробки даних і машинного навчання, оскільки пропонує вільний доступ до обчислювальних ресурсів, зокрема графічних процесорів, і бездоганно інтегрується з Диском Google для зберігання даних. Весь набір даних зберігався на Google Drive, а Colab використовувався для завантаження, обробки та аналізу даних.

За допомогою коректно підібраної методології проведення кластеризації регіонів України було отримано практичні результати, що включають добре структуровану та змістовну сегментацію регіонів України на основі їх

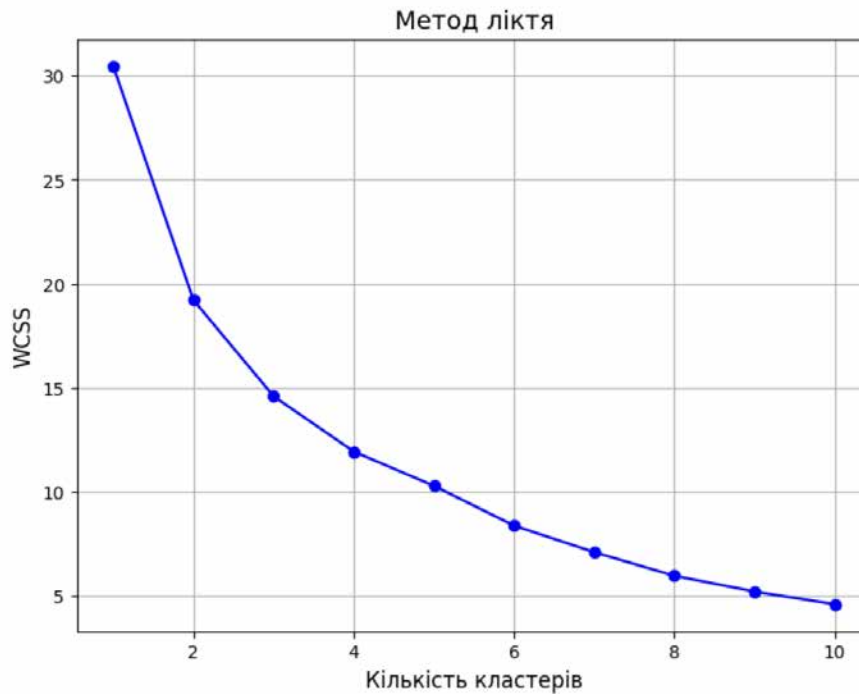
сільськогосподарського розвитку. Результати кластеризації дали чітке розуміння того, які регіони мають подібні характеристики щодо землекористування, продуктивності та використання ресурсів. Ця методологія дозволила відрізнити регіони з високим сільськогосподарським виробництвом та ефективним використанням ресурсів від регіонів, які потребують цільової підтримки та політичного втручання. У наступному підрозділі буде представлено детальний аналіз цих кластерів, інтерпретація їхніх характеристик та надано рекомендації щодо підвищення ефективності сільського господарства в різних регіонах України на основі конкретних сільськогосподарських профілів.

### **2.3. Аналіз та інтерпретація результатів кластеризації**

Кластеризація регіонів України на основі показників розвитку сільського господарства дає цінну інформацію про те, як можна групувати регіони відповідно до їх показників у сільськогосподарському секторі. Цей аналіз не лише дає змогу зрозуміти регіональні відмінності в розвитку, але й підкреслює вплив зовнішніх факторів, зокрема війни, що триває в Україні, на сільськогосподарський сектор.

Для цього аналізу було застосовано алгоритм кластеризації K-середніх, використовуючи кілька сільськогосподарських показників для групування регіонів. Ці показники включають серед іншого продуктивність, землекористування, врожайність сільськогосподарських культур та поголів'я худоби. Аналізуючи історичні дані для кожного регіону, метод ліктя (рис.) використовувався для визначення оптимальної кількості кластерів, зупиняючись на трьох окремих кластерах, як зазначено чіткою точкою перегину на графіку внутрішньокластерної суми квадратів (WCSS). Цей метод

допомагає мінімізувати дисперсію в кожному кластері, зберігаючи чіткі відмінності між ними.



Коли регіони були згруповані, далі була виконана інтерпретація отриманих кластерів. Кожен кластер відображає регіони, які мають спільні моделі сільськогосподарського розвитку, що дозволяє інтерпретувати результати кластеризації з точки зору ефективності сільського господарства, географічних факторів, а також прямих і непрямих наслідків військових дій у поточному конфлікті.

### **Кластер 0: Південні та Східні регіони**



До кластера 0 входять Донецька, Запорізька, Луганська, Миколаївська та Херсонська області (рис. ). Це угруповання відразу є значущим, оскільки ці регіони наразі є одними з найбільш постраждалих територій в Україні від військових дій, наявне значне руйнування інфраструктури та припинення сільськогосподарської діяльності.

Включення цих регіонів до одного кластера вказує на декілька спільних рис. До конфлікту ці території були значним джерелом сільськогосподарського виробництва України, особливо щодо зернових, соняшнику та інших ключових культур. Південні регіони, такі як Миколаїв та Херсон, також є життєво важливими через їхній доступ до Чорного моря, що сприяє торгівлі. Проте війна кардинально змінила їхній сільськогосподарський ландшафт. У цих регіонах:

- Через обстріли та мінування сталися масштабні руйнування сільськогосподарських угідь, силосів для зерна та зрошувальних систем.
- На окупованих територіях, зокрема Луганська та Донецька області, зазнали серйозних збоїв у сільськогосподарській діяльності з обмеженим доступом до таких ресурсів, як насіння, добрива та паливо.

- Руйнування критично важливої інфраструктури, включаючи дороги, залізниці та порти, ще більше підірвало здатність транспортувати сільськогосподарську продукцію, що вплинуло як на внутрішні постачання, так і на експорт.

Ці регіони зазнали найбільшої шкоди через військову діяльність, яка призвела до різкого зниження продуктивності. Необроблені поля, наявність боєприпасів, що не розірвалися, і захоплення сільськогосподарських угідь також перешкоджали відновленню сільського господарства. Миколаїв та Херсон, як частина регіону з виходом до Чорного моря, стикаються з додатковими геополітичними викликами через блокади, які порушують експорт зерна. У Херсоні, відомому своїм виробництвом овочів і фруктів, спостерігається значний спад як виробництва, так і наявності сільськогосподарської робочої сили через вимушене переміщення.

Виходячи з описаних проблем, можна окреслити рекомендації для Кластера 0:

- **Розмінування та відновлення земель:** Негайні зусилля мають бути зосереджені на розмінуванні сільськогосподарських земель та відновленні пошкодженої інфраструктури. Міжнародна допомога та технічний досвід необхідні для того, щоб ці регіони могли безпечно відновити сільськогосподарське виробництво.

- **Програми післявоєнного відновлення сільського господарства:** мають бути реалізовані спеціальні післявоєнні програми відновлення, спрямовані на відновлення сільськогосподарського обладнання, реконструкцію елеваторів та реконструкцію іригаційних систем. Ці регіони мають бути пріоритетними для отримання сільськогосподарських ресурсів, таких як насіння, техніка та добрива, щоб прискорити відновлення.

- **Зміцнення місцевих ринків:** з обмеженим доступом до міжнародних ринків наголос слід зробити на зміцненні місцевих і регіональних ринків сільськогосподарської продукції. Інвестиції в місцеві переробні заводи можуть допомогти фермерам переробляти свою продукцію всередині країни, додаючи вартість і підвищуючи доходи в короткостроковій перспективі.

### **Кластер 1: Центральні та Східні регіони**



До кластеру 1 входять Вінницька, Дніпропетровська, Київська, Кіровоградська, Одеська, Полтавська, Сумська, Харківська, Хмельницька, Черкаська та Чернігівська області (рис. ). Це найбільш різноманітний кластер як за географією, так і за сільськогосподарською продукцією. Ці регіони представляють суміш високопродуктивних територій у центральній частині України та територій на сході, які, як і кластер 0, постраждали від війни.

Присутність у цьому кластері ключових сільськогосподарських центрів, таких як Вінницька та Київська області, є важливою, оскільки ці регіони займають центральне місце в загальному виробництві продуктів харчування в

Україні, зокрема зерна, цукрових буряків та соняшнику. Одеський регіон відіграє вирішальну роль завдяки своєму порту, який сприяє експорту сільськогосподарської продукції, особливо зерна.

Проте деякі регіони цього кластеру, зокрема Харківська, Сумська та Чернігівська, постраждали від війни, хоча й не настільки руйнівню, як регіони кластеру 0. У цих областях:

- Сільськогосподарська діяльність продовжувалась, але зазнала значних перебоїв через періодичні обстріли, військові дії та переміщення сільського населення.
- Незважаючи на ці виклики, такі центральні регіони, як Вінницький та Київський, залишаються відносно стабільними, продовжуючи робити внесок в український сільськогосподарський експорт.
- Інфраструктура в Одеській області залишається критично важливою для підтримки ланцюгів постачання продовольства в Україні та глобальної торгівлі, хоча вона зіткнулася з загрозами військових ударів по портових об'єктах.

Війна спричинила значну невизначеність у цих регіонах. Хоча сільське господарство продовжувалось, виробництво часто ускладнювалось через нестачу ресурсів, брак робочої сили та загрози для інфраструктури. У цих регіонах, особливо тих, що межують із зонами конфлікту, також спостерігалася велика кількість переміщених осіб, що ще більше спричинило навантаження на сільську економіку та ринки праці. Проте відносно нижчий рівень прямих руйнувань у порівнянні з Кластером 0 дозволив деяким регіонам підтримувати помірні рівні продуктивності.

Основними рекомендаціями для Кластеру 1 є:

- **Підтримка переміщених фермерів:** враховуючи переміщення населення в цьому кластері, програми, які надають фінансову та матеріальну

підтримку переміщеним фермерам, допоможуть стабілізувати сільськогосподарське виробництво. Повернення біженців та внутрішньо переміщених осіб (ВПО) також має підтримуватися шляхом забезпечення безпеки та відновлення сільськогосподарських угідь.

- **Зміцнення експортної інфраструктури:** Оскільки війна триває, забезпечення стійкості критично важливої інфраструктури в Одеській та Київській областях для експорту зерна має важливе значення. Інвестиції мають бути спрямовані на захист існуючої інфраструктури від атак і збільшення пропускної спроможності альтернативних експортних маршрутів.

- **Міжрегіональне співробітництво:** сприяння співпраці між регіонами в Кластері 1 може допомогти полегшити деякі проблеми, з якими стикаються території, постраждалі від війни, дозволяючи центральним регіонам з більшою стабільністю ділитися ресурсами зі східними регіонами. Крім того, ініціативи з обміну сільськогосподарськими знаннями та спільне інвестування в такі технології, як точне землеробство, можуть підвищити загальну продуктивність.

## Кластер 2: Західні та Північні регіони



Кластер 2 складається з Івано-Франківської, Волинської, Житомирської, Закарпатської, Львівської, Рівненської, Тернопільської та Чернівецької областей (рис. ). Це переважно західні та північні регіони України, які значною мірою уникнули прямих наслідків війни. Таким чином, ці регіони стали критичними зонами підтримки українського сільського господарства під час військово конфлікту.

Регіони в цьому кластері характеризуються більш традиційною дрібномасштабною практикою сільського господарства, зокрема в Закарпатській та Івано-Франківській областях, де гірська місцевість обмежує велике сільське господарство. Однак у таких регіонах, як Львівська та Волинська області, є більш масштабні фермерські господарства, зокрема у виробництві молока та м'яса. Ці регіони також відіграли ключову роль у прийомі переміщених осіб з інших частин України, оскільки багато сільських громад приймають внутрішньо переміщених осіб (ВПО), які працюють у сільськогосподарському секторі.

Західна Україна зазнала значного припливу переміщених осіб та ресурсів. Хоча війна спричинила серйозні економічні труднощі, сільськогосподарський сектор у цих регіонах виграв від їх відносної стабільності. Зокрема, такі області, як Львівська і Тернопільська, слугували логістичними центрами для переміщення товарів, включаючи сільськогосподарську продукцію, по всій країні та за її межами. Крім того, у сільськогосподарське виробництво в цих регіонах зросли інвестиції, оскільки підприємства прагнуть перенести свою діяльність подалі від зруйнованого війною сходу.

Однак цей підвищений попит і рух людей і ресурсів також напружили місцеві сільськогосподарські системи. Ланцюги поставок залишаються крихкими, і існує зростаюча потреба в інвестиціях в інфраструктуру та

розбудову потенціалу для задоволення зростаючого попиту на продукти харчування.

Рекомендації для кластеру 2:

- **Підтримка сільськогосподарських програм для біженців:** оскільки в цих регіонах проживає велика кількість ВПО, програми, які заохочують інтеграцію переміщеного населення до сільськогосподарської робочої сили, повинні бути розширені. Надання навчання та доступу до сільськогосподарських ресурсів для переміщених осіб може допомогти збільшити місцеве виробництво продуктів харчування, водночас забезпечуючи економічні можливості для біженців.

- **Інвестиції в інфраструктуру:** враховуючи відносну безпеку цих регіонів, необхідно інвестувати в покращення сільськогосподарської інфраструктури, включаючи складські приміщення, транспортні мережі та переробні підприємства. Це допоможе гарантувати, що ці регіони зможуть виступати надійними сільськогосподарськими центрами та підтримувати ширшу продовольчу систему України під час і після війни.

- **Сприяння сталому сільському господарству:** регіони в цьому кластері, зокрема ті, що мають традиційні аграрні системи, як Закарпаття, повинні отримати підтримку для переходу до більш стійких сільськогосподарських практик. Інвестиції в органічне землеробство та стале управління ресурсами можуть допомогти цим регіонам збільшити обсяг виробництва, зберігаючи при цьому свої екологічні активи.

Отже, кластерний аналіз чітко відображає різні наслідки війни для сільськогосподарських регіонів України. У той час як деякі регіони були знищені війною, інші зуміли зберегти виробництво, хоча й у важких умовах. Руйнування землі, інфраструктури та ресурсів призвело до серйозних втрат сільського господарства, особливо в південних і східних регіонах, тоді як

Західна Україна відіграла вирішальну роль у пом'якшенні наслідків цих втрат, виступаючи в якості буферної зони.

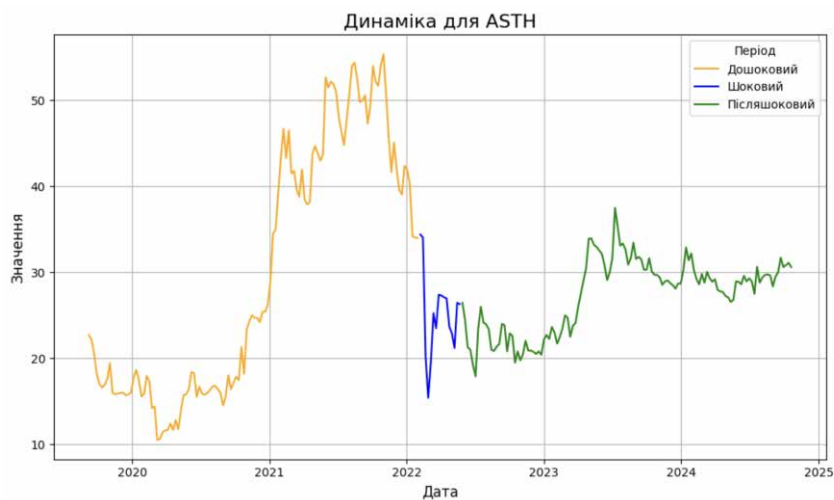
Відновлення аграрного сектору потребуватиме широкої координації як усередині країни, так і на міжнародному рівні. Підтримка постраждалих від війни регіонів у Кластері 0 має бути пріоритетом у зусиллях із післявоєнного відновлення, тоді як регіони в Кластерах 1 і 2 слід розглядати як критичних гравців у підтримці продуктивності сільського господарства України в найближчі роки. Інвестиції в інфраструктуру, підтримка переміщених фермерів і просування сталих практик будуть ключовими для забезпечення довгострокового відновлення та стійкості сектора.

## РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА РИЗИКІВ ІНВЕСТИВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ АГРАРНОГО СЕКТОРУ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

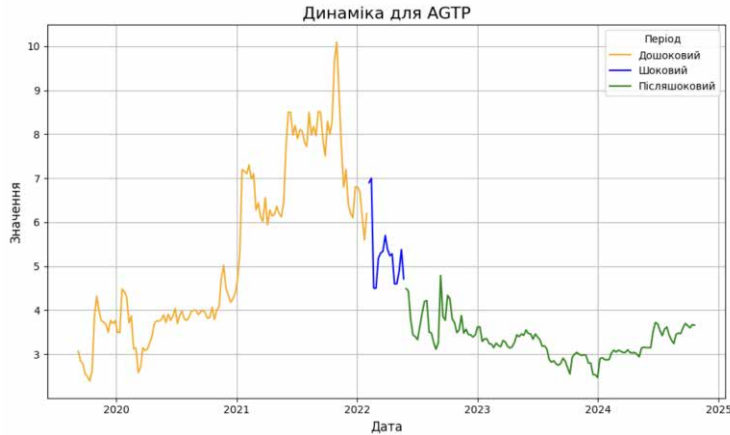
### 3.1. Оцінка ризиків інвестування в умовах шоків змін

Оцінка інвестиційних ризиків в аграрному секторі України в умовах воєнного стану було здійснено за допомогою комплексного підходу, що базується на щоденних цінах на акції семи агрохолдингах України, що котируються на Варшавській біржі, а саме:

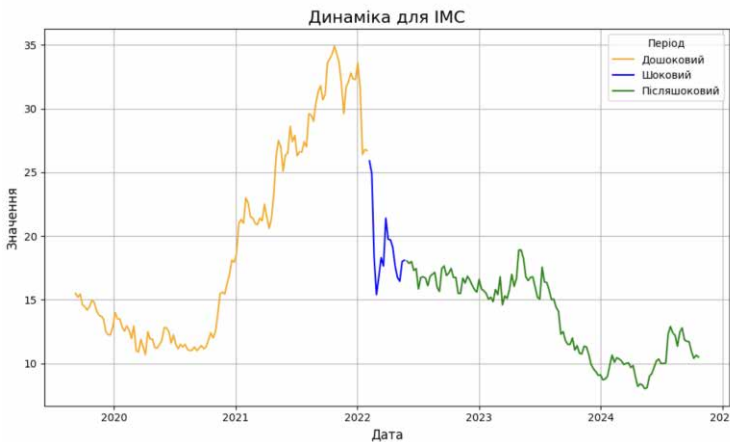
- **Астарта (ASTH)** — провідний агропромисловий холдинг України, що спеціалізується на виробництві цукру, рослинництві та молочному скотарстві, відомий своєю вертикально інтегрованою діяльністю.



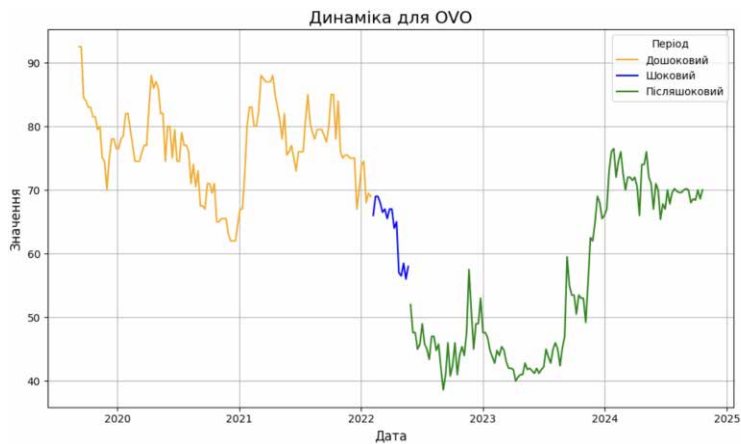
- **«Агротон» (AGTP)** — українська сільськогосподарська компанія, яка займається вирощуванням зернових та олійних культур, а також тваринництвом, з акцентом на стійкі методи ведення сільського господарства.



- **ІМК (ІМС)** — одна з провідних сільськогосподарських компаній України, що займається переважно вирощуванням кукурудзи, соняшнику та пшениці, приділяючи особливу увагу ефективності та високотехнологічному землеробству.



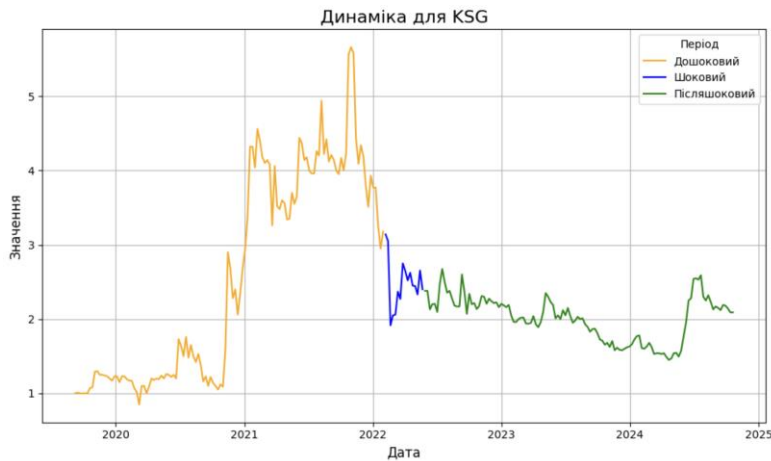
- **Овостар (ОВО)** – провідний виробник яєць та яечних продуктів в Україні, відомий своєю високоякісною та екологічно чистою продукцією.



- **«Агроліга» (AGLP)** – багатопрофільна українська сільськогосподарська компанія, що спеціалізується на рослинництві, молочному скотарстві та виробництві соняшникової олії.



- **KSG Agro (KSG)** – це вертикально інтегрований агрохолдинг в Україні, який спеціалізується на свинарстві та рослинництві, з великим акцентом на інноваціях та сталому розвитку.



- **Кернел (KER)** є найбільшим виробником і експортером соняшникової олії в Україні, також займається торгівлею зерном і логістикою, веде міжнародну діяльність.



База даних для дослідження включала щоденні ціни обраних агрохолдингів (рис.). Джерелом цих даних є інтернет-ресурс Investing.com [1].

У подальшому вибірка була поділена на три періоди:

- перший період (08.09.2019 – 23.02.2022) – період до шоку, який характеризується певним рівнем стабільності;
- другий період (24.02.2022 – 24.05.2022) – період шоку, що спричинений повномасштабним вторгненням;
- третій період (25.05.2022– 20.10.2024) – період відновлення після шоку.

Величина ризику відіграє ключову роль у визначенні привабливості інвестицій. Розуміння та кількісна оцінка ризику має важливе значення для прийняття обґрунтованих інвестиційних рішень, оскільки це дає розуміння потенційної прибутковості фінансових активів та пов'язаної з нею невизначеності. Зі зростанням доступності обширних наборів статистичних даних і передових аналітичних інструментів дослідники та практики тепер мають засоби для проведення комплексних і детальних досліджень рівнів ризику. Ці дослідження дають змогу ідентифікувати закономірності, оцінити історичну поведінку ринку та спрогнозувати потенційні майбутні результати. Існує багато підходів до вимірювання ризику, сучасні оцінки ґрунтуються на чотирьох ключових концепціях оцінки фінансового ризику:

- Концепція вимірювання фінансових ризиків у рамках теорії очікуваної корисності.
- Поняття мінливості.
- Поняття про чутливість.
- Поняття втрат у несприятливих ситуаціях.

Усі ці концепції в основному спираються на оцінку прибутковості, розраховану або в арифметичній формі (1), або в логарифмічній формі (2):

$$R_{t,t+1} = \frac{(P_{t+1} - P_t)}{P_t}, (1)$$

$$R_{t,t+1} = \ln \frac{P_{t+1}}{P_t}, (2)$$

де  $P_t$  — ціна активу в момент  $t$ .

У даному розділі було застосовано арифметичну форму оцінки прибутковості для щоденних прибутків.

Особливу увагу приділено оцінці ризиків для шокового періоду. Використано два показники для характеристики відношення «ризик-віддача» в умовах шоку.

Перший показник – це «глибина шоку» (SD), яка визначається як:

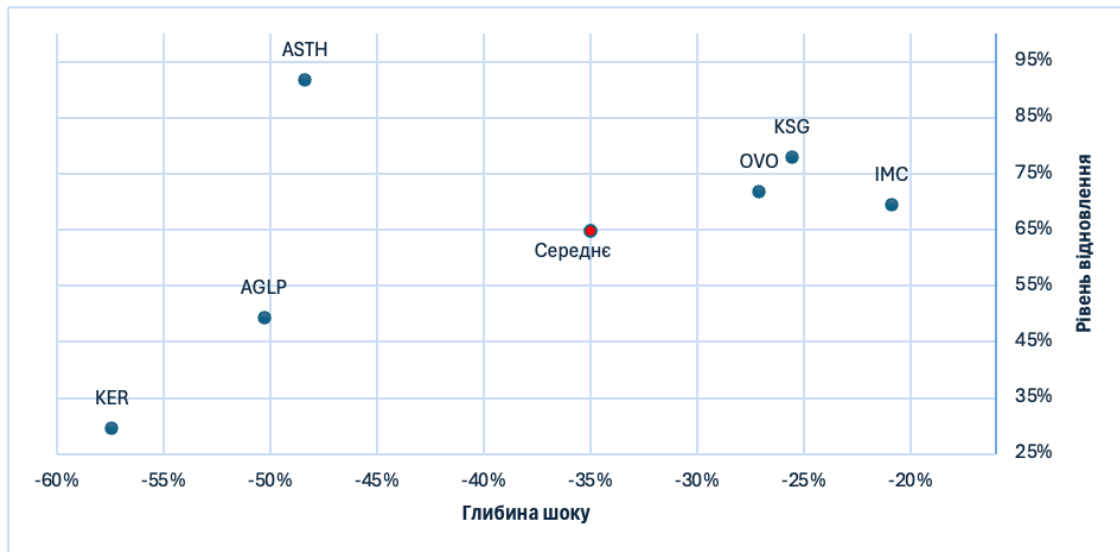
$$Shock\ deepness = \frac{\text{Мінімальна ціна шокового періоду}}{\text{Середня ціна дошокового періоду}} - 1$$

Другий показник – це «рівень відновлення» (RR), що визначається як:

$$Recovery\ rate = \frac{\text{Середня ціна післяшокового періоду}}{\text{Середня ціна дошокового періоду}}$$

Перший показник можна інтерпретувати як «міру ризику», а другий як «міру прибутковості», слід уточнити, що це неklasична прибутковість. SD має природу класичної прибутковості з певною специфікацією, яка пов'язана із середньою ціною дошокового періоду. Це відбувається через виключення з розгляду волатильності ціни до падіння. RR розглядає відповідні ціни після шоку до цін до шоку. Логіка використання такої форми RR полягає в бажанні порівняння оцінки з періодом до шоку, а не з найменшою ціною у другому періоді []].

Розраховані індикатори «глибина шоку» та «рівень відновлення» представлені на графіку (рис.).



Порівняльний аналіз відповідності ризику і прибутку акцій для трьох інтервалів наведено нижче у таблиці (табл.).

Період	ASTH	AGTP	IMC	OVO	AGLP	KSG	KER
--------	------	------	-----	-----	------	-----	-----

Середнє значення після шоку	27,38	3,31	13,50	55,21	18,70	2,01	14,44
Мінімальне значення шокового періоду	15,40	4,50	15,40	56,00	18,82	1,92	20,70
Середнє значення до шоку	29,82	5,32	19,46	76,80	37,85	2,57	48,60

Отже, проведений аналіз демонструє, що рівень відновлення та глибина шоку суттєво відрізняються серед вибраних сільськогосподарських господарств. Такі компанії, як ІМС, ОВО та КSG, демонструють високий рівень відновлення, що перевищує 65% з відносно невеликою глибиною шоку в діапазоні від -20% до -30%. Можемо зробити висновок, що компанії мають стабільну діяльність, швидке реагування та надійні механізми відновлення у шокових подіях, що робить їх привабливими для інвестицій в умовах макроекономічної нестабільності. На відміну від цього, АСТН пережив більш глибокий шок приблизно на -50%, але компанії вдалося відновитися до середнього рівня відновлення близько 65%. Це свідчить про те, що, незважаючи на значну початкову волатильність, АСТН швидко і досить гарно зреагувала на шоківі події. З іншого боку, такі компанії, як КЕР і АGLP, зіткнулися з найглибшими потрясіннями, коливаючись від -55% до -60%, і показали повільніші темпи відновлення нижче 60%, що робить їх найбільш вразливими серед проаналізованих холдингів.

### **3.2. Оцінка ризиків на основі концепції варіативності та методу Value at Risk (VaR)**

Дана частина порівняльного аналізу включає зміни значень показників мінливості віддачі. Нижче наведені результати статистичного аналізу акцій, що включає у себе: мінімальне та максимальне значення, середнє значення, стандартне відхилення, асиметрію та ексцес (табл ).

Компанія	Мінімальне значення			Максимальне значення			Середнє значення		
	До шоку	Шок	Після шоку	До шоку	Шок	Після шоку	До шоку	Шок	Після шоку
ASTH	-0,151	-0,407	-0,137	0,086	0,291	0,307	-0,025	0,001	0,003
AGTP	-0,133	-0,357	-0,194	0,166	0,151	0,469	-0,013	-0,009	0,000
IMC	-0,167	-0,265	-0,131	0,071	0,212	0,224	-0,012	-0,018	-0,003
OVO	-0,107	-0,123	-0,118	0,079	0,045	0,266	-0,006	-0,014	0,004
AGLP	-0,128	-0,475	-0,099	0,162	0,241	0,175	-0,018	-0,027	0,001
KSG	-0,206	-0,372	-0,127	0,314	0,211	0,198	-0,010	-0,008	0,000
KER	-0,070	-0,429	-0,322	0,097	0,710	0,261	-0,009	-0,020	-0,003
Середнє	-0,137	-0,347	-0,161	0,139	0,266	0,271	-0,013	-0,014	0,000
Зміна			117%			195%			-3%

Компанія	Стандартне відхилення			Асиметрія			Екссес		
	До шоку	Шок	Після шоку	До шоку	Шок	Після шоку	До шоку	Шок	Після шоку
ASTH	0,064	0,182	0,059	0,021	-0,258	1,231	-0,166	0,678	5,506
AGTP	0,091	0,120	0,067	0,426	-1,633	2,644	-0,760	3,960	19,163
IMC	0,053	0,109	0,054	-1,526	-0,119	0,925	3,761	1,428	2,452
OVO	0,060	0,047	0,059	-0,588	-1,127	1,023	-0,844	1,051	3,356
AGLP	0,079	0,142	0,050	0,419	-1,851	0,748	0,111	7,407	0,925
KSG	0,117	0,130	0,053	1,141	-1,066	0,990	2,742	3,658	2,592
KER	0,037	0,236	0,077	1,252	1,815	-0,182	3,135	6,423	4,440
Середнє	0,072	0,138	0,060	0,163	-0,605	1,054	1,140	3,515	5,490
Зміна			83%			645%			482%

Протягом шокового періоду всі агрохолдинги зазнали значних коливань порівняно з періодом до шоку. У середньому мінімальні значення впали на 117%, демонструючи різке зниження продуктивності. Однак у період після шоку ці значення покращилися на 195%, що свідчить про те, що більшість компаній змогли відновитися та адаптуватися до складних обставин.

Максимальні значення протягом періоду шоку були фактично вищими, ніж до шоку, що могло відображати раптові відскоки або спекулятивну поведінку ринку. Після шоку ці максимальні значення зросли ще більше, показуючи, що показники компанії з часом стали більш стабільними.

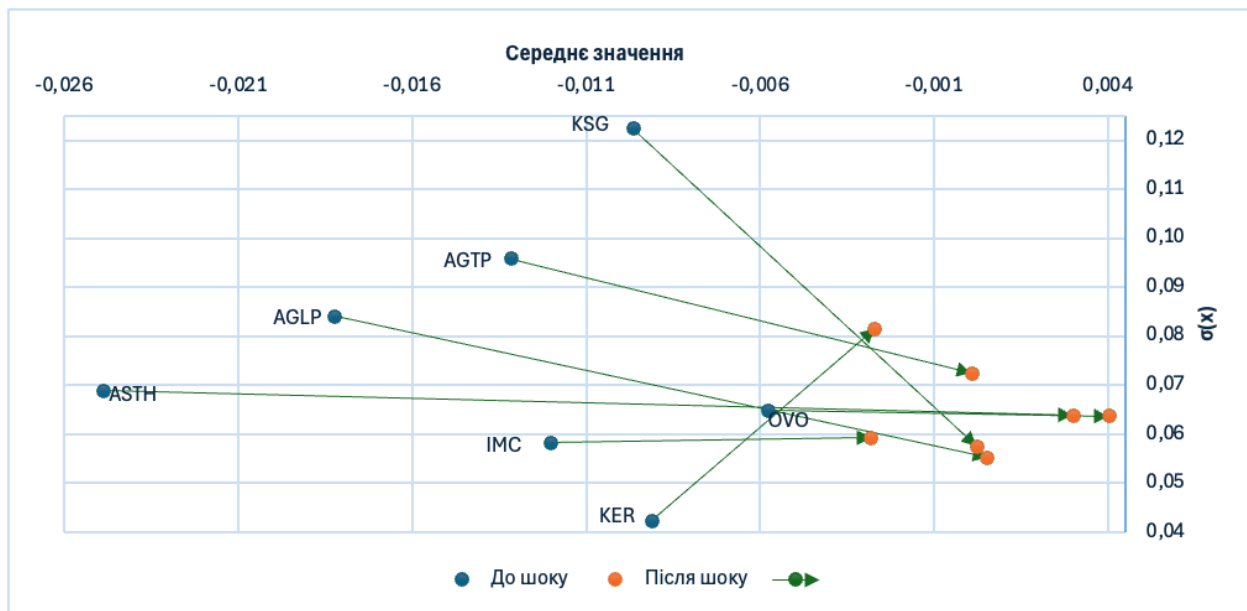
Якщо дивитися на волатильність, то шоковий період показав найвищий рівень ризику, стандартні відхилення зросли на 83% порівняно з періодом до шоку. Це відображає невизначеність, з якою стикаються компанії під час війни та посівного сезону. У період після шоку волатильність значно знизилася, сигналізуючи про те, що ринок і операції почали стабілізуватися.

Асиметрія яка вимірює баланс доходів, з часом сильно змінилася. Під час шокового періоду більшість компаній мали негативну асиметрію, тобто

доходи були зміщені в бік збитків через побоювання ринку. Після шоку асиметрія стала позитивною, що свідчить про те, що впевненість інвесторів і відновлення сектора покращилися.

Ексцес, який вимірює виникнення екстремальних подій, різко підскочив у період після шоку (у середньому на 482%). Це свідчить про те, що екстремальні події — як позитивні, так і негативні — стали частими, ймовірно, через корекцію ринку або зміни в стратегіях компанії.

Нижче на графіку (рис ) зображено відношення ризик-прибуток на основі класичного підходу Г. Марковіца.



Загалом, компанія IMC показала стабільну продуктивність з невеликими змінами середніх значень після шоку, а також низьку волатильність. Це свідчить про консервативний і стійкий підхід. KER постраждав найсильніше під час шоку, мінімальні значення впали до -0,429, і йому було важко повністю відновитися, що вказує на тривалі проблеми. AGLP, незважаючи на показ найвищого ексцесу в постшоковий період, вдалося стабілізувати та відновити, продемонструвавши сильну адаптивність.

Загалом, хоча більшість компаній продемонстрували стійкість і відновлення після шоку, такі ризики, як ринкова невизначеність, інфляція та операційні проблеми, все ще створювали волатильність. Такі компанії, як ІМС і ОВО, впоралися з кризою ефективніше, тоді як КЕР продовжує стикатися з проблемами.

Далі проведемо оцінку інвестиційних ризиків, використовуючи метод Value at Risk (VaR).

Ризикова вартість (VaR) — це статистичний показник, який використовується для кількісної оцінки потенційних фінансових втрат компанії, портфеля або позиції за визначений період. VaR оцінює три ключові фактори: потенційну суму збитків, ймовірність виникнення цих збитків і часові рамки, за які це може статися.

Крім того, існує умовна вартість ризику (CVaR), яка вимірює хвостовий ризик шляхом оцінки середнього значення екстремальних втрат, які перевищують поріг VaR. CVaR забезпечує більш детальне розуміння втрат у найгіршому випадку, зосереджуючись на кінцевій частині розподілу. Хоча вибір між VaR і CVaR залежить від контексту, зазвичай вважається, що CVaR пропонує більш консервативний підхід до оцінки ризику.

Існує три основні методи розрахунку VaR:

- **Історичний метод:** цей підхід аналізує минулі прибутки, сортуючи їх від найнижчого до найвищого, ґрунтуючись на припущенні, що історичні моделі можуть вплинути на майбутні результати.

- **Дисперсійно-коваріаційний метод:** замість того, щоб покладатися на історичні дані, цей метод припускає, що прибуток відповідає нормальному розподілу, тобто дозволяє оцінити потенційні втрати за допомогою середнього значення та стандартного відхилення прибутку.

- **Моделювання за методом Монте-Карло:** ця методика використовує обчислювальні моделі для моделювання великої кількості потенційних результатів прибутку. Виконуючи сотні чи тисячі ітерацій, він розраховує ймовірність екстремальних втрат, таких як ті, що трапляються в 5% випадків, щоб оцінити їхній потенційний вплив.

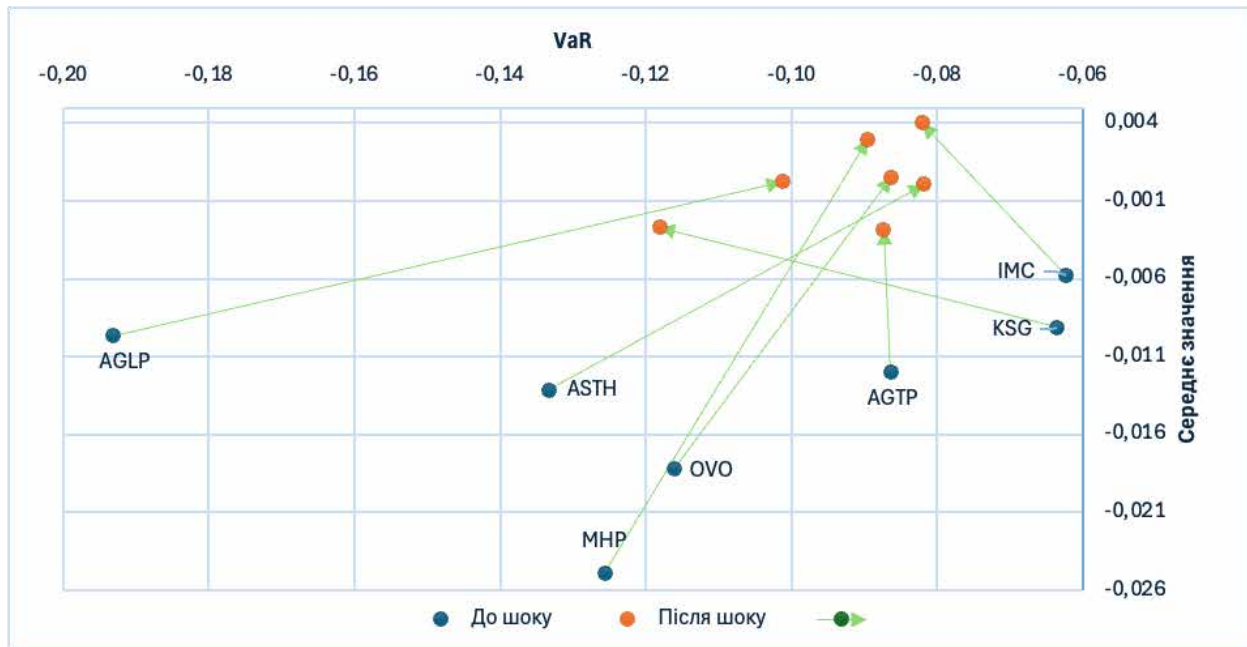
Ці методи пропонують різні погляди на ризик, кожен з яких підходить для конкретних сценаріїв і доступності даних. У роботі було проведено всі три методи. Нижче наведено результати, обчислені за історичним методом (табл.).

Назва	VaR			CVaR			CVaR/VaR		
	До шоку	Шок	Після шоку	До шоку	Шок	Після шоку	До шоку	Шок	Після шоку
ASTH	-0,13	-0,22	-0,09	-0,165	-0,225	-0,126	132%	104%	141%
AGTP	-0,13	-0,10	-0,08	-0,198	-0,131	-0,143	149%	126%	174%
IMC	-0,09	-0,11	-0,09	-0,107	-0,175	-0,118	124%	155%	135%
OVO	-0,06	-0,04	-0,08	-0,073	-0,043	-0,130	117%	117%	158%
AGLP	-0,12	-0,09	-0,09	-0,170	-0,194	-0,110	146%	211%	127%
KSG	-0,19	-0,14	-0,10	-0,279	-0,175	-0,126	145%	121%	124%
KER	-0,06	-0,23	-0,12	-0,085	-0,415	-0,157	134%	181%	133%
Середнє	-0,11	-0,13	-0,09	-0,15	-0,19	-0,13	138%	145%	141%
Зміна			83%			84%			102%

Протягом аналізованих періодів показники ризику, такі як VaR, CVaR і CVaR/VaR, значно змінилися, відображаючи вплив шоку та його наслідки. До шоку середній VaR становив -0,11, але під час шоку він впав до -0,13, що свідчить про підвищений ризик. Після шокового періоду він трохи покращився до -0,09. Схожа картина спостерігалася з CVaR, значення погіршилися з -0,15, до шоку, до -0,19 під час шоку, а потім повернулася до -0,13 у післяшоковий період.

Співвідношення CVaR/VaR, яке показує відносну вагу екстремальних втрат, зросло з 138% до шоку до 145% під час шоку. Навіть після шоку він залишався підвищеним на рівні 141%, що свідчить про те, що ризики продовжують відігравати значну роль.

Результати методу зображено нижче на графіку ().



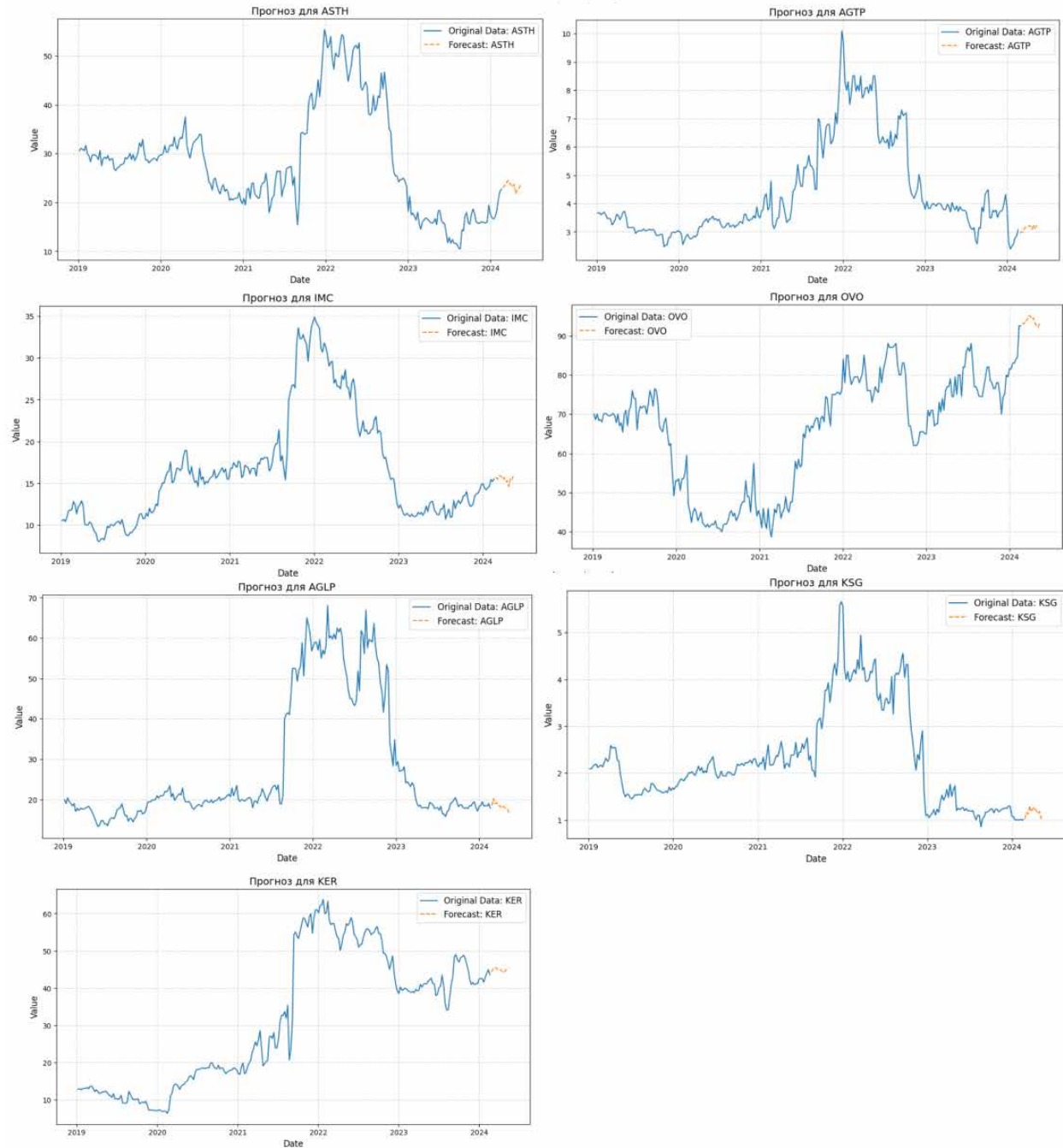
Далі наведено результати для дисперсійно-коваріаційного методу ( ) та методу Монте-Карло (показники збігаються). Слід зазначити, що деякі активи, такі як AGTP і OVO, показали особливо високі співвідношення CVaR/VaR після шоку, що свідчить про постійну чутливість до екстремальних ризиків. Інші, як-от KSG, продемонстрували сильніше відновлення як VaR, так і CVaR. Загалом період шоку спричинив значну нестабільність ринку з деякою нормалізацією згодом, хоча тривалі наслідки підвищених екстремальних ризиків залишалися очевидними.

Назва	VaR			CVaR			CVaR/VaR		
	До шоку	Шок	Після шоку	До шоку	Шок	Після шоку	До шоку	Шок	Після шоку
ASTH	-0,139	-0,338	-0,092	-0,174	-0,433	-0,115	125%	128%	126%
AGTP	-0,135	-0,232	-0,098	-0,169	-0,300	-0,123	125%	129%	126%
IMC	-0,088	-0,177	-0,081	-0,109	-0,230	-0,103	125%	130%	127%
OVO	-0,065	-0,065	-0,093	-0,083	-0,084	-0,117	127%	129%	125%
AGLP	-0,138	-0,333	-0,079	-0,172	-0,434	-0,099	125%	130%	126%
KSG	-0,179	-0,259	-0,081	-0,224	-0,333	-0,102	125%	128%	126%
KER	-0,063	-0,331	-0,128	-0,079	-0,435	-0,163	125%	131%	127%
Середнє	-0,12	-0,25	-0,09	-0,14	-0,32	-0,12	125%	130%	126%
Зміна			81%			82%			101%

### **3.3. Прогнозування майбутніх цін на акції за допомогою економіко-математичної моделі Холта-Уінтерса**

Прогнозування цін на акції в сільськогосподарському секторі має важливе значення для оцінки ризиків і можливостей, пов'язаних з інвестиціями в умовах війни. Динамічне та невизначене середовище, створене триваючим конфліктом в Україні, значно впливає на поведінку ринку, роблячи традиційні методи прогнозування менш надійними. Цей підрозділ присвячений застосуванню економіко-математичної моделі Холта-Вінтерса, надійного підходу для аналізу даних часових рядів із сезонними коливаннями та тенденціями. Використовуючи дану модель, можна передбачити майбутні тенденції цін на акції сільськогосподарського сектору, надаючи цінну інформацію для інвесторів і політиків, щоб орієнтуватися в ризиках і невизначеності поточного економічного ландшафту.

Для побудови прогнозу було завантажено дані про ціни акцій семи агрохолдингів України у середовище Google Colab. Використовуючи метод експоненціального згладжування Холта-Вінтерса, було змодельовано кожен стовпець, що відповідав цінам акцій агрокомпаній (ASTH, AGTP, ІМС тощо). Було застосовано адитивний сезонний підхід і підхід доданої тенденції з сезонним періодом 52 тижні, припускаючи річну сезонність. Для кожного стовпця створено прогнози на наступні 12 тижнів (рис. ).



Результати прогнозу Холта-Вінтерса дають цінну інформацію про майбутню поведінку цін акцій в аграрному секторі України, особливо в невизначених умовах війни. Аналіз висвітлює ключові тенденції та ризики для різних акцій, що відображає виклики та стійкість сектора.

По-перше, прогнози показують, що деякі акції, такі як ASTH і ІМС, демонструють ознаки стабілізації або відновлення, що свідчить про потенційне відновлення в певних областях сільськогосподарського ринку. Це обнадійливий знак, оскільки він вказує на те, що, незважаючи на несприятливі умови, частина сектора адаптується та знаходить шляхи відновлення. Однак інші акції, такі як KSG і AGLP, демонструють значну волатильність у своїх історичних трендах, що робить їх майбутні показники більш невизначеними та ризикованими для інвесторів. Така висока волатильність підкреслює складність прогнозування поведінки акцій, які більш чутливі до зовнішніх збоїв.

По-друге, модель ефективно фіксує сезонні моделі акцій, таких як OVO та KER, де періодичні коливання залишаються помітними навіть під час війни. Це свідчить про те, що деякі види сільськогосподарської діяльності зберігають свою сезонну динаміку, забезпечуючи певний рівень передбачуваності в умовах ширшої ринкової нестабільності.

Прогнози також відображають ширші економічні наслідки війни. Хоча деякі частини сільськогосподарського сектора демонструють стійкість, загальна волатильність і вплив зовнішніх потрясінь підкреслюють значні ризики, з якими стикаються інвестори та політики. Ці результати підкреслюють необхідність обережного прийняття рішень і важливість регулярного оновлення прогнозів для адаптації до умов, що швидко змінюються.

Підсумовуючи, метод Холта-Вінтерса забезпечує практичний і глибокий підхід до прогнозування цін на акції в сільськогосподарському секторі під час кризи. Хоча він пропонує цінні короткострокові прогнози, непередбачуваність умов війни вимагає, щоб ці прогнози використовувалися разом з іншими аналізами та часто оновлювалися, щоб залишатися актуальними.

## ВИСНОВКИ

Конфлікт, що триває в Україні, має руйнівний вплив на сільськогосподарський сектор країни, який зазнав значних економічних втрат, як прямих, так і непрямих. Прямі збитки включають знищення критично важливої інфраструктури, такої як силоси, переробні потужності та транспортні мережі, а також забруднення понад 10 мільйонів гектарів сільськогосподарських угідь через нерозірвані боєприпаси та наземні міни. Ці фактори серйозно обмежили операційну спроможність і продуктивність сектора. Значними також є і непрямі втрати, що виникають через порушення ланцюгів постачання, збільшення витрат на виробництво та скорочення робочої сили в сільському господарстві, через переміщення населення та військову мобілізацію. Бойові дії призвели до 40% скорочення виробництва пшениці та кукурудзи та 50% падіння експорту сільськогосподарської продукції, підкреслюючи далекосяжні наслідки війни.

Незважаючи на ці виклики, сектор продемонстрував стійкість і адаптивність. Фермери збільшили використання добрив на 6-7% порівняно з роками до конфлікту, що відображає застосування ефективних стратегічних заходів щодо підтримки продуктивності на обмежених доступних орних землях. Проте загальні посівні площі значно скоротилися, причому найбільше скорочення зазнали зернові. Навпаки, технічні культури, такі як ріпак, продемонстрували стійкість завдяки високому експортному попиту та їх важливості для промислових ланцюгів поставок.

Тваринництво сильно постраждало: поголів'я великої рогатої худоби скоротилося на 39,6%, а свиней – на 24,8%. Проте птахівництво продемонструвало відносну стабільність завдяки коротшим виробничим циклам і меншій залежності від великомасштабної інфраструктури. Конфлікт також спричинив серйозні регіональні відмінності в продуктивності

сільського господарства. Наприклад Миколаївська та Дніпропетровська області, продемонстрували стійкість завдяки своїм середнім розмірам сільськогосподарських структур, тоді як території, сильно забруднені внаслідок конфлікту, стикаються з тривалими проблемами у відновленні продуктивності сільського господарства.

Війна кардинально змінила динаміку ринку. Ціни на сільськогосподарську продукцію зросли через дефіцит пропозиції та підвищення собівартості виробництва. Найбільше подорожчали овочі – 183%, тваринницька продукція – 45,5%, зернові – 25%. Збої в експорті ще більше посилили ці проблеми, значно зменшивши роль України як світового постачальника продовольства та вплинувши на міжнародну продовольчу безпеку.

В аграрному секторі відбулися глибокі структурні зрушення. З 2018 року кількість сільськогосподарських підприємств скоротилася більш ніж на 30%, що відображає фінансовий шок і тенденції консолідації. Менші ферми, нездатні конкурувати з більшими, більш стійкими. Ця консолідація підкреслює зростаючу залежність сектора від великомасштабних операцій для підтримки стабільності та виробництва.

Регіональний кластерний аналіз показує значні відмінності в характеристиках сільського господарства в Україні. Певні регіони з потужною інфраструктурою та середніми фермами, демонструють потенціал для відновлення, а інші потребують масштабного розмінування та відновлення інфраструктури. Ця регіональна неоднорідність вимагає спеціальних стратегій відновлення для вирішення унікальних проблем і можливостей у різних областях.

Зусилля з відновлення повинні бути пріоритетними для негайних дій, таких як розмінування, відновлення інфраструктури та надання фінансової

підтримки фермерам. Відновлення експортної спроможності за допомогою альтернативних маршрутів і стабілізація ланцюгів постачання мають вирішальне значення для пом'якшення економічного впливу обмеженого доступу до ключових ринків. У довгостроковій перспективі стійкі методи ведення сільського господарства, впровадження сучасних сільськогосподарських технологій та інтеграція стратегій стійкості до зміни клімату будуть важливими для відновлення та підготовки сектора до майбутнього.

Війна також змінила пріоритети сільського господарства, зосередившись на високоцінних і стійких культурах, щоб адаптуватися до складного економічного середовища. До 2023 року середня врожайність зросла до 61,8 ц/га, що свідчить про підвищення ефективності, незважаючи на скорочення посівних площ. Однак цих покращень недостатньо, щоб компенсувати ширший спад сільськогосподарського виробництва.

Погіршення навколишнього середовища становить довгострокову загрозу для галузі. Родючість ґрунту знизилася на 15% у постраждалих регіонах через забруднення, і для забезпечення сталості сільськогосподарського виробництва знадобляться масштабні зусилля з відновлення. Застосування екологічно чистих методів і методів органічного землеробства матиме важливе значення для пом'якшення екологічної шкоди, спричиненої конфліктом.

Аграрна криза в Україні має значні міжнародні наслідки. Зменшена спроможність країни експортувати найважливіші зернові культури призвела до напруження глобальних ланцюжків постачання продовольства, особливо в регіонах, які сильно залежать від українського експорту, таких як Африка та Близький Схід. Скоординовані національні та міжнародні зусилля будуть

необхідними для відновлення сектору, усунення збоїв у глобальному ланцюзі поставок і відновлення ролі України в глобальній продовольчій безпеці.

Підсумовуючи, конфлікт спричинив глибокі та багатогранні виклики аграрному сектору України, порушивши виробництво, інфраструктуру та ринки. Проте сектор продемонстрував стійкість завдяки стратегічним адаптаціям і підвищенню ефективності. Подолання безпосередніх і довгострокових наслідків війни потребує комплексного підходу, який включає регіональні стратегії, стійкі практики та потужну міжнародну підтримку. Зосередившись на цих пріоритетах, аграрний сектор України може відновитися та відновити свою критичну роль у національній економіці та глобальних ланцюгах постачання продовольства.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Collier, P. (1999). On the Economic Consequences of Civil War. *Oxford Economic Papers*.
2. FAO. (2017). Syrian Agriculture Amidst Conflict. *Food and Agriculture Organization Report*.
3. World Bank. (2022). Assessing the Economic Impact of Ukraine's War Using CGE Models. World Bank Research Working Paper.
4. Abadie, A., Diamond, A., & Hainmueller, J. (2010). Synthetic Control Methods for Comparative Case Studies. *Journal of the American Statistical Association*.
5. Kešeljević, A., & Spruk, R. (2023). Estimating the Effects of Syrian Civil War. *Empirical Economics*.
6. Kumar, S., & Mutanga, O. (2018). Remote Sensing Applications for Agriculture. *Remote Sensing Letters*.
7. Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2017). Mixed-Methods Approaches in Research. *SAGE Publications*.
8. Chupilkin, M., & Koczan, Z. (2022). The Economic Consequences of War: Estimates Using Synthetic Controls. *EBRD Publication*.
9. Verme, P., & Schuettler, K. (2019). Forced Displacement and Host Economies. *Journal of Refugee Studies*.
10. Laborde, D., Martin, W., & Vos, R. (2020). Global Wheat Supply and Trade Disruptions. *Food Policy*.
11. Qin, Y., & Zhang, X. (2016). Machine Learning in Conflict Damage Assessment. *Applied Geography*.
12. Pauwelyn, J., Wessel, R. A., & Wouters, J. (2012). International Compensation for Conflict Damages. *Cambridge Journal of International Law*.
13. Київська школа економіки. Загальні збитки від війни в сільському господарстві України сягнули 4,3 млрд дол. США – KSE Агроцентр [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kse.ua/ua/about-the-school/news/zagalni-zbitki-vid-viyni-v-silskomu-gospodarstvi-ukrayini-syagnuli-4-3-mlrd-dol-ssha-kse-agrotsentr/>.

14. Національний науковий центр «Інститут аграрної економіки». Вплив війни на стан аграрної галузі в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://economics.org.ua/images/Analitika-agro-sector2023.pdf>.
  15. Національний інститут стратегічних досліджень. Аграрний сектор України у 2023 році: складові стійкості, проблеми та перспективи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/ekonomika/ahrarynyy-sektor-ukrayiny-u-2023-rotsi-skladovi-stiykosti-problemy-ta>.
  16. Міністерство сільського господарства США (USDA). Виробництво пшениці в Україні зменшиться на 21% у 2023/2024 МР – USDA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/news/2023/05/13/700084/>.
  17. Національний інститут стратегічних досліджень. Вплив війни на зовнішню торгівлю України (за підсумками першого півріччя 2022 року) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/mizhnarodni-vidnosyny/vplyv-viyny-na-zovnishnyu-torhivlyu-ukrayiny-za-pidsumkamy>
- Національний інститут стратегічних досліджень. Аграрний сектор України у 2023 році: складові стійкості, проблеми та перспективи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://niss.gov.ua/doslidzhennya/ekonomika/ahrarynyy-sektor-ukrayiny-u-2023-rotsi-skladovi-stiykosti-problemy-ta>.
19. Продовольча та сільськогосподарська організація ООН (FAO). Україна: FAO оцінює вплив війни на діяльність малих фермерів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ukraine.un.org/uk/234481-%D1%83%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B0-%D1%84%D0%B0%D0%BE-%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D1%8E%D1%94-%D0%B2%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D0%B2-%D0%B2%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B8-%D0%BD%D0%B0-%D0%B4%D1%96%D1%8F%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C-%D0%BC%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D1%85->

[%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D1%80%D1%96%D0%B2.](#)

20. Аналіз функціонування аграрного сектору України в умовах війни [Електронний ресурс] / ResearchGate. – Режим доступу: [https://www.researchgate.net/publication/369391928\\_Analysis\\_of\\_the\\_agriculture\\_sector\\_of\\_Ukraine\\_during\\_the\\_war/fulltext/641af6bfa1b72772e41cc15a/Analysis-of-the-agriculture-sector-of-Ukraine-during-the-war.pdf](https://www.researchgate.net/publication/369391928_Analysis_of_the_agriculture_sector_of_Ukraine_during_the_war/fulltext/641af6bfa1b72772e41cc15a/Analysis-of-the-agriculture-sector-of-Ukraine-during-the-war.pdf).
21. Національний науковий центр «Інститут аграрної економіки». Вплив війни на стан аграрної галузі в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://economics.org.ua/images/Analitika-agro-sector2023.pdf>.
22. Всеукраїнська аграрна рада. Кредити виживання: через збитковість галузі аграрії просять владу залишити пільгові умови “5-7-9” [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uacouncil.org/uk/post/kredit-vizivanna-cerez-zbitkovist-galuzi-agrarii-prosat-vladu-zalisiti-pilgovi-umovi-5-7-9>.
23. MDPI. Про кластеризацію та її застосування в аграрних дослідженнях [Електронний ресурс] // MDPI. – Режим доступу: <https://www.mdpi.com>.
24. PLOS ONE. Кластеризація та її значення в аналізі даних [Електронний ресурс] // PLOS ONE. – Режим доступу: <https://journals.plos.org/plosone/>.
25. Kaufman, L., & Rousseeuw, P. J. *Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis*. – New York: Wiley, 2009. – 342 с.
26. Aggarwal, C. C., & Reddy, C. K. (2018). *Data Clustering: Algorithms and Applications*. – Boca Raton: CRC Press. – 654 с.
27. Xu, D., & Tian, Y. (2015). A Comprehensive Survey of Clustering Algorithms. *Annals of Data Science*, 2(2), 165–193.
28. Kassambara, A. (2017). *Practical Guide to Cluster Analysis in R: Unsupervised Machine Learning*. – STHDA. – 187 с.
29. Hennig, C., Meila, M., Murtagh, F., & Rocci, R. (2015). *Handbook of Cluster Analysis*. – Boca Raton: CRC Press. – 734 с.
30. Rokach, L., & Maimon, O. (2014). *Data Mining with Decision Trees: Theory and Applications*. – 2nd ed. – Singapore: World Scientific Publishing. – 283 с.

31. **Gan, G., Ma, C., & Wu, J.** (2020). *Data Clustering: Theory, Algorithms, and Applications*. – 2nd ed. – Philadelphia: SIAM. – 520 c.
32. **Xu, R., & Wunsch, D. C.** (2009). *Clustering*. – Hoboken: Wiley-IEEE Press. – 360 c.
33. **Hennig, C., & Liao, T. F.** (2013). How to find an appropriate clustering for mixed-type variables with application to socio-economic stratification. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 62(3), 309–369.
34. **Gan, G., Ma, C., & Wu, J.** (2020). *Data Clustering: Theory, Algorithms, and Applications*. – 2nd ed. – Philadelphia: SIAM. – 520 c.
35. **Aggarwal, C. C., & Reddy, C. K.** (2018). *Data Clustering: Algorithms and Applications*. – Boca Raton: CRC Press. – 654 c.