

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Факультет менеджменту та маркетингу

Кафедра економічної кібернетики

ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО:

Завідувач кафедри

_____ Катерина БОЯРИНОВА

«__» червня 2023 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою
«Економічна кібернетика»
спеціальності 051 «Економіка»

на тему: «Моделювання експорту сільськогосподарської продукції України»

Виконала:

студентка IV курсу, групи УК-91

Наскальна Аліна Володимирівна

(підпис)

Керівник:

Професор кафедри економічної кібернетики,

д.ф.-м.н, проф. **Капустян Володимир Омелянович**

(підпис)

Рецензент:

Доцент кафедри міжнародної економіки,

к.е.н., доц. **Черненко Наталя Олександрівна**

(підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі
немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань

Студентка _____
(підпис)

Київ – 2022

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Факультет менеджменту та маркетингу

Кафедра економічної кібернетики

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 051 «Економіка»

Освітньо-професійна програма «Економічна кібернетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Катерина БОЯРИНОВА

« 06 » лютого 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ**

Наскальній Аліні Володимирівні

1. Тема роботи: «Моделювання експорту сільськогосподарської продукції України»

керівник роботи **Капустян Володимир Омелянович**, д.ф-м.н., проф.,
затверджений наказом по університету від 31.05.2023 р. № 2077-с

2. Термін подання студентом роботи: 12.06.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: наукова та навчально-методична література, статистичні дані з Державної служби статистики, Міністерства Фінансів, Національного банку, ФАО, Державної митної служби про експорт, ОЕС, Міжнародного валютного фонду про експорт, ВВП, офіційний курс долара до гривні, рівень інфляції, експортування тої чи іншої продукції, експортування тими чи іншими транспортними засобами.

4. Зміст дипломної роботи

а) теоретична частина:

- визначити роль експорту сільськогосподарської продукції на економіку України;
- проаналізувати здійснюваний вплив війни на агросферу та її експортування;
- виокремити методи, які дозволяють моделювання експортну діяльності;

б) дослідницько-аналітична частина:

- провести дослідження експортної діяльності в галузі сільського господарства, проаналізувати отримані результати;
- побудувати економіко-математичну модель для діагностики експорту;
- здійснити економіко-математичне моделювання процесу експорту сільськогосподарської продукції;

в) рекомендаційна частина:

- проаналізувати отримані результати застосування моделей для прогнозування експорту сільськогосподарської продукції;
- визначити важливість моделювання економічних процесів, їх реальне застосування для регулювання економічних процесів.

5. Перелік ілюстративного матеріалу

1. Загальний обсяг експортованого зерна за рік війни.
2. Кількість експортованого зерна перевезеного за видами транспорту.
3. Часка експорту агросектору у ВВП країни за 2012-2022 рр.
4. Часка експорту агросектору у загальній кількості експортованої продукції країни за 2012-2022 рр.
5. Динаміка обсягу, виручки, реалізаційної ціни експорту олії соняшника за 2012-2021 рр.
6. Динаміка обсягу, виручки, реалізаційної ціни експорту кукурудзи за 2012-2021 рр.
7. Динаміка обсягу, виручки, реалізаційної ціни експорту пшениці за 2012-2021.
8. Динаміка обсягу, виручки, реалізаційної ціни експорту ячменю за 2012-2021.
9. Динаміка обсягу, виручки, реалізаційної ціни експорту насіння соєвих бобів за 2012-2021 рр.
10. Частка експорту української продукції до світової у 2021 році.
11. Динаміка експорту сільськогосподарської продукції України за 2012-2022 рр.
12. Динаміка ВВП України за 2012-2022 рр.
13. Динаміка прямих інвестицій в Україну за 2012-2022 рр.
14. Динаміка обміну курсу долара України за 2012-2022 рр.
15. Динаміка ІСЦ України за 2012-2022 рр.
16. Розрахунок лінійного тренду за показниками курсу валют.
17. Розрахунок лінійного тренду для індексу споживчих цін.
18. Графік реальних значень та прогнозованих до 2029 року.
19. Графік реальних значень та прогнозованих за моделлю Кейнса до 2029 року.

Дата видачі завдання: «06» лютого 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Позначки керівника про виконання завдань
1.	Збір та вивчення необхідної інформації теоретичного, методичного та практичного змісту щодо моделювання експортної діяльності сільського господарства України.	06.02.2023 – 26.02.2023	
2.	Розгляд теоретико-методичних засад дослідження економічного моделювання діяльності експорту сільського господарства.	27.02.2023 – 19.03.2023	
3.	Вибір сільськогосподарської галузі для дослідження та постановка економічної задачі, пов'язаної з експортом цієї галузі.	20.03.2023 – 02.04.2023	
4.	Опис характеристики експорту сільськогосподарської продукції, виявлення чинників впливу та особливостей функціонування.	03.04.2023 – 16.04.2023	
5.	Побудова економіко-математичної моделі, методики розрахунків, вибір програмного забезпечення для моделювання експорту сільського господарства.	17.04.2023 – 30.06.2023	
6.	Економіко-математичне моделювання експортної діяльності сільськогосподарської продукції України.	01.05.2023 – 14.05.2023	
7.	Аналіз результатів моделювання та розроблення рекомендацій з удосконалення експортної діяльності сільського господарства.	15.05.2023 – 21.05.2023	
8.	Прогностичне моделювання очікуваного економічного ефекту від реалізації експорту сільськогосподарської продукції за результатами складених економічних моделей	22.05.2023 – 28.05.2023	
	Оформлення дипломної роботи першого (бакалаврського) рівня вищої освіти	29.05.2023 – 04.06.2023	

Студент

_____ Аліна НАСКАЛЬНА
(підпис)

Керівник дипломної роботи

_____ Володимир КАПУСТЯН
(підпис)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота першого (бакалаврського) рівня вищої освіти на тему: **«Моделювання експорту сільськогосподарської продукції України»** містить 81 сторінок, 12 таблиць, 20 рисунків. Перелік посилань нараховує 32 найменування.

Метою роботи є здійснення дослідження та моделювання експортного потенціалу сільськогосподарської продукції України з виявлення оптимальних стратегій його розвитку.

Об'єктом дипломної роботи є експорт сільськогосподарської продукції.

Предмет дипломної роботи – процес моделювання та аналізу експортного потенціалу сільськогосподарської продукції України, що включає в себе визначення факторів впливу, розробку прогнозних моделей та рекомендації для його підвищення.

Методи дослідження: У процесі виконання дипломної роботи першого (бакалаврського) рівня вищої освіти були використані такі методи дослідження як: узагальнення, порівняння, формалізації та класифікації, обробки статистичних даних, аналіз економічних показників, економіко-математичне моделювання та прогнозування результатів.

Результати дослідження: визначено основні фактори впливу на експорт сільськогосподарської продукції; досліджено експорт сільськогосподарської продукції лінійним багатофакторним методом та за допомогою моделі Кейнса; проаналізовано подальший розвиток економічної діяльності експорту сільськогосподарської продукції; розроблено рекомендації для подальшого розвитку експортної діяльності та підвищення її ефективності.

Рекомендації щодо використання результатів роботи. Основні результати моделювання можуть бути використані для оптимізації використання ресурсів та стимулювання розвитку компанії у контексті експортної діяльності. Ось деякі рекомендації щодо використання результатів моделювання експорту сільськогосподарської продукції:

Ключові слова: моделювання, експорт сільськогосподарської продукції, фактори впливу, залежність, забезпечення.

ABSTRACT

Thesis of the first (bachelor's) level of higher education on « Modeling the Export of Agricultural Products of Ukraine» contains 81 pages, 12 tables, 20 figures, the list of links contains 32 items.

The purpose of the work the aim of the research is to study and model the export potential of agricultural products in Ukraine in order to identify optimal strategies for its development.

The object of the work is the export of agricultural products.

The subject of the work the process of modeling and analyzing the export potential of agricultural products in Ukraine includes identifying influencing factors, developing predictive models, and providing recommendations for its enhancement.

Research methods: the following research methods were employed in the execution of this bachelor's degree thesis: synthesis, comparison, formalization and classification, statistical data processing, analysis of economic indicators, economic-mathematical modeling, and forecasting.

Results of work: the main influencing factors on the export of agricultural products have been identified; the export of agricultural products has been examined using a linear multifactorial method and the Keynesian model; the further development of economic activities related to the export of agricultural products has been analyzed; recommendations have been developed for the further development of export activities and enhancing their effectiveness.

Recommendations for the use of work results: the main outcomes of the modeling can be utilized to optimize resource utilization and stimulate the company's growth in the context of export activities.

Keywords: modeling, export of agricultural products, influencing factors, dependencies, enhancement.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПОРТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ	10
1.1 Роль експорту сільськогосподарської продукції в економіці країни	10
1.2 Вплив війни на агросферу та її експортування.....	14
1.3 Методики моделювання експорту	21
Висновки до розділу 1	25
2 АНАЛІЗ ЕКСПОРТНОГО ПОТЕНЦІАЛУ АГРОСФЕРИ ТА ЇЇ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ	27
2.1 Дослідження експортної діяльності в галузі сільського господарства	27
2.2 Побудова економіко-математичної моделі для діагностики експорту	41
2.3 Моделювання процесу експорту сільськогосподарської продукції	55
Висновки до розділу 2	64
3 ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ МОДЕЛЮВАННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ РЕАЛІЗАЦІЯ	65
3.1 Аналіз застосування моделей для прогнозування експорту сільськогосподарської продукції.....	65
3.2 Важливість моделювання економічних процесів, їх реальне застосування для регулювання економічних процесів.....	72
Висновки до розділу 3	75
ВИСНОВКИ.....	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	79

ВСТУП

Актуальність роботи. Економіка України значним чином залежить від експортної реалізації сільськогосподарської продукції. Експлуатація сільськогосподарської продукції на міжнародному ринку, дозволяє гарантувати функціонування агросектор в цілому, а це забезпечення робочих місць для багатьох українців, значні надходження до місцевих та державного бюджету, створення сприятливого інвестиційного клімату. Однак для досягнення стабільного та ефективного розвитку експорту сільськогосподарської продукції необхідно отримати різноманітні економічні, соціальні та політичні чинники.

Військовий стан в країні, на разі є головним негативним фактором впливу, через який постійно утворюються чинники для дисбалансу економіки. Тому важливо постійно слідкувати за розвитком ситуації та у разі чого бути готовою до неї. Для цього існують різні методи моделювання, які здатні оцінити економічний стану держави та дати орієнтовний напрям розвитку на майбутнє. За допомогою, моделювання можна розглянути безпосередні фактори впливу на роботу досліджуваної системи. Моделювання є важливим інструментом для управління та розвитку експортної систем, що дає змогу забезпечити діяльність структури при сьогоденній ситуації.

Метою дипломної роботи є здійснення дослідження та моделювання експортного потенціалу сільськогосподарської продукції України з виявлення оптимальних стратегій його розвитку.

Для досягнення мети дипломної роботи було визначено наступні **завдання**:

- узагальнити економічну суть експортного процесу
- визначити стан експортної діяльності сільськогосподарської продукції в сьогоденні;
- проаналізувати основні методи моделювання експорту;
- провести економічний аналіз показників експортної діяльності сільськогосподарської продукції та оцінити його поточний стан;

- побудувати економіко-математичні моделі економічного розвитку експорту сільськогосподарської продукції;
- провести економіко-математичне моделювання виробничої експорту сільськогосподарської продукції;
- проаналізувати результати моделювання та оцінити ефективність моделі;
- розробити рекомендації для подальшого розвитку експортної діяльності та підвищення її ефективності.

Об'єкти роботи: експорт сільськогосподарської продукції.

Предмет роботи: процес моделювання та аналізу експортного потенціалу сільськогосподарської продукції України, що включає в себе визначення факторів впливу, розробку прогнозних моделей та рекомендації для його підвищення.

База дослідження: статистичні дані, звіти організацій, аналітичні звіти та наукова література з питань сільськогосподарського сектора та міжнародної торгівлі.

Для вирішення завдань роботи були використані наступні **методи дослідження:** узагальнення, порівняння, формалізації та класифікації, обробки статистичних даних, аналіз економічних показників, економіко-математичне моделювання та прогнозування результатів.

В процесі виконання дипломної роботи були отримані такі результати методичного та практичного характеру:

- визначено основні фактори впливу на експорт сільськогосподарської продукції;
- досліджено експорт сільськогосподарської продукції лінійним багатofакторним методом та за допомогою моделі Кейнса;
- проаналізовано подальший розвиток економічної діяльності експорту сільськогосподарської продукції;
- розроблено рекомендації для подальшого розвитку експортної діяльності та підвищення її ефективності.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПОРТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

1.1 Роль експорту сільськогосподарської продукції в економіці країни

На сучасному етапі економічного розвитку, агропромисловий сектор України вважається однією з найважливіших галузей економічних систем більшості країн світу з ринковою економікою. Виробнича база агропромислового сектору опирається на розгалужену інфраструктурну мережу та систему науково-дослідного забезпечення для забезпечення його розвитку.

Шляхи розвитку агропромислового сектору України передбачають здійснення збалансованих та взаємозв'язаних структурних перетворень у всіх галузях, максимальне використання найважливіших науково-технічних досягнень, світового досвіду, прогресивних форм економіки та організації виробництва на основі вирішення актуальних проблем. Ці проблеми включають перерозподіл землі та майна, в тому числі поглиблення відносин власності на землю та впровадження механізмів реалізації права на власність, приватизацію переробних підприємств, реструктуризацію підприємств і форм господарювання, розвиток кооперації, впровадження ринкових методів господарювання, таких як менеджмент та маркетинг, ефективне державне регулювання аграрної економіки через використання цінових механізмів, фінансово-кредитної і податкової систем, розвиток ринків сільськогосподарської продукції, матеріально-технічних ресурсів та послуг, інтенсифікацію та диверсифікацію зовнішньоекономічної діяльності тощо [1].

Сільськогосподарська продукція є надзвичайно важливою для України, оскільки країна має великий потенціал для експорту сільськогосподарської продукції. Держава володіє родючими ґрунтами та сприятливим кліматом для сільськогосподарського виробництва. Україна є одним з найбільших світових експортерів зерна, соняшникової олії, олійних культур та інших

сільськогосподарських товарів. Експорт сільськогосподарської продукції сприяє залученню іноземних валют, покращенню зовнішньої торгівлі та зміцненню позицій України на світових ринках.

Експорт сільськогосподарської продукції можна описати як процес продажу та постачання сільськогосподарських товарів та продуктів на зовнішні ринки інших країн. Це включає перевезення, торгівлю та постачання сільськогосподарських продуктів за межі власної країни з метою задоволення попиту та отримання прибутку [2].

Експорт сільськогосподарської продукції має свої особливості порівняно з експортом інших товарів. Оскільки сільськогосподарські продукти є природними ресурсами, вони піддаються впливу кліматичних умов, змін погоди, шкідників та інших факторів, що можуть впливати на виробництво, якість та кількість продукції. Крім того, сільськогосподарська продукція може швидко псуватися і вимагати особливих умов зберігання та транспортування.

Організація експорту сільськогосподарської продукції включає ряд дій і процедур, таких як відбір якісних продуктів, упаковка, маркування, логістика, документація для митного оформлення, укладання контрактів і угод з покупцями тощо. Країни, що експортують сільськогосподарську продукцію, також повинні враховувати міжнародні стандарти безпеки харчових продуктів та вимоги ринків, в які вони постачають свою продукцію [3].

Експорт сільськогосподарської продукції є важливим для країн, що мають великі потенціальні резерви сільськогосподарського виробництва. Він сприяє залученню іноземних валют, стимулює розвиток сільського господарства, розширює ринки збуту та сприяє зміцненню економіки країни в цілому.

Загалом, експорт сільськогосподарської продукції є важливою складовою галузі сільського господарства та міжнародної торгівлі. Він дозволяє країнам займати впливову позицію на світових ринках, сприяє економічному розвитку та забезпечує харчову безпеку як власної країни, так і світової спільноти [2].

Експорт сільськогосподарської продукції піддається впливу різних економічних агрегатів. Основними економічними факторами, що впливають на експорт сільськогосподарської продукції, є:

- Валютний курс: валютний курс має значний вплив на експорт сільськогосподарської продукції. Якщо національна валюта є слабкою порівняно з іншими валютами, це може зробити експортний товар більш конкурентоспроможним на світових ринках і сприяти збільшенню експорту сільськогосподарської продукції.
- Тарифи та мита: висока рівень тарифів та мит на сільськогосподарські продукти в імпортуючих країнах може ускладнити експорт сільськогосподарської продукції. Наприклад, високі митні бар'єри можуть підвищити вартість експортного товару та знизити його конкурентоспроможність на зовнішніх ринках.
- Субсидії та фінансування: державні субсидії та фінансування для сільськогосподарських підприємств можуть мати вплив на їх конкурентоспроможність на зовнішніх ринках. Наявність субсидій може допомогти знизити витрати на виробництво і зробити експортні товари більш привабливими для іноземних покупців.
- Попит іноземних ринків: попит на сільськогосподарські продукти в інших країнах також впливає на експорт. Зміни в попиті на певні продукти або зміни відношення до якості та ціни можуть вплинути на обсяги експорту сільськогосподарської продукції.
- Торговельні угоди і договори: укладення торговельних угод і договорів між країнами може мати великий вплив на експорт сільськогосподарської продукції. Наявність вільної торгівлі, зниження тарифів та інших торговельних бар'єрів сприяють збільшенню можливостей для експорту сільськогосподарської продукції.
- Інфраструктура: розвинена транспортна і логістична інфраструктура є важливим елементом для успішного експорту сільськогосподарської продукції. Наявність надійних транспортних мереж, складів зберігання та

обробки продуктів, портів для експорту є важливими факторами, що впливають на експорт сільськогосподарської продукції [3].

Враховуючи ці економічні агрегати, держави та сільськогосподарські підприємства можуть визначати стратегії експорту, адаптувати виробництво до зовнішнього попиту та регулювати умови торгівлі для сприяння експорту сільськогосподарської продукції [4].

Експорт сільськогосподарської продукції також впливає на ряд економічних агрегатів. Основними з них є: валютні доходи, зовнішньоторговельний баланс, економічне зростання, конкурентоспроможність, технологічний прогрес та створення робочих місць.

Експорт сільськогосподарської продукції приносить валютні доходи для країни, які можуть використовуватися для покриття імпортних витрат, погашення зовнішнього боргу, розвитку інфраструктури та інших секторів економіки. Вплив експорту на зовнішньоторговельний баланс полягає в тому, що його збільшення може створити позитивний торговельний баланс, зменшити дефіцит платіжного балансу та сприяти стійкості валютного курсу [5].

Збільшення обсягів експорту сільськогосподарської продукції сприяє економічному зростанню країни. Воно стимулює розвиток сільського господарства, підтримує зайнятість у цьому секторі, сприяє розширенню інвестицій та підвищенню рівня життя населення. Крім того, експорт сільськогосподарської продукції може підвищувати конкурентоспроможність країни на світових ринках. Це досягається через розвиток ефективного виробництва, впровадження нових технологій, підвищення якості продукції та дотримання міжнародних стандартів.

Експорт сільськогосподарської продукції також сприяє перенесенню технологій та знань з однієї країни до іншої. Взаємодія з імпортерами та передача новітніх методів виробництва та обробки продукції сприяють підвищенню технологічного рівня і розвитку сільськогосподарського сектора. Крім того, розвиток експорту сільськогосподарської продукції може призводити до створення нових робочих місць, особливо в сільських районах. Збільшення виробництва та

експорту вимагає більшої кількості робочої сили в сільському господарстві та супутніх галузях, що сприяє зайнятості та зростанню доходів населення [6].

Ці економічні агрегати показують, що експорт сільськогосподарської продукції має важливе значення для економіки країни. Він сприяє її розвитку, забезпечує стійкість зовнішньоторговельного балансу та сприяє підвищенню добробуту населення.

1.2 Вплив війни на агросферу та її експортування

За останнє десятиліття Україна відіграє важливу роль на світовому аграрному ринку. Протягом 2019-2021 років український агробізнес покривав приблизно 10% світового експорту пшениці, по 15% експорту ячменю та кукурудзи, аж до 50% експорту соняшникової олії. Українське зерно забезпечувало понад 400 мільйонів людей у всьому світі [7].

Сільське господарство в Україні має важливе значення для економіки, але через воєнний конфлікт виникає серйозна загроза для виробництва продовольства та безпеки його постачання. Переселення мирного населення через війну та призов чоловіків до оборонних сил призводять до нестачі робочої сили. Проблема посилюється через ускладнений доступ до важливих ресурсів для сільськогосподарського виробництва та їх недостатній обсяг.

В Україні значно скоротилася посівна площа. У 2021 році вона становила близько 29 млн. га, проте через окупацію території та проведення бойових дій, цей деяка частина території України є недоступною чи небезпечною. Тому у 2022 році розмір посівної площі становить 22 млн. га, що на 24% є менше ніж рік тому. Тому й територія для вирощування культур є меншою, а й відповідно це свідчить про скорочення виробничої спроможності [8].

Блокування експорту, значне подорожчання паливо-мастильних та енергетичних ресурсів, відсутність обігових коштів у сільськогосподарських товаровиробників, спричинили критичну ситуацію під час весняної посівної компанії 2022 року. Сільськогосподарська галузь зазнала серйозних труднощів.

За оцінками, через повномасштабну війну РФ проти України, прямі збитки в аграрному секторі держави склали 6,6 мільярдів доларів США, що становить близько 23% від вартості активів сільського господарства України. Ці збитки включають знищення виробничих приміщень, пошкодження техніки, обладнання, посівів, а також втрату сільськогосподарських тварин. Крім прямих збитків, аграрії також несуть непрямі втрати, які включають втрату доходу за рахунок зменшення обсягів виробництва, зниження ціни на їхню продукцію та додаткові витрати, пов'язані з воєнними діями [9].

Основними факторами спричинені війною, які стали слабким місцем для сільського господарства є:

- ускладнення здійснення польових робіт, особливо у зонах бойових дій та прилежних до них територій;
- руйнування інфраструктури виробництва, переробки та зберігання сільськогосподарської продукції та продуктів харчування;
- ускладнення постачання матеріально-технічного забезпечення потрібного для сільськогосподарських підприємств;
- блокування морських шляхів, що негативно впливає на дохідність місцевих виробників сільськогосподарської продукції, знижує виручку від експорту та сприяє світовій продовольчій інфляції [10].

Основною проблемою експорту є те, що морські порти України, через які раніше була прокладена основна частина шляху для збуту сільськогосподарської продукції на міжнародному ринку, були припинені у своїй роботі. Це призвело до блокування експорту.

Українське зерно, згідно з ООН, забезпечувало харчування понад 400 мільйонів людей по всьому світу і становило 10% від загального обсягу продажу культурних рослин. Його критична важливість особливо очевидна для країн Африки, Близького Сходу і Південної Азії [11].

До того, як почалася повномасштабна війна, люди мало задумалися, звідки походять зерно та як воно впливає на продовольчу безпеку, і як залежить від певних країн. Виявилося, що українське зерно вийшло головним фактором для розвитку

продовольчої кризи в країнах, що розвиваються. Внаслідок агресії Росії мільйони людей могли опинитися голодними, адже понад 20 мільйонів тонн зерна були заблоковані в Україні у 2022 році [12].

Ще в довоєнний час, коли експорту сільськогосподарської продукції нічого не стояло на заваді, деякі країни вже були залежними від українського зерна. Ліван, Джибуті, Пакистан, Сомалі, Мавританія та Еритрея забезпечують понад половину своїх потреб у пшениці через Україну. Загалом, для країн Африки, Близького Сходу і Південної Азії зерно з України є незамінним ресурсом [13].

Наслідки війни в Україні серйозно пошкодили сектор сільського господарства та вивіз харчових продуктів країни, створивши загрозу для продовольчої безпеки як на внутрішньому, так і на глобальному рівнях.

До 24 лютого 2022 року головними точками вивезення сільськогосподарської продукції з України були порти на Азовському та Чорному морях. Ці порти були використані для транспортування сільськогосподарської продукції морським шляхом. Кожного року українські фермери збільшили свій врожай, встановлюючи нові рекорди. Вартість перевалки вантажів через українські порти знизилася, а логістика в морських портах була майже без перешкод [14].

Точку входження вітчизняної сільськогосподарської продукції в ланцюг постачання, після підготовки до посівних робіт та самого посіву, можна було описати наступним чином: сільськогосподарські виробники збирали врожай та переміщували його на внутрішні зернові елеватори або завантажували на вантажні автомобілі-зерновози для транспортування до українських портів. Після цього врожай перевантажували з елеваторів у вагони або зерновози та доставляли до українських портів, де його перекладали в ємності для зберігання на терміналі. Після накопичення партії товарів на судні, виконували переміщення через митний кордон.

Однак у зв'язку з окупацією південних регіонів України, які мали доступ до морських портів, а також у зв'язку із загрозою заміни та можливими ракетними ударами з боку ворога, трейдери та виробники були змушені розглядати альтернативні маршрути доставки. Такими шляхами стали транспортування через

річку Дунай, використання автомобільного та залізничного транспорту через західні кордони України. Однак навіть при комбінуванні цих альтернативних маршрутів не вдалося забезпечити достатню пропускну здатність для експорту врожаю 2021 року та підготовки до експорту нового урожаю [15].

В світі розвивалася продовольча криза, в українських сховищах зберігалася 20 млн тон зерна, необхідно було терміново вирішувати питання з логістикою. Тоді, для врегулювання цієї критичної ситуації, 22 липня 2022 року було укладено «Зернову угоду». Ініціатива з безпечного транспортування зерна та харчових продуктів з українських портів – це є угодою між Росією та Україною за участю Туреччини та Організації Об'єднаних Націй (ООН). Документи, які були підписані, відповідають умовам, що забезпечують безпечний транспорт зерна, супутніх продуктів харчування та добрив, з українських портів Одеси, Чорноморська та Південного через Чорне море. Для цього судна необхідно використовувати спеціально визначені коридори, які є розміновані. Згідно з умовами документів, усі торговельні судна обов'язково мають зайти в порти Туреччини для проведення огляду [14].

Після даної угоди Україна значно збільшила експорт сільськогосподарської продукції. Звичайно, наразі експортування є може складати таких об'ємів, як у до військовий період, проте він став можливим, і вирішує питання з зерновою проблемою у деяких країнах, а також експортування сільськогосподарської продукції завжди складало значну частку у ВВП, тому відновлення експорту рівне збереження економіки.

У таблиці 1.1 знаходяться дані по реалізації експорту сільськогосподарської можливими транспортними способами до країн Східної Європи. Таблиця 1.1 – Обсяг експортованого зерна за 1 рік війни, млн. тон.

Період	Загальний обсяг експортованого зерна
1	2
Березень, 2022	0,331
Квітень, 2022	0,958
Травень, 2022	1,721

Кінець табл. 1.1

1	2
Червень, 2022	2,14
Липень, 2022	2,654
Серпень, 2022	4,52
Вересень, 2022	6,836
Жовтень, 2022	6,849
Листопад, 2022	5,857
Грудень, 2022	6,607
Січень, 2023	5,511
Лютий, 2023	6,288
Березень, 2023	7,35

Складено за даними [16;17]

Бачемо з таблиці, як експорт збільшував свою потужність під час війни. В перші місяці повномасштабного вторгнення експорт складає зовсім невелике значення у 0,331 млн. тон. Щомісяця показник значно збільшує своє значення. В серпні показник майже збільшується вдвічі, це зумовлено тим, що саме з цього місяця експортування стало можливим морським шляхом. З моменту запуску «зернового коридору» експорт виріс з 4,52 млн. тон до 7,35 млн. тон.

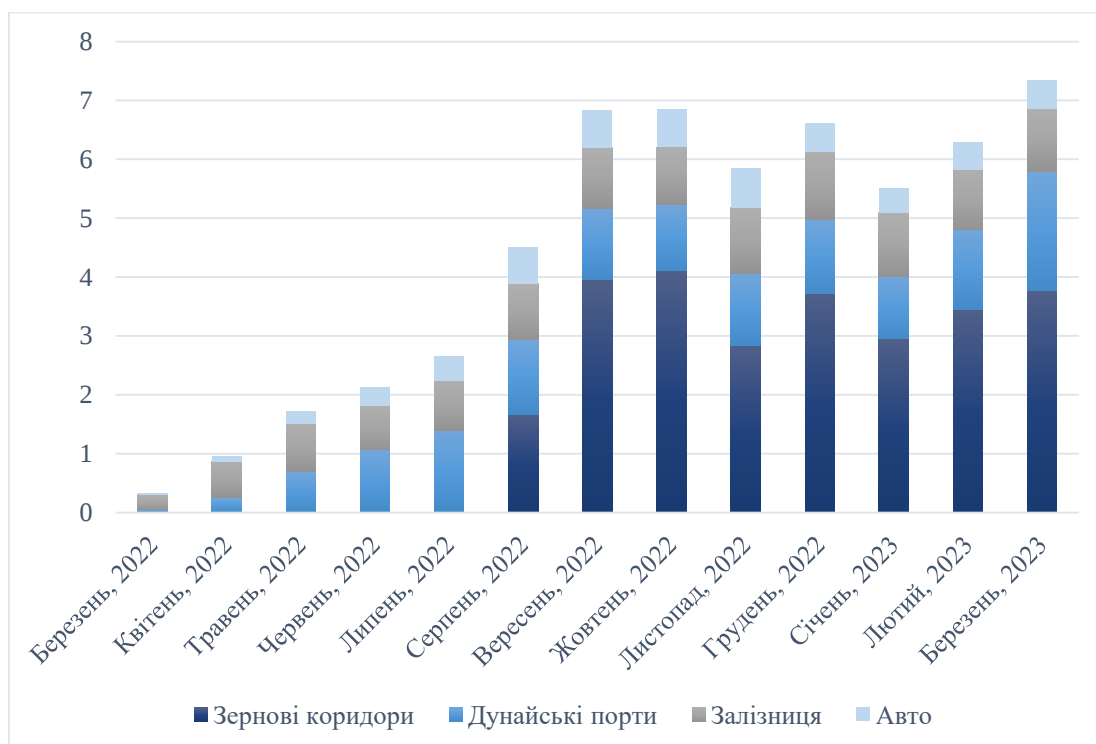


Рисунок 1.1 – Загальний обсяг експортованого зерна за рік війни, млн. тон.

Джерело: [16; 17]

На рис. 1.1 бачемо динаміку здійснення експорту сільськогосподарської продукції, та який об'єм продукції здійснював кожен вид транспорту окремо.

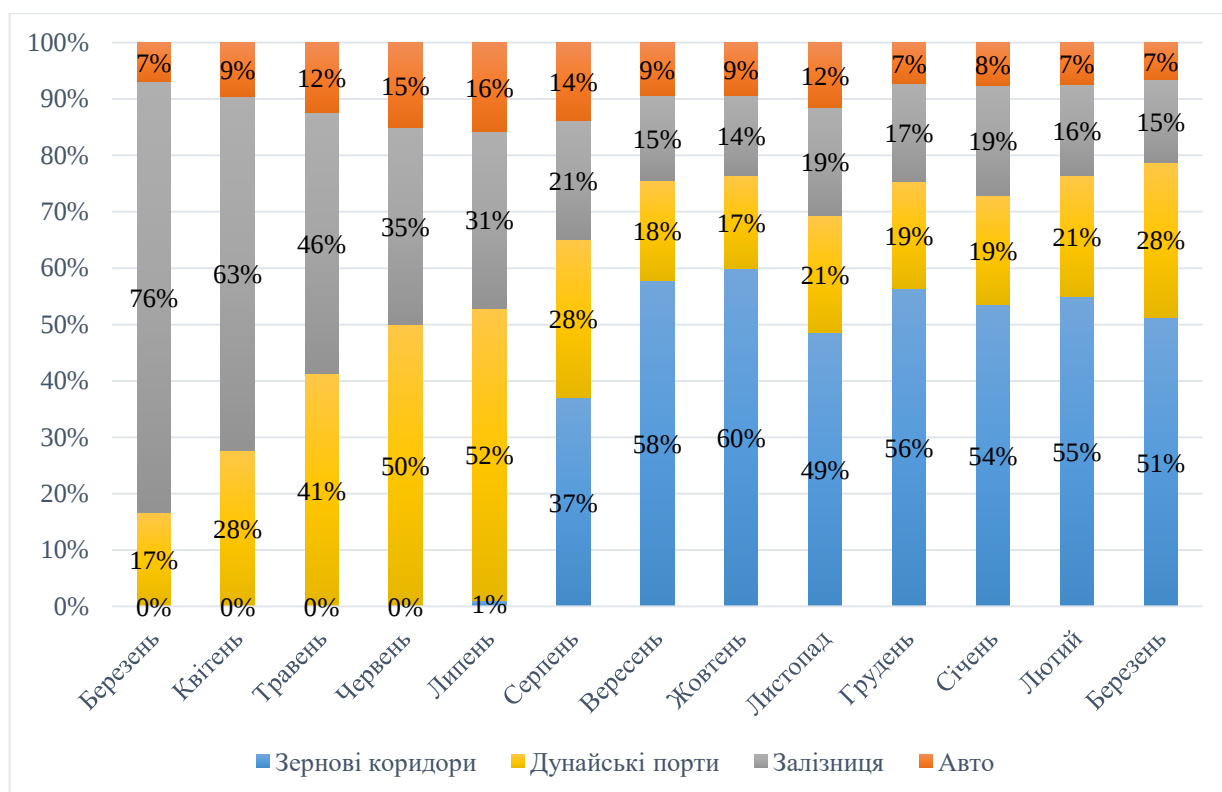


Рисунок 1.2 – Кількість експортованого зерна перевезеного за видами транспорту.

Джерело: [16; 17]

На рис. 1.2 зображено, яку частку експортованої сільськогосподарської продукції перевіз кожен вид транспорту. Бачемо, що на початку війни головним видом транспорту, за допомогою якого можна здійснити перевезення була залізниця, вона перевозила 76% від всієї продукції. Далі щомісяця частка перевезеної залізницею продукції зменшувалася, а спосіб перевезення через Дунайські порти все збільшував свою транспортну потужність, також росла частка перевезеної автомобілем продукції. З серпня вступила в дію «Зернова угода» і половина від обсягу експорту, була здійснена морським шляхом.

Отже, можливість здійснювати транспортування продукції морським шляхом є дуже важливим фактором, який впливає на всю економіку України. Адже, лише за допомогою, цього виду транспорту держава може реалізувати свою експортну

спроможність, особливо сільськогосподарської продукції. А для України це є важливим елементом для підтримання економіки. Таким чином, наразі економіка країни знаходиться у дуже хиткому стані, оскільки здійснення «зернових коридорів» може припинитися. І це означатиме скорочення експорту сільськогосподарської продукції, що приведе до економічної катастрофи в Україні та продовольчої у світі. Оскільки альтернативним шляхами транспортування продукції, неможливо реалізувати необхідну кількість експорту, а також здійснити потрібний маршрут, обсяг надходжень від експорту сільськогосподарської продукції значно знизить.

Відповідно до виникнення проблеми з реалізацією експорту через ускладнення пов'язані із логістикою, відбулися деякі зміни в поставках експортної сільськогосподарської продукції.

У 2022 році Україна збільшила свої експортні обсяги до Європейського Союзу на 66%, продавши агропродукції на суму 13,1 млрд. дол. США Порівняно з попереднім роком 2021 року, коли цей показник становив 7,9 млрд. дол. США, це значне зростання. Частка ЄС у загальному обсязі українського аграрного експорту склала 55%.

Минулого року відбувся зсув у рейтингу основних покупців української сільськогосподарської продукції, де Азія на другому місці вперше за понад 10 років. Азійські країни закупили товарів на 7,3 млрд. дол. США, що становить 30,9% від загального обсягу аграрного експорту.

Експорт до Африки скоротився на 57%, зменшившись з 3,7 млрд. дол. США у 2021 році до 1,6 млрд. дол. США. Частка цього регіону в загальному аграрному експорті становить 6,8%.

Варто відзначити, що рейтинг основних імпортерів української агропродукції має кардинальні зміни у 2022 році. Польща здобула перше місце як найбільший імпортер, забравши його у Китаю. Польща зайняла лідируючу позицію, підвищивши свою частку в експорті до 11,5% і купивши агропродукції на 271 млн. дол. США, що в 2,5 рази більше, ніж у 2021 році (107 млн. дол. США).

Румунія, яка раніше не була серед топ-20 імпортерів, посіла друге місце. Україна поставила свої аграрні товариства Румунії на суму 2557 млн. дол. США, що на 17 разів більше, ніж у 2021 році (150 млн. дол. США). Частка Румунії в загальному обсязі експорту склала 10,8%.

Третє місце в рейтингу належить Туреччині з імпортом на 2212 млн. дол. США. Це на 51% більше, ніж у попередньому році (1465 млн. дол. США), а частка Туреччини в загальному обсязі українського аграрного експорту становить 9,4%.

На разі десятку країн, які є найбільшими імпортерами української сільськогосподарської продукції є Китай (1888 млн. дол. США), Іспанія (1307 млн. дол. США), Нідерланди (1196 млн. дол. США), Італія (923 млн. дол. США), Угорщина (884 млн. дол. США), Болгарія (811 млн. дол. США), Індія (794 млн. дол. США) [18].

Агробізнес України, що довгий час вважався світовим лідером в експорті сільськогосподарської продукції, зазнав суттєвих змін через воєнну агресію Росії проти України. Внаслідок цього українському агробізнесу довелося розробити адаптивну систему функціонування, щоб протистояти ризикам, пов'язаним зі збройним конфліктом та його наслідками. Втрата аграрного експортного потенціалу України може негативно позначитися на загальній економіці країни, її безпеці та збільшити загрози глобальної продовольчої безпеки. Тому, український аграрний сектор повинен і надалі виступати як основна сила, що рухає економіку країни, надійною опорою в галузі виробництва та світовим лідером у забезпеченні продовольчої безпеки.

1.3 Методики моделювання експорту

Для моделювання прогнозу експорту сільськогосподарської продукції використовуються різні типи моделей, зокрема: динамічні, статистичні, економічні та економетричні моделі.

Динамічні моделі враховують залежність між змінними у часі та динаміку експорту сільськогосподарської продукції. Наприклад, авторегресійні моделі (AR)

та векторні авторегресійні моделі (VAR) можуть бути використані для аналізу та прогнозу змін обсягів експорту.

Авторегресійна модель є одним з основних типів моделей часових рядів. У цій моделі поточне значення змінної залежить від попередніх значень цієї ж змінної. Авторегресійна модель порядку p ($AR(p)$) включає p попередніх значень залежної змінної для прогнозування поточного значення.

Векторні авторегресійні моделі (VAR) розширюють поняття авторегресійних моделей на випадок, коли розглядаються одночасно кілька залежних часових рядів. VAR модель включає в себе систему залежних рядів, де кожен ряд може бути пояснюючим для інших рядів. Таким чином, векторна авторегресійна модель дозволяє враховувати взаємну залежність між рядами. VAR модель може бути використана для прогнозування та аналізу взаємозв'язків між різними змінними, такими як виробництво різних видів сільськогосподарської продукції та їх експорт. Вона дозволяє виявити причинно-наслідкові зв'язки та взаємодії між рядами та зробити прогнози їх майбутнього розвитку [19].

Статистичні моделі базуються на аналізі статистичних даних та використовують статистичні методи для прогнозу експорту. Методи регресійного аналізу, такі як множинна регресія, можуть бути використані для ідентифікації факторів, що впливають на експорт, та прогнозування його значень.

Економічні моделі враховують економічні закономірності та залежності для прогнозу експорту. Моделі збалансованого зростання, моделі залежності від ціни можуть бути використані для оцінки та прогнозу експорту сільськогосподарської продукції.

Моделі збалансованого зростання є економічними моделями, які досліджують довгострокові тенденції та фактори, що сприяють стійкому та збалансованому зростанню економіки. Вони аналізують рівень виробництва, інвестицій, зайнятості, освіти, технологічного розвитку та інші фактори, які впливають на зростання.

Моделі збалансованого зростання допомагають ідентифікувати ключові причини та фактори, що сприяють розвитку сільськогосподарського сектору та

експорту продукції. Вони можуть включати економічні, соціальні та політичні змінні для прогнозування та розрахунку оптимальних шляхів розвитку.

Моделі залежності від ціни досліджують вплив цінових факторів на експорт сільськогосподарської продукції. Вони аналізують залежність між ціною на ринку та обсягами експорту, включаючи еластичність попиту та попитові реакції на зміни цін.

Моделі залежності від ціни можуть використовувати різні підходи, включаючи економетричні моделі, моделі штучного інтелекту та статистичні методи. Вони дозволяють визначити оптимальні цінові стратегії та прогнозувати вплив змін цін на експорт сільськогосподарської продукції.

Економетричні моделі поєднують елементи економіки та статистики для прогнозування експорту. Наприклад, моделі коінтеграції та векторної помилкової поправки (VECM) можуть бути використані для аналізу та прогнозу залежностей між експортом сільськогосподарської продукції та іншими факторами, такими як внутрішній попит чи зовнішній попит [20].

Ефективним інструментом для моделювання експорту сільськогосподарської продукції є багатofакторна модель.

Основною ідеєю цієї моделі є включення різних змінних, що відображають економічні, соціальні, політичні та інші аспекти, що можуть мати вплив на експорт сільськогосподарської продукції. Нижче наведено загальний опис основних елементів багатofакторної моделі для прогнозування експорту сільськогосподарської продукції:

Залежна змінна (експорт сільськогосподарської продукції). Це основна змінна, яка визначає обсяг експорту сільськогосподарської продукції, що прогнозується. Ця змінна може бути виміряна у фізичних одиницях (наприклад, тоннах) або вартісно (наприклад, в доларах США).

Пояснюючі змінні (фактори). Багатofакторна модель включає набір пояснюючих змінних, які можуть впливати на експорт сільськогосподарської продукції. Ці змінні можуть включати, але не обмежуються, наступними:

Внутрішні фактори: виробництво сільськогосподарської продукції, технологічний рівень, інфраструктура, доступність кредитування, витрати на дослідження та розвиток, урядова політика, сільськогосподарська політика, стабільність внутрішнього ринку тощо.

Зовнішні фактори: світові ціни на сільськогосподарську продукцію, попит на міжнародному ринку, конкуренція з інших країн, тарифи та мита, угоди про вільну торгівлю, обмеження імпорту та експорту, курси валют тощо.

Методи аналізу та моделювання. Для побудови багатофакторної моделі можуть використовуватися різні методи, такі як економетричні методи, статистичні методи, машинне навчання тощо. Оцінювання параметрів моделі та прогнозування можуть проводитися за допомогою методу найменших квадратів, методу максимальної правдоподібності та інших методів.

Перевірка адекватності моделі. Важливим кроком у побудові багатофакторної моделі є перевірка її адекватності та точності прогнозування. Це може включати перевірку статистичної значимості параметрів моделі, аналіз залишкових рядів, порівняння прогнозних значень з фактичними даними та інші методи оцінки якості моделі.

Багатофакторна модель для прогнозування експорту сільськогосподарської продукції дозволяє враховувати вплив різноманітних факторів, що впливають на цей процес. Вона дозволяє краще розуміти та передбачати залежність між експортом сільськогосподарської продукції та різними економічними, соціальними та політичними факторами, що допомагає приймати обґрунтовані рішення та розробляти стратегії в галузі сільськогосподарського експорту [21].

Модель Кейнса використовується для дослідження економіки країни з макроекономічної перспективи. Ця модель дозволяє аналізувати і прогнозувати основні економічні показники, такі як валовий внутрішній продукт (ВВП), рівень зайнятості, інфляцію та інші.

Модель Кейнса фокусується на взаємозв'язку між споживанням, інвестиціями та державними витратами, а також на ролі агрегатного попиту в економіці. Ця модель враховує, що рівень загального попиту впливає на рівень

економічної активності та зайнятість. Зміни витрат на споживання, інвестицій та державних витрат можуть мати великий вплив на економічний розвиток [20].

Дослідження за допомогою моделі Кейнса дозволяють встановити ефективність державної політики, такої як фіскальна політика або грошова політика, у впливі на економіку країни. Це дає змогу розробляти стратегії для стимулювання економічного зростання, боротьби з безробіттям та забезпечення стабільності в економіці.

Модель Кейнса також може використовуватися для прогнозування економічних тенденцій і оцінки ризиків, пов'язаних з економічними змінами. Вона надає інструменти для аналізу економічних циклів, ідентифікації факторів, що впливають на зростання та зниження економіки, а також оцінки ефективності політики в різних економічних умовах.

Застосування моделі Кейнса для дослідження економіки країни дозволяє отримати більш глибоке розуміння макроекономічних процесів, встановити зв'язки між різними економічними змінними та розробити ефективні стратегії для досягнення стабільного та сталого розвитку.

Висновки до розділу 1

У даному розділі було визначено який вплив експорт сільськогосподарської продукції синить вплив на економіку. Експорт сільськогосподарської продукції має значний вплив на економіку країни, приносячи валютні доходи, забезпечуючи стійкість зовнішньоторговельного балансу, сприяючи економічному зростанню та створенню робочих місць.

Фактори, що впливають на експорт сільськогосподарської продукції, включають валютний курс, тарифи та мита, субсидії та фінансування, попит іноземних ринків, торговельні угоди і договори, інфраструктуру. Для успішного експорту необхідно адаптувати виробництво до зовнішнього попиту та регулювати умови торгівлі.

На сьогодні головним фактором впливу є військова ситуація в країні. Зважаючи на воєнний конфлікт в Україні, сільське господарство країни зазнало серйозних труднощів. Переселення мирного населення та призов чоловіків до оборонних сил призвели до нестачі робочої сили, а ускладнений доступ до ресурсів та знижений обсяг посівної площі призвели до скорочення виробництва продовольства. Для експорту головною проблемою залишається блокування морських шляхів. Єдиний вихід з цієї ситуації це укладання «Зернового договору», проте його функціонування залежить від настроїв ворога, а це не дає гарантії, про його постійну діяльність. Тому є важливим дослідити процес експорту сільськогосподарської продукції, для визначення подальшого його розвитку та, можливо, сформулювати необхідні процедури регулювання даного процесу.

З використанням багатофакторної моделі для прогнозування експорту сільськогосподарської продукції можна краще розуміти та передбачати залежність між експортом та різними економічними, соціальними та політичними факторами. Це допомагає приймати обґрунтовані рішення та розробляти стратегії в галузі сільськогосподарського експорту.

Модель Кейнса, з іншого боку, застосовується для дослідження економіки країни з макроекономічної перспективи. Вона аналізує і прогнозує основні економічні показники, такі як ВВП, рівень зайнятості, інфляцію та інші. Модель Кейнса дозволяє встановити зв'язки між споживанням, інвестиціями та державними витратами, а також оцінювати ефективність державної політики в економіці.

Обидві моделі є важливими інструментами для розуміння та прогнозування економічних процесів. Використання багатофакторної моделі для прогнозування експорту сільськогосподарської продукції може допомогти визначити вплив різноманітних факторів на цей процес. Застосування моделі Кейнса дозволяє аналізувати макроекономічні показники та встановлювати зв'язки між економічними змінними для розробки стратегій розвитку економіки країни.

2 АНАЛІЗ ЕКСПОРТНОГО ПОТЕНЦІАЛУ АГРОСФЕРИ ТА ІІ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

2.1 Дослідження експортної діяльності в галузі сільського господарства

Економічна роль експорту сільськогосподарської продукції для України є надзвичайно важливою. Наша держава обладнана всіма необхідними ресурсами для ефективного розвитку сільського господарства. Експорт агропромислової продукції з України має велике значення для поповнення державного бюджету. Таким чином, будь-які зміни в цьому секторі можуть мати як позитивний, так і негативний вплив на національну економіку в цілому.

Український агробізнес, який використовує багатий потенціал чорноземної родючості, відіграє ключову роль у розвитку економіки країни, яка славиться постачанням продовольства для Європи. Агропромисловий комплекс в Україні охоплює різні галузі національної економіки, такі як сільське господарство, рибне господарство, харчова промисловість та переробка сільськогосподарської продукції, і забезпечує їх ресурсами. Сільське господарство є однією з основних галузей економіки України, яка має природні конкурентні переваги.



Рисунок 2.1 – Часка експорту агросектору у ВВП країни за 2012-2022 рр.

Складено за даними [22; 23]

На рис. 2.1 зображено відношення частки експорту сільськогосподарської продукції до ВВП країни. Агропромисловий комплекс сприяє формуванню близько 15,4% ВВП країни і є важливим джерелом доходів для бюджету країни.

ВВП України зазнавав змін протягом розглянутого періоду. Після піку у 2013 році (183310 млн доларів США), ВВП знизився до 90615 млн доларів США у 2015 році, що може бути пов'язано з економічними складнощами та політичною нестабільністю. Потім ВВП поступово зростав до 200090 млн доларів США у 2021 році, що свідчить про відновлення економіки. Однак, у 2022 році спостерігається зниження ВВП до 151500 млн доларів США.

Частка експорту агросектору у ВВП також зазнавала змін. З 10,2% у 2012 році, вона зростала до 16,4% у 2016 році, а потім поступово знижувалась до 13,8% у 2021 році. Однак, у 2022 році вона знову збільшилась до 15,4%. Це вказує на важливість агросектору в економіці країни, але також свідчить про необхідність диверсифікації економіки та залучення інших галузей для стабільного розвитку.

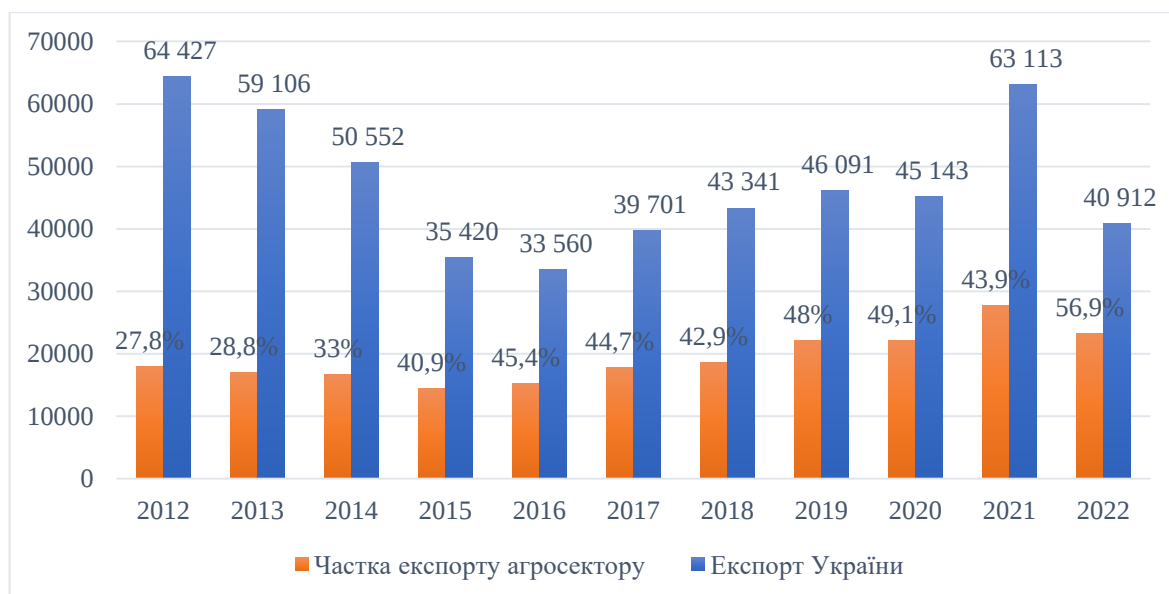


Рисунок 2.2 – Частка експорту агросектору у загальній кількості експортованої продукції країни за 2012-2022 рр.

Складено за даними [22; 23]

З рис. 2.2 можемо зробити висновки щодо частки експорту аграрного сектору в загальній величині експорту України.

Загальний обсяг експорту України з 2012 до 2022 року показує коливання. Після піку у 2013 році (59106 млн доларів США), експорт знизився до 35420 млн доларів США у 2015 році, що може бути пов'язано зі зниженням глобального попиту та складнощами в економіці. Потім експорт поступово зростав до 63 113 млн доларів США у 2021 році, що свідчить про відновлення та розвиток зовнішньоекономічних зв'язків країни. Однак, у 2022 році спостерігається зниження експорту до 40912 млн доларів США (майже на 25%).

Частка експорту агросектору в загальному експорті зростала протягом розглянутого періоду, від 27,8% у 2012 році до 56,9% у 2022 році. Це свідчить про значну роль агросектору в експорті України. Значне зростання цієї частки відбулося в період з 2012 по 2015 роки, коли вона збільшилася з 27,8% до 40,9%, і продовжила зростати до 56,9% у 2022 році.

За розглянутим періодом експорт України підлягав коливанням, але в цілому показував тенденцію до зростання. Агросектор має значний вплив на експорт України та загальний ВВП. Значна частка агросектору в експорті та ВВП свідчить про його важливість для економіки країни.

Важливим є розглянути структура експорту сільськогосподарської продукції України, оскільки вона є складною і динамічною, відображаючи різноманітність і потенціал аграрного сектору країни. Структура експорту сільськогосподарської продукції України підлягає змінам внаслідок глобальних тенденцій, ринкових умов та торговельних угод. Залежно від попиту на світовому ринку, країна може реорганізовувати свою виробничу структуру і пріоритети для задоволення попиту на певні види сільськогосподарських продуктів. Важливою метою аналізу структури експорту є виявлення потенційних ризиків і можливостей для розвитку сільськогосподарського сектору. При диверсифікації експортних продуктів та пошуку нових ринків, Україна може збільшити свою конкурентоспроможність і зайняти міцнішу позицію на світових ринках сільськогосподарської продукції.

Структуру сільськогосподарської продукції класифікується на чотири види товарів: I. Живі тварини; продукти тваринного походження (сюди входить живі тварини, м'ясо та їстівні субпродукти, риба і ракоподібні, молоко та молочні

продукти, яйця птиці; натуральний мед, інші продукти тваринного походження), II. Продукти рослинного походження (до даної класифікації відносять живі дерева та інші рослини, овочі, їстівні плоди та горіхи, кава, чай, зернові культури, продукція борошномельно-круп'яної промисловості, насіння і плоди олійних рослин, шелак природний, рослинні матеріали для виготовлення), III. Жири та олії тваринного або рослинного походження, IV. Готові харчові продукти (до даного виду входять продукти з м'яса, риби, цукор і кондитерські вироби з цукру, какао та продукти з нього, готові продукти із зерна, продукти переробки овочів, різні харчові продукти, алкогольні і безалкогольні напої та оцет, залишки і відходи харчової промисловості, тютюн і промислові замітники тютюну).

Товарна структура експорту сільськогосподарської продукції в Україні за період 2020-2022 років представлена у таблиці 2.1. Ці дані свідчать про зміни в товарній структурі експорту сільськогосподарської продукції в Україні протягом розглянутого періоду.

Таблиця 2.1 – Товарна структура експорту сільськогосподарської продукції в Україні за 2020-2022 рр, млн. дол. США.

Назва товару	2020		2021		2022		Відносне відхилення, %	
	млн. дол	%	млн. дол	%	млн. дол.	%	2021/2020	2022/2021
I. Живі тварини; продукти тваринного походження	1188,2	5,4	1345,2	4,9	1471,8	6,3	13,2	9,4
II. Продукти рослинного походження	11883,2	53,6	15538,1	56,1	13472,7	57,9	30,8	-13,3
III. Жири та олії тваринного або рослинного походження	5746,9	25,9	7037,2	25,4	5948,6	25,5	22,5	-15,5
IV. Готові харчові продукти	3361,1	15,2	3788,5	13,7	2496,9	10,7	12,7	-34,1
Усього	22161	100,0	27687	100	23288	100	24,9	-15,9

Складено за даними [16]

Загальний обсяг експорту сільськогосподарської продукції зріс з 22 161 млн. доларів у 2020 році до 27 687 млн. доларів у 2021 році, а потім зменшився до 23 288 млн. доларів у 2022 році.

За тримісячний період з 2020 по 2022 роки спостерігається стабільний ріст експорту категорії "Живі тварини". Відносне зростання експорту склало 13,2% між 2020 і 2021 роками та 9,4% між 2021 і 2022 роками.

Категорія "Продукти рослинного походження" має найбільший внесок у загальний обсяг експорту, становлячи відповідно 53,6% у 2020 році, 56,1% у 2021 році і 57,9% у 2022 році. Зміна в обсягах експорту цієї категорії становить 30,8% між 2020 і 2021 роками, але спостерігається зменшення на 13,3% між 2021 і 2022 роками.

"Жири та олії тваринного або рослинного походження" також має значний внесок у загальний обсяг експорту, складаючи відповідно 25,9% у 2020 році, 25,4% у 2021 році і 25,5% у 2022 році. Зміна в обсягах експорту цієї категорії становить 22,5% між 2020 і 2021 роками, але спостерігається зменшення на 15,5% між 2021 і 2022 роками. Україна виробляє значні обсяги соняшнику та сої, які використовуються як сировина для отримання олії. Олійні культури є високодохідними культурами, і їхні експортні обсяги також значно впливають на структуру експорту сільськогосподарської продукції.

Категорія "Готові харчові продукти" є найменшою за обсягом, але все ж має значний вплив на експорт, становлячи 15,2% у 2020 році, 13,7% у 2021 році і 10,7% у 2022 році. Зміна в обсягах експорту цієї категорії становить 12,7% між 2020 і 2021 роками, але спостерігається значне зменшення на 34,1% між 2021 і 2022 роками.

Аналіз показників таблиці 2.1 показав, що основу експорту сільськогосподарської продукції, становлять дві групи товарів: продукти рослинного походження й жири та олії тваринного або рослинного походження. Отже експорт зернових культур становить значну частку в загальному обсязі сільськогосподарського експорту України. Держава займає одне з провідних місць у світі з виробництва та експорту пшениці, кукурудзи, ячменю та інших зернових.

У таблиці 2.2 наведено продукцію, яка складає основну частину експорту. Досліджуванні дані наведені в проміжку по повномасштабного вторгнення 2019-2021 рр., оскільки за 2022 рік показники відсутні чи мають неточне значення.

Таблиця 2.2 – Експорт продукції рослинного походження за 2019-2021 рр, млн. дол. США.

Назва продукції	2019	2020	2021	Абсолютне відхилення, млн. дол		Відносне відхилення, %	
				2020/2019	2021/2020	2020/ 2019	2021/ 2020
Ячмінь	710,05	877,56	1172,98	167,509	295,418	23,6	33,7
Кукурудза	5218,27	4885,12	5854,58	-333,15	969,462	-6,4	19,8
Просо	15,33	29,37	45,71	14,041	16,336	91,6	55,6
Овес	2,31	3,29	4,08	0,982	0,793	42,5	24,1
Жито	3,85	2,56	22,75	-1,286	20,192	-33,4	786,6
Боби сої	1166,3	690,37	621,43	-476,017	-68,941	-40,8	-10,0
Насіння соняшника	34,57	65,17	39,94	30,601	-25,228	88,5	-38,7
Олія соняшника	4273,47	5319,87	6310,57	1046,404	990,695	24,5	18,6
Пшениця	3658,40	3594,21	4722,74	-64,185	1128,528	-1,8	31,4

Складено за даними [24]

Загальний обсяг експорту ячменю збільшився з 710,054 млн. доларів у 2019 році до 1172,981 млн. доларів у 2021 році. Це представляє зростання на 23,6% між 2019 і 2020 роками та на 33,7% між 2020 і 2021 роками. Такий позитивний тренд може бути пов'язаний із рекордним врожаєм даної культури.

Хоча експорт кукурудзи зазнав незначного зменшення на 6,4% між 2019 і 2020 роками, він відновився зі зростанням на 19,8% між 2020 і 2021 роками. Це може бути пов'язано зі збільшеним попитом на кукурудзу для використання у виробництві кормів та біопалива.

Експорт проса показав значний ріст, збільшившись на 91,6% між 2019 і 2020 роками і на 55,6% між 2020 і 2021 роками. Обсяг експорту овесу також зріс, хоча

менш значно, збільшившись на 42,5% між 2019 і 2020 роками і на 24,1% між 2020 і 2021 роками..

Видатне зростання експорту жита спостерігається між 2020 і 2021 роками, збільшившись на 786,6%..

Експорт бобів сої зазнав значного зменшення на 40,8% між 2019 і 2020 роками і на 10,0% між 2020 і 2021 роками.

Обсяг експорту насіння соняшника зріс на 88,5% між 2019 і 2020 роками, але зазнав зменшення на 38,7% між 2020 і 2021 роками. Це може бути пов'язано із непридатними кліматичними умовами, які стали причинною зменшення врожаю. Експорт олії соняшника показав стабільне зростання, збільшившись на 24,5% між 2019 і 2020 роками та на 18,6% між 2020 і 2021 роками.

Хоча експорт пшениці зазнав незначного зменшення на 1,8% між 2019 і 2020 роками, він показав зростання на 31,4% між 2020 і 2021 роками. Це може бути пов'язано зі змінами в світовому попиті на пшеницю та змінами у врожайності.

Експорт рослинницької продукції України має різний динаміку для різних культур. Деякі продукти, такі як ячмінь, просо та олія соняшника, показують стійкий ріст, тоді як інші, такі як кукурудза та боби сої, можуть зазнавати коливань в залежності від світового попиту та врожайності.

Протягом періоду 2019-2021 рр, незважаючи на мінливу динаміку кожного продукту, п'ятірка лідерів, які складають основну частку в експорті є незмінною. Отже, найбільшу виручку отримали від експортування олії соняшникової, кукурудзи, пшениця, ячмінь та соєві боби.

Обсяг експорту олії соняшника має дуже непостійну динаміку (див. рис. 2.3). Протягом розглянутого періоду. Обсяг експорту олії соняшника зростав з 3614 тис. тонн у 2012 році до 6861 тис. тонн у 2020 році, але зменшився до 5161 тис. тонн у 2021 році. Показник у 2020 році набуває свого максимального значення, проте у 2021 році відбулося різке зниження обсягів експорту (на 1700 тис тонн), показник опустився до рівня 2016 року. Проте, як видно по лінії тренду, динаміка має позитивний характер.

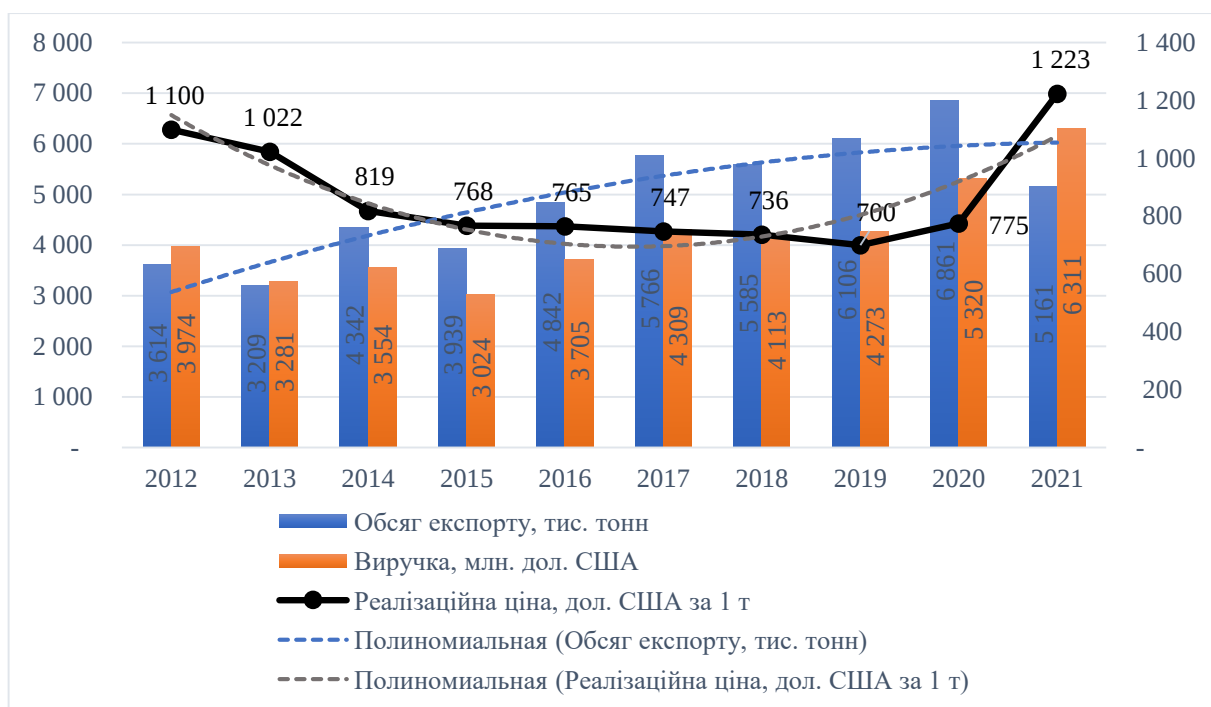


Рисунок 2.3 – Динаміка обсягу, виручки, реалізаційної ціни експорту олії соняшника за 2012-2021 рр.

Складено за даними [24; 25]

У 2012 по 2014 роки спостерігалось різке зниження реалізаційної ціни, з 1 100 доларів США за 1 тонну у 2012 році до 819 доларів США за 1 тонну у 2014 році. З 2014 по 2018 роки реалізаційна ціна трималася на відносно низькому рівні, коливаючись навколо 700-800 доларів США за 1 тонну. З 2019 року реалізаційна ціна почала зростати і досягла свого максимального значення у 2021 році (1 223 доларів США за 1 тонну).

Щодо виручки, то починаючи з 2015 року цей показник виріс із 3 024 млн. дол. США до 6 311 млн. дол. США, що є рекордним значенням протягом досліджуваного періоду. Такий різкий скачок показника починається з 2020 роком, саме в цей рік раптово зросла ціна, після шести років плавного падіння показника, а в 2021 році він виріс майже в двічі в порівнянні з попереднім роком. Можна прослідкувати залежність, як в період зниження реалізаційної ціни 2016-2019 рр, виручка продовжувала залишатися у межах 4 000 млн. дол. США, в загальному ситуація протягом цього періоду виглядає доволі стабільно.

В 2021 році Україна посіла перше місце серед експортерів олії соняшника, до п'ятірки лідерів входить Росія, Нідерланди, Турція та Болгарія. Експорт здійснюється в різні частини світу, в основному це країни Азії, експорт в європейські країни є меншим [24].

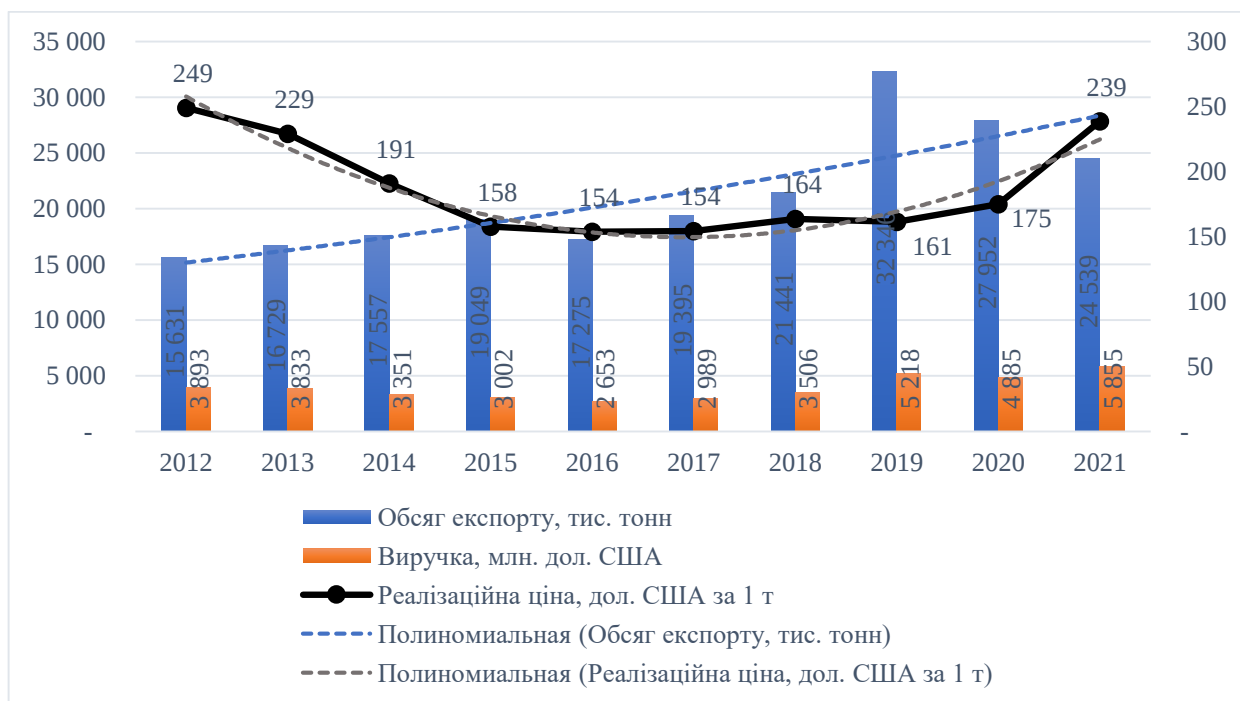


Рисунок 2.3 – Динаміка обсягу, виручки, реалізаційної ціни експорту кукурудзи за 2012-2021 рр.

Складено за даними [24; 25]

Обсяг експорту зерна кукурудзи показує зростання протягом багатьох років, починаючи з 15631 тис. тонн у 2012 році і досягаючи піку в 32346 тис. тонн у 2019 році. Після 2019 року обсяг експорту зменшився, скорочуючись до 24539 тис. тонн у 2021 році.

Реалізаційна ціна за 1 тону зерна кукурудзи також показує коливання. Вона знижувалась з 189,6 дол. США у 2012 році до найнижчого рівня в 136 дол. США у 2015 році, а потім знову підвищувалась до 228,9 дол. США у 2021 році, в цей рік був різкий скачок показника і він становить максимальне значення в даному періоді.

Виручка від експорту зерна кукурудзи також відображає коливання. Вона змінилась від 2 653 млн. дол. США у 2016 році до найвищого рівня в 5 218 млн.

дол. США у 2019 році. Динаміка виручки повністю повторює динаміку реалізаційної ціни і має спадну тенденцію, оскільки збільшення обсягів самої продукції не змогли компенсувати раптове зниження ціни. У 2021 році виручка становила 5 855 млн. дол. США і є максимальним значенням протягом 2012-2021 рр.

У 2021 році Україна разом із Великобританією, Аргентиною, Бразилією та Румунією, складають п'ятірку найбільших експортерів зерна кукурудзи, Україна посіла третє місце. Україна експортує кукурудзу до таких країн: Китай (32%), Іспанія (9,94%), Нідерланди (8,98%), Єгипет (8,92%), Іран (7,48%) [24].

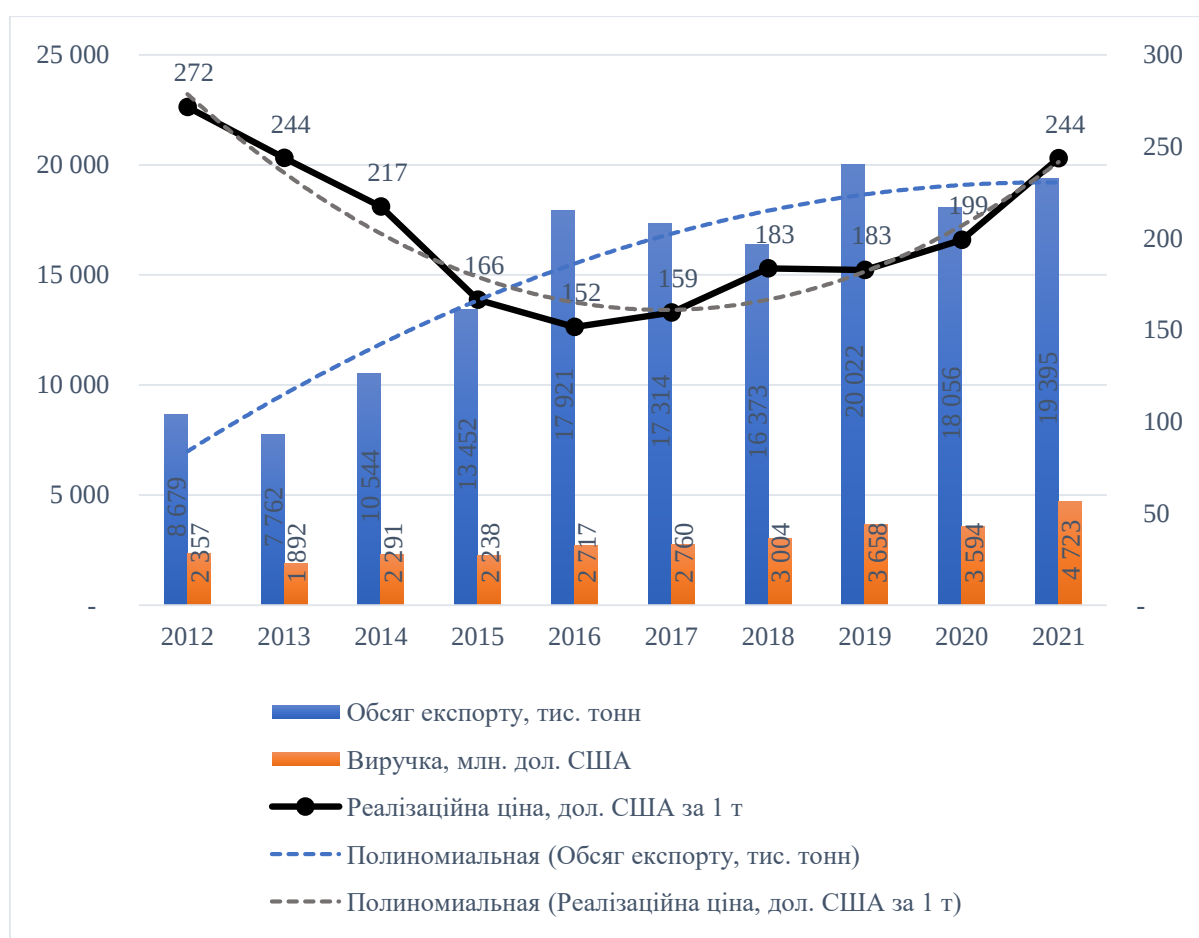


Рисунок 2.4 – Динаміка обсягу, виручки, реалізаційної ціни експорту пшениці за 2012-2021 рр.

Складено за даними [24; 25]

Обсяг експорту пшениці показує зростання протягом деяких років, починаючи з 8679 тис. тонн у 2012 році і досягаючи піку в 20022 тис. тонн у 2019 році. Після 2019 року обсяг експорту пшениці зменшився до 18056 тис. тонн у 2020

році, а потім знову зріс до 19395 тис. тонн у 2021 році. Реалізаційна ціна за 1 тону пшениці показує коливання. Вона знижувалась з 194 дол. США у 2012 році до найнижчого рівня в 128 дол. США у 2015 році, а потім швидкими темпами дійшла до помітки у 235,8 дол. США у 2021 році.

Виручка від експорту пшениці також коливається. Вона змінилась від 2,357 млн. дол. США у 2012 році до найвищого рівня в 4,723 млн. дол. США у 2021 році, після 2015 року показник має зростаючу тенденцію, окрім 2020 року, де показник дещо знизився в порівнянні з 2019 та різко збільшився в порівнянні з 2021 рр. В загальному коливання обсягів експорту та ціни реалізації компенсували один одного, тому й маємо позитивну динаміку виручки від експорту пшениці.

У 2021 році Україна замикає п'ятірку країн, які є лідерами по експорту пшениці. Разом з Україною у цьому списку Росія, Австралія, Великобританія, Канада. Україна експортує пшеницю до країн Азії та Африки: Єгипет (14,5%), Індонезія (10,9%), Пакистан (10,1%), Нігерія (8,35%), Ефіопія (7,49%), Турція (6,57%), Саудівська Аравія (5,16%) [24].

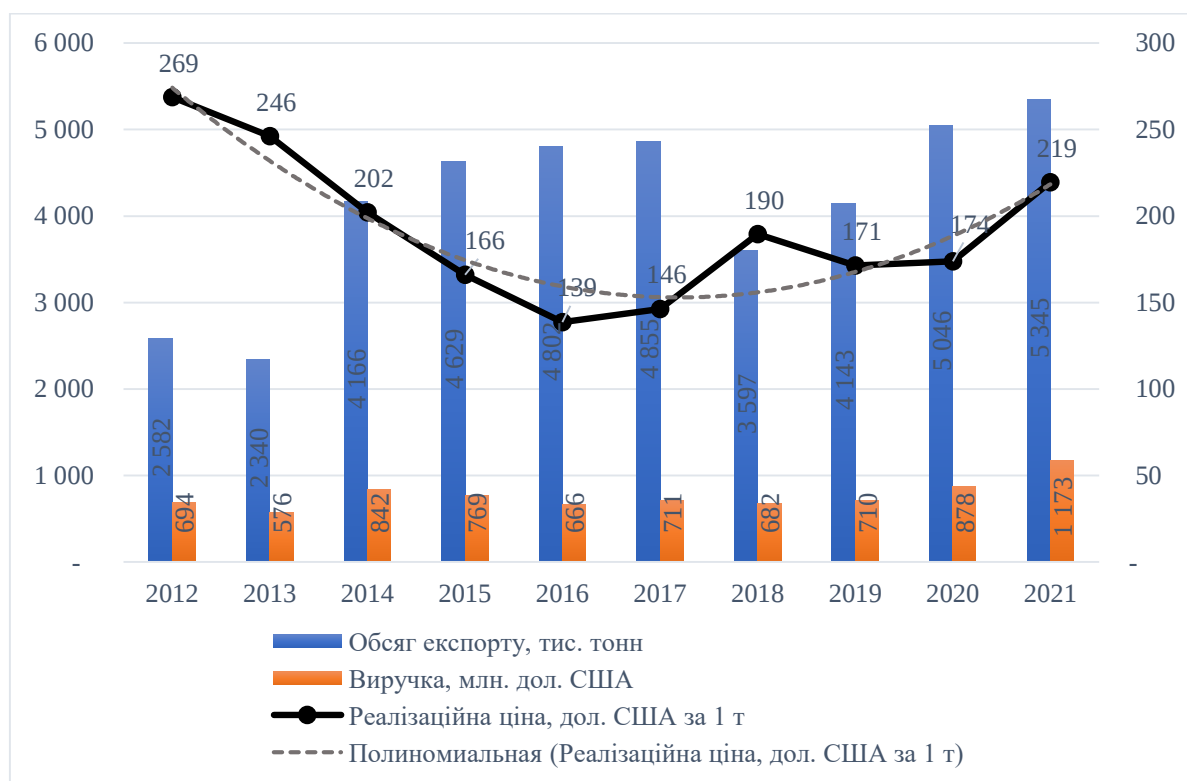


Рисунок 2.5 – Динаміка обсягу, виручки, реалізаційної ціни експорту ячменю за 2012-2021 рр.

Складено за даними [24; 25]

Обсяг експорту ячменю показує зростання з 2582 тис. тонн у 2012 році до 4 855 тис. тонн у 2017 році. Далі у 2018 році відбувся спад до 3597 тис. тонн, але вже наступного року ситуація змінилася і показник набув позитивної тенденції, тому у 2021 році він становить 5 345 тис. тонн і є максимальним значенням протягом досліджуваного періоду.

Реалізаційна ціна за 1 тону ячменю також показує коливання. Вона знижувалась з 269 дол. США у 2012 році до найнижчого рівня в 139 дол. США у 2016 році, а потім знову збільшувалась до 219 дол. США у 2021 році.

Виручка від експорту ячменю також коливається. Вона змінилась від 694 млн. дол. США у 2012 році до найвищого рівня в 1,173 млн. дол. США у 2021 році.

У 2021 році Україна посіла третє місце серед країн експортерів ячменю, разом з нею до п'ятірки входить Австрація, Франція, Росія, Канада. Основні споживачі українського ячменю є країни Азії: Китай (52,6%), Турція (15,8%), Саудівська Аравія (6,16%), Туніс (5,28%), Лівія (5,13%), Йордан (3,78%) [24].

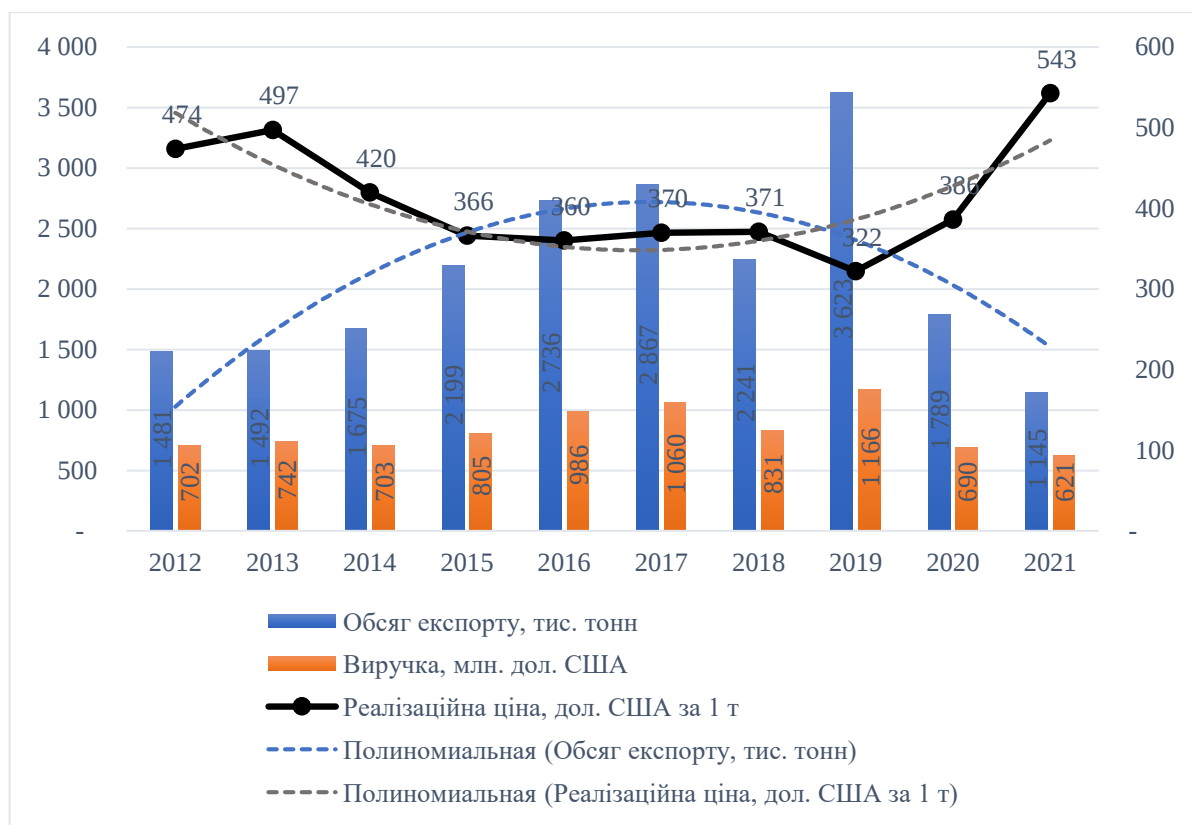


Рисунок 2.6 – Динаміка обсягу, виручки, реалізаційної ціни експорту насіння соєвих бобів за 2012-2021 рр.

Складено за даними [24; 25]

Обсяг експорту насіння сої показує зростання з 1,481 тис. тонн у 2012 році до 2867 тис. тонн у 2017 році, а потім спостерігається деяке зниження до 1145 тис. тонн у 2021 році. Найвищий обсяг експорту був досягнутий у 2019 році з обсягом 3 623 тис. тонн насіння сої. Показник за 2021 рік є найнижчим протягом досліджуваного періоду.

Реалізаційна ціна за 1 тону насіння сої коливається протягом розглянутого періоду. Вона змінилась від 428,2 дол. США у 2012 році до найвищого рівня в 567,5 дол. США у 2021 році.

Виручка від експорту насіння сої також коливається. Вона змінилась від 702 млн. дол. США у 2012 році до найвищого рівня в 1 166 млн. дол. США у 2019 році, а потім знизилась до 621 млн. дол. США у 2021 році. Причиною такої виручки є незначний обсяг продукції, який поставляється на експорт.

Країни, які імпортують українські насіння соєвих бобів: Турція (25,3%), Білорусь (18,2%), Нідерланди (12,9%), Італія (9,8%), Великобританія (6,17%), Німеччина (5,03%), Єгипет (4,11%) [24].

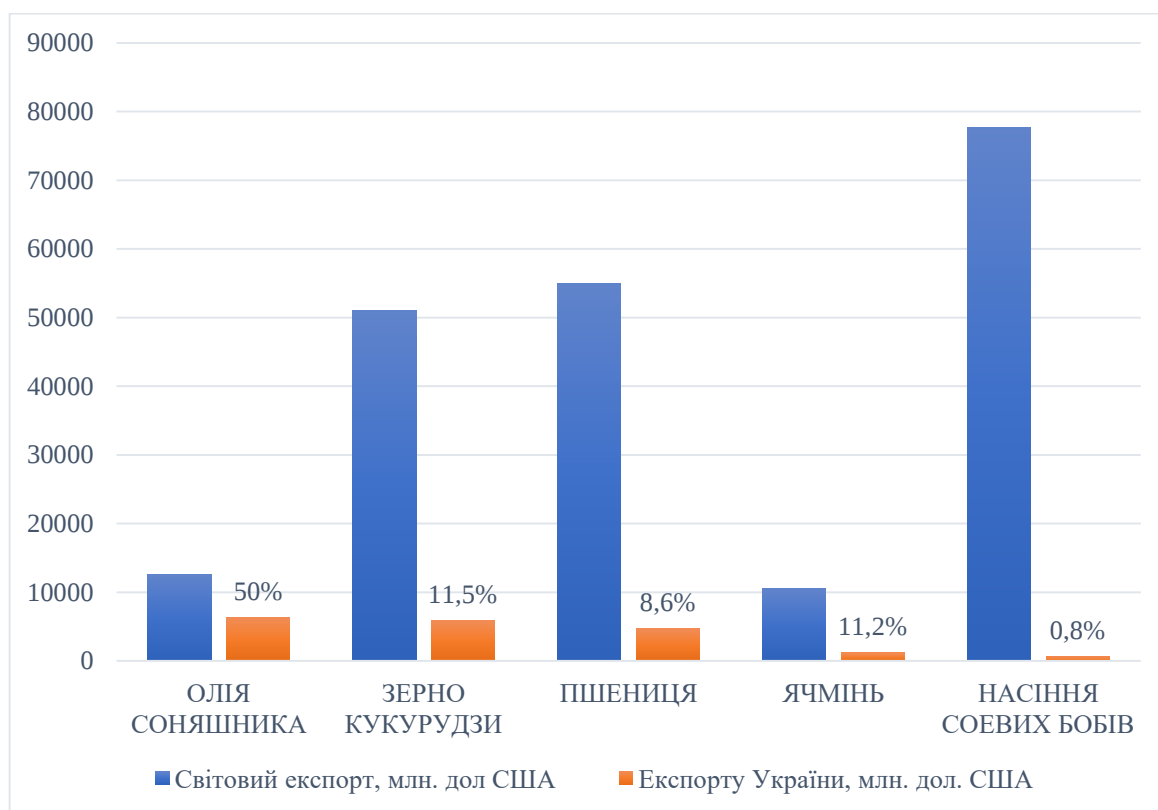


Рисунок 2.7 – Частка експорту української продукції до світової у 2021 році.

Складено за даними [24; 25]

Частка експорту України в світовому експорті олії соняшника коливалася від 48,2% в 2019 році до 52,1% в 2020 році, а в 2021 році знову знизилася до 50%. В світовому експорті зерна кукурудзи частка експорту України становила 10% в 2017 році, досягла максимального значення 14,6% в 2019 році, але знизилася до 11,5% в 2021 році. Для пшениці показник коливався від 7,1% в 2017 році до 9,1% в 2019 році, а в 2021 році становив 8,6%. Частка експорту України в світовому експорті ячменю коливалася від 8,9% в 2018 році до 11,8% в 2020 році, а в 2021 році становила 11,2%. У світовому експорті насіння сої показник знижувався з 1,82% в 2017 році до 0,80% в 2021 році.

Загалом можна сказати, що Україна є важливим гравцем на світовому ринку експорту олії соняшника, зерна кукурудзи, пшениці та ячменю. Протягом останніх п'яти років, загалом, спостерігається тенденція зростання експорту цих продуктів як на світовому рівні, так і з боку України. Однак, частка експорту України в світовому обсязі залежно від продукту може коливатися, показуючи різні тенденції.

Виготовленням, обробкою та самим експортом сільськогосподарської продукції в Україні належить недержавним підприємствам. Агрохолдинги належать до найбільших учасників сільськогосподарського ринку України, і їх роль має величезне значення. Вони є головним джерелом ВВП країни, забезпечують значну кількість робочих місць і мають вплив на ціни продуктів харчування. Фактично, 40% експорту країни становить сільськогосподарська продукція, яку виробляють саме агрохолдинги та фермерські підприємства.

В Україні є кілька великих агрохолдингів, які розвивають вагому роль у сільськогосподарському секторі країни. Серед них заслуговують на визнання такі корпорації, як Нібулон, Миронівський Хлібопродукт, УкрЛандФармінг, Кернел, Сварог Вест Груп, Астарта та інші.

Нібулон є одним із найбільших агрохолдингів України, володіючи понад 82 тис. га земельного фонду. Холдинг завжди є серед лідерів експорту різних сільськогосподарських культур. Крім того, Нібулон має власний торговий флот та портово-перевалкові комунікації, що сприяють його діяльності.

Миронівський Хлібопродукт відомий як один із найбільших переробників м'ясопродуктів та виробників комбікормів в Україні. Крім того, він є найбільшим виробником та експортером курятини в країні. Площа землі, що підлягає обробці компанії, коштує близько 370 тис. га.

УкрЛандФармінг є найбільшим виробником яловичини в Україні. Крім того, компанія займається вирощуванням зернових культур та цукрового буряка, який вона також переробляє. Загалом, УкрЛандФармінг обробляє 654 тис. га землі та володіє основним пакетом акцій агрохолдингу "Авангард".

Кернел є провідним виробником та експортером соняшникової олії та соняшнику. Земельний фонд компанії становить 575 тис. га, переважно з чорнозему. Ядро продовжує активно розвиватися і розширювати свої виробничі потужності.

Сварог Вест Груп відрізняється тим, що холдинг постійно розвивається у всіх сферах сільського господарства. Спеціалісти компанії впроваджують новітні ІТ-технології та вдосконалюють систему точного землеробства.

Астарта-Київ займає лідируючі позиції серед виробників цукру та молока. Холдинг має розвинений комплекс тваринництва та займається переробкою сільськогосподарської продукції. Кількість землі, що належить компанії, становить 260 тис. га.

Ці агрохолдинги мають ключове значення для економіки України. Вони впливають на ціни на продукти харчування, є основними експортерами сільськогосподарської продукції, вносять значний вклад у ВВП країни, створюють нові робочі місця та сприяють впровадженню інновацій у сільському господарстві та точному землеробстві.

2.2 Побудова економіко-математичної моделі для діагностики експорту

Наразі експорт сільськогосподарської продукції перебуває в дуже хиткому становищі, оскільки війна досі триває і кожного дня можуть виникнути певні чинники, які суттєво впливатимуть на експортну діяльність країни. Але при тих

умовах, у яких наразі знаходиться економіка України, важливо прогнозувати майбутні показники експортної діяльності. Це є важливим для сільськогосподарських підприємств, оскільки їм необхідно планувати свою виробничу діяльність. Це дозволяє ефективно використовувати ресурси, забезпечувати стабільність виробництва і збалансоване постачання продукції на ринок.

Також прогнозування експорту допомагає визначити потенційні ринки збуту для сільськогосподарської продукції. Воно дозволяє виявити тенденції та зміни в попиті на різні види продукції, споживацькі пріоритети ринків, перспективи розвитку і конкуренцію. Прогноз експорту допомагає підприємствам розробляти довгострокові стратегії розвитку. Він враховує потенційний попит на продукцію, тенденції ринку, конкурентну ситуацію, технологічні інновації та інші фактори, що впливають на експорт. Це дозволяє планувати розвиток нових ринків, впровадження нових технологій та покращення конкурентоспроможності.

В загальному, оскільки експорт сільськогосподарської продукції в даний період є найбільшою підтримкою економіки, необхідно дослідити ретельно дослідити фактори впливу та, відповідно, отримати прогнозовані дані за експортом.

З вище зазначеного аналізу експортної діяльності України, вияви один негативний чинник, який на початку війни спровокував кризову ситуацію – це блокування морського шляху. Тому, є важливим врахувати цей фактор, оскільки морські перевезення відіграють важливу роль в логістиці, а й відповідно у збуті експорту сільськогосподарської продукції.

Оскільки експорт, як економічний процес, змінюється під впливом багатьох різноманітних. Для дослідження експорту сільськогосподарської продукції використовуватиме лінійну багатофакторну модель.

На рисунку 2.8 зображена динаміка експорту сільськогосподарської продукції протягом 2012-2022 рр. Необхідно дослідити тенденцію реальних даних, для побудови прогнозуючих.

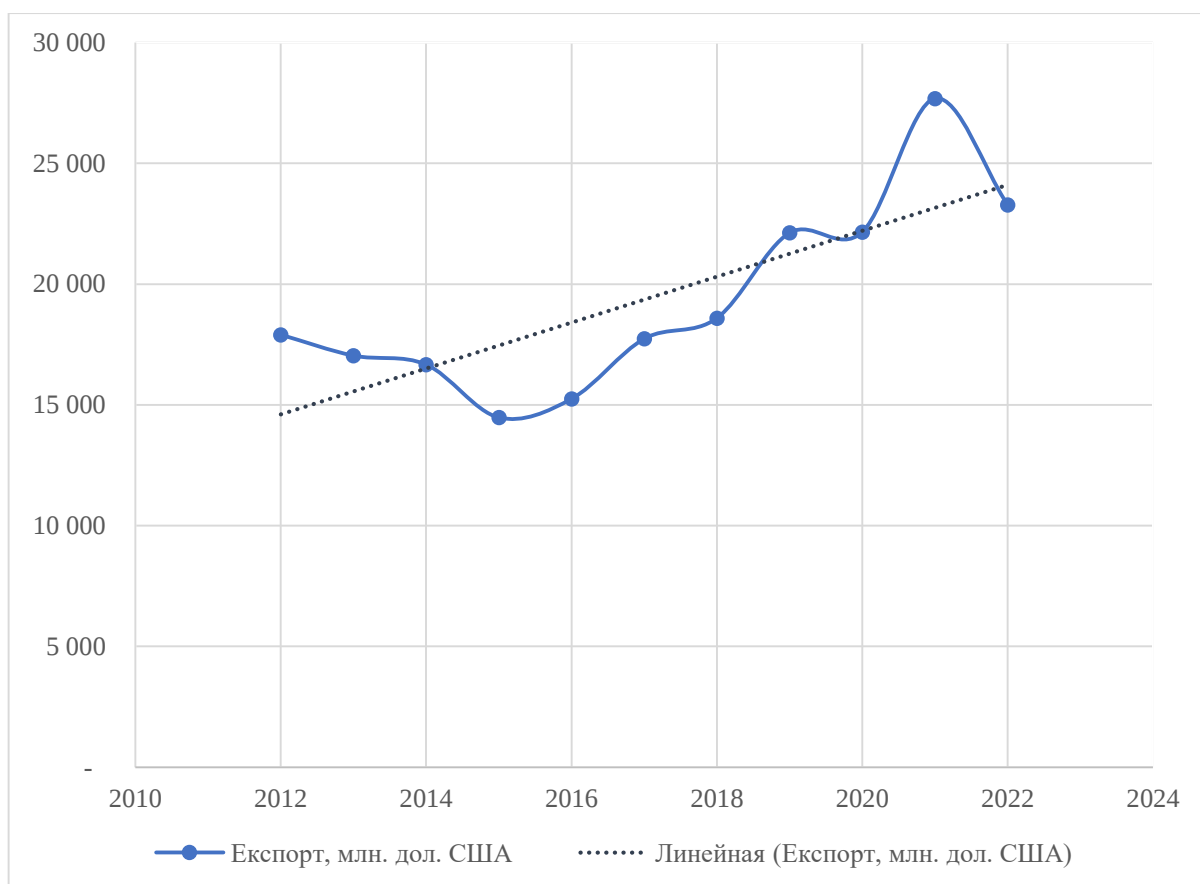


Рисунок 2.8 – Динаміка експорту сільськогосподарської продукції України за 2012-2022 рр, млн. дол. США.

Складено за даними [24]

Як бачемо показник має зростаючу тенденцію. Після кризи 2014 року, експорт сільськогосподарської продукції щороку збільшував свою потужність. У 2022 році показник різко знизився через війну на території України. Так сталося, що 2021 рік є рекордним, але якщо порівняти показник до інших років, то бачемо, що експорт у 2022 році має непогані результати, навіть вищі ніж у довоєнний час.

Для опису експорту сільськогосподарської продукції візьмемо такі фактори залежності: ВВП, прямі інвестиції в Україну, обмінний курс долара, індекс споживчих цін.

Рівень ВВП країни впливає на експорт. Зростання ВВП може супроводжуватися покращенням життєвого рівня населення, збільшенням споживчої платоспроможності та зростанням попиту на продукти харчування, збільшенням виробничої спроможності сільськогосподарських підприємств. Спадаюча тенденція ВВП буде здійснювати негативний вплив.

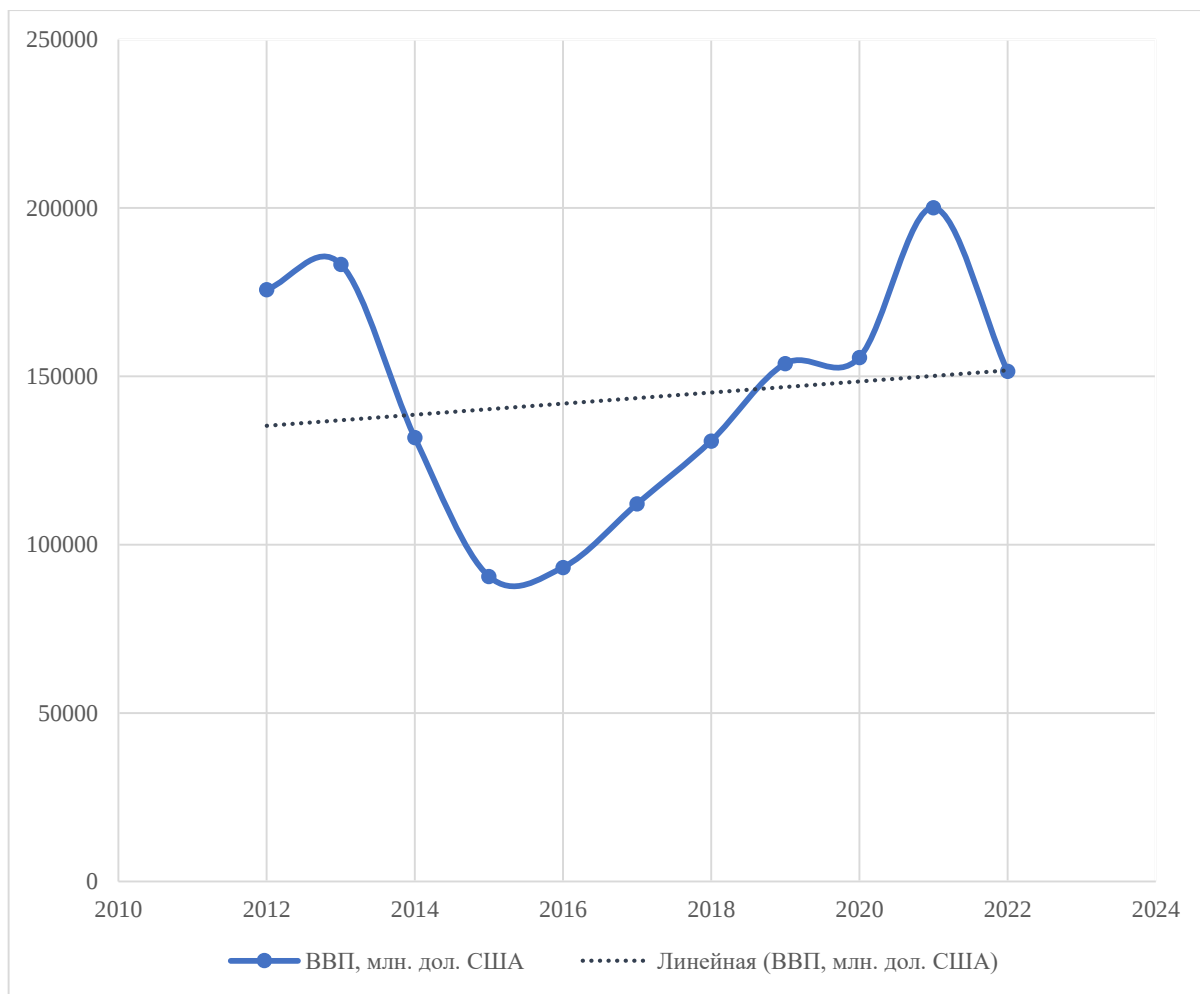


Рисунок 2.9 – Динаміка ВВП України за 2012-2022 рр, млн. дол. США.

Складено за даними [26]

На рисунку 2.9 зображена динаміка ВВП України протягом 2012-2022 року. Як ми може побачити тенденція є зростаючою. Графіки експорту сільськогосподарської продукції та ВВП маю схожу динаміку, що доводить про взаємозалежність цих показників.

Прямі інвестиції в сільське господарство можуть позитивно впливати на експорт сільськогосподарської продукції. Інвестиції сприяють розвитку сільського господарства, підвищенню виробництва, покращенню якості продукції та її конкурентоспроможності на світовому ринку. Іноземні інвестиції можуть також сприяти модернізації інфраструктури та підвищенню технологічного рівня, що сприяє зростанню обсягів та якості експорту.

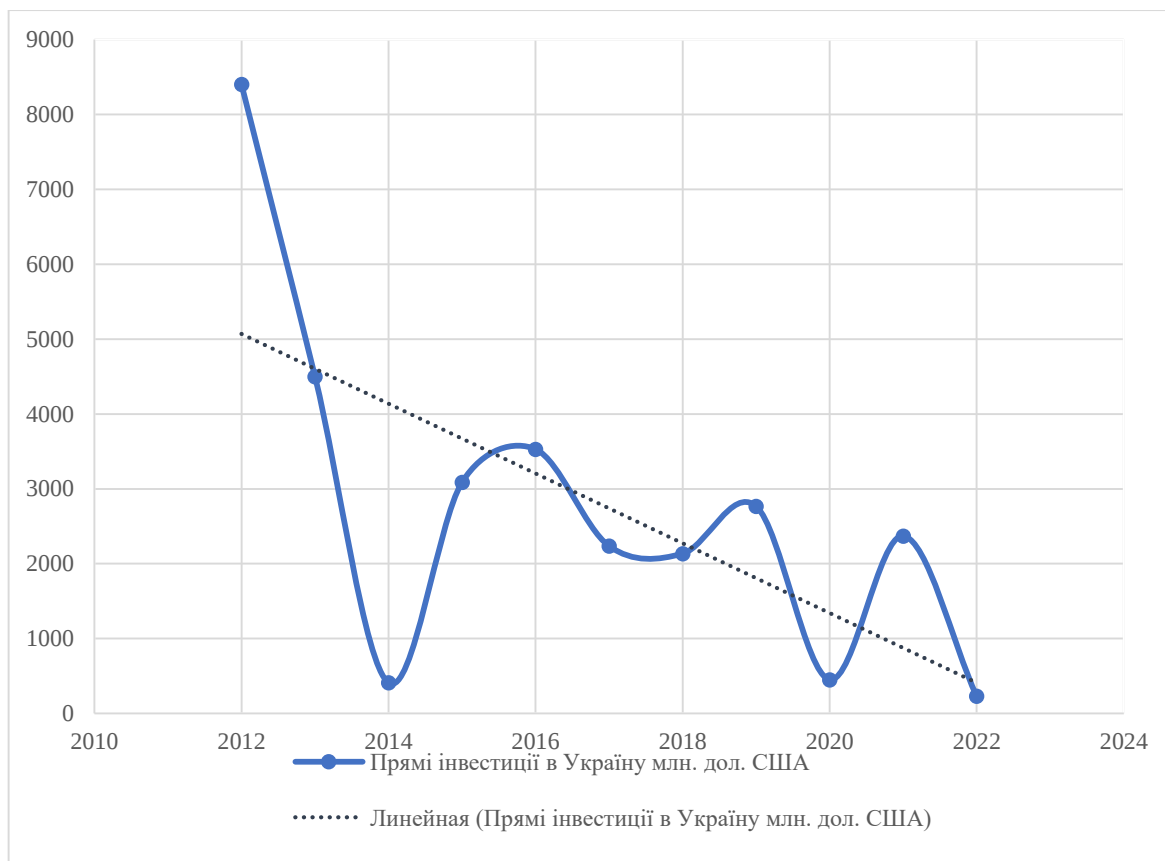


Рисунок 2.10 – Динаміка прямих інвестицій в Україну за 2012-2022 рр, млн. дол. США.

Складено за даними [26]

Отже, на рисунку 2.10 бачимо спадну тенденцію для показника прямих інвестицій в Україну, що може здійснювати негативний вплив для сільськогосподарських підприємств. Також показник є дуже непостійним, зниження китичне зниження відбувалося в кризові періоди: 2014 рік під час нестабільної політичної ситуації, 2020 рік – під час пандемії, 2022 рік – під час повномасштабного вторгнення.

Курс долара впливає на конкурентоспроможність сільськогосподарської продукції на світовому ринку. Якщо курс долара високий порівняно з іншими валютами, експорт сільськогосподарської продукції може стати менш вигідним, оскільки ціни на продукцію можуть бути вищими для іноземних покупців. Зворотна ситуація спостерігається, коли курс долара слабкий – це може зробити сільськогосподарську продукцію більш привабливою для експорту.

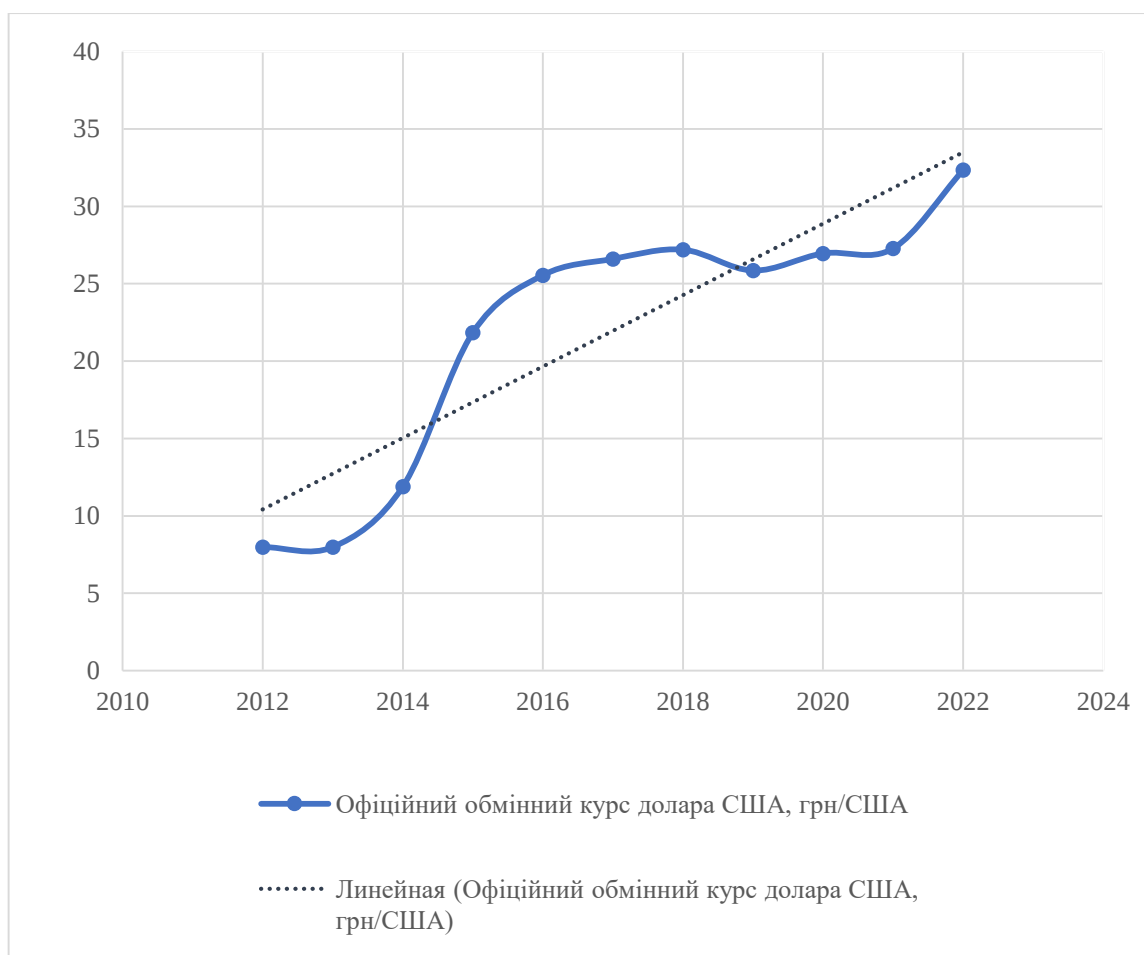


Рисунок 2.11– Динаміка обміну курсу долара України за 2012-2022 рр, грн/США.

Складено за даними [23]

Бачемо також зростаючу тенденцію, що свідчить про нестабільність економіки. Показник сильно виріс між 2014-2015 рр, під час кризи. Далі з 2016-2018 рр вдалося врегулювати показник, а в 2019 році курс долара знизився. Наразі показник набуває максимального значення.

Індекс споживчих цін впливає на попит на сільськогосподарську продукцію. Зростання цін на споживчому ринку може призвести до збільшення експорту, оскільки зовнішні покупці можуть шукати дешевші альтернативи в інших країнах. Зменшення цін може знизити попит на експортну продукцію. Тому розуміння та прогнозування змін у споживчих цінах є важливим для ефективного планування експортних операцій.

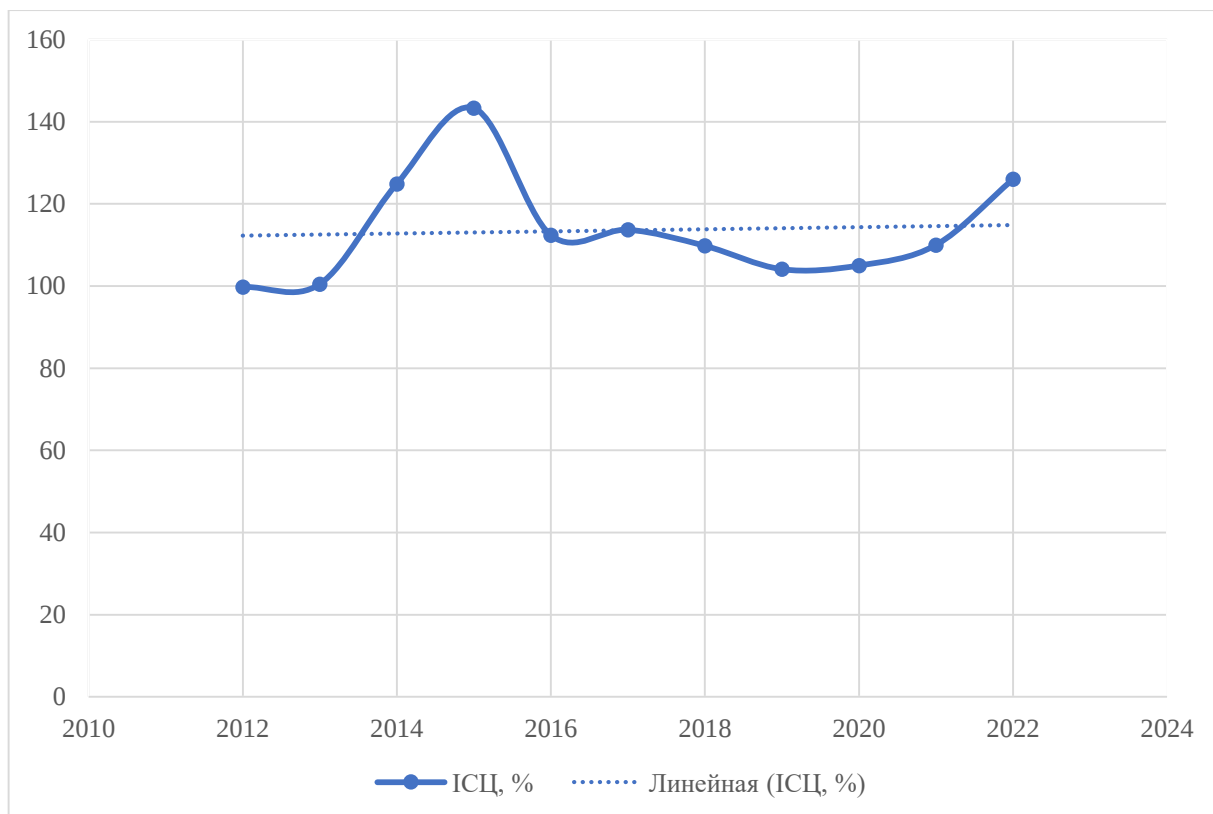


Рисунок 2.12 – Динаміка ІСЦ України за 2012-2022 рр, %.

Складено за даними [16]

Рисунок 2.12, показник індексу споживчих цін має дещо зростаючу тенденцію. Після різкого росту показника в 2013-2015 рр., відбувалося його зниження до 2019 року. Балі показник почав щороку зростати і в 2022 році, він значно збільшився.

Визначивши фактори впливу на експорт сільськогосподарської продукції, побудуємо лінійну багатокритеріальну модель [27].

Якщо змінна y залежить від незалежних змінних $x_1, x_2, \dots, x_m$ і зв'язок між ними лінійний, то економетрична модель матиме вигляд:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_{m-1}, u). \quad (2.1)$$

«Канонічна» загальна лінійна багатокритеріальна регресійна модель може бути специфікована у наступній формі:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_mx_m + u, \quad (2.2)$$

де y – залежна змінна (експорт сільськогосподарської продукції);

$x_1, x_2, \dots, x_m$ – незалежні змінні (ВВП, прямі інвестиції в Україну, обмінний курс долара, індекс споживчих цін);

$a_0, a_1, \dots, a_m$ – невідомі детерміновані параметри;

u – випадкова складова збурення, $u = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$.

Оціночне рівняння для даної моделі таке:

$$\hat{y} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 x_1 + \hat{a}_2 x_2 + \dots + \hat{a}_m x_m, \quad (2.3)$$

де $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \hat{a}_2, \dots, \hat{a}_m$ – оцінки невідомих параметрів $a_0, a_1, \dots, a_m$.

Лінійну багатofакторну модель розглядатимемо за допомогою теорії матриць. Тоді модель для кожного окремого спостереження матиме вигляд:

$$y_i = a_0 + a_1 x_{1i} + a_2 x_{2i} + \dots + a_m x_{mi} + u_i, \quad (2.4)$$

де y_i – i -е значення залежної змінної;

x_{ij} – i -е значення незалежної змінної;

$a_0, a_1, \dots, a_m$ – невідомі детерміновані параметри;

u_i – i -е значення випадкової змінної.

Матрична форма має такий вигляд:

$$Y = Xa + U, \quad (2.5)$$

де $Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix}$ – вектор спостережень за залежною змінною y ;

$X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \dots & x_{m1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \dots & x_{m2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$ – матриця спостережень за m змінними $x_1, \dots, x_m$;

$a = \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ \dots \\ a_m \end{bmatrix}$ – вектор невідомих параметрів;

$U = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \dots \\ u_n \end{bmatrix}$ – вектор випадкової величини.

Отримуємо:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \dots & x_{m1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \dots & x_{m2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ \dots \\ a_m \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \dots \\ u_n \end{bmatrix}. \quad (2.6)$$

Щоб отримати оцінки параметрів a , можемо представити економетричну модель у вигляді матриці:

$$Y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{bmatrix} - \text{вектор розрахункових значень};$$

$$\hat{a} = \begin{bmatrix} \hat{a}_0 \\ \hat{a}_1 \\ \dots \\ \hat{a}_m \end{bmatrix} - \text{вектор оцінок параметрів};$$

$$U = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \dots \\ u_n \end{bmatrix} - \text{вектор відхилень фактичних даних від розрахункових}.$$

Лінійна багатофакторна економетрична модель має вигляд:

$$\hat{Y} = X\hat{a} + U. \quad (2.7)$$

Методом найменших квадратів знаходиться вектор оцінок параметрів шляхом мінімізації суми квадратів залишків:

$$\sum_{i=1}^n u_i' u_i = Y'Y - 2\hat{a}'X'Y + \hat{a}'X'X\hat{a} \rightarrow \min. \quad (2.8)$$

Таким чином отримуємо значення рівняння для знаходження невідомих параметрів:

$$\hat{a} = (X'X)^{-1}X'Y. \quad (2.9)$$

де $\hat{a}$ – випадкова функція оцінювання параметрів, тому важливо знати дисперсію та кореляцію.

У економетричній моделі, де Y є залежною випадковою змінною, а U – вектором випадкових змінних, оцінка параметрів моделі $\hat{a}$ також є випадковою функцією оцінювання. Тому для оцінки характеристик $\hat{a}$, потрібно знайти та проаналізувати математичне сподівання, дисперсія та коваріація. Знання математичного сподівання, дисперсії та коваріації дозволяє нам отримати важливу

інформацію про розподіл даних, характер їх взаємозв'язку та ризики, пов'язані з випадковими змінними.

Дисперсійно-коваріаційна матриця є квадратною матрицею, яка містить дисперсії та коваріації між парами змінних. У дисперсійно-коваріаційній матриці, елемент на перетині рядка і стовпця відповідає коваріації між двома змінними, якщо індекси рядка і стовпця відповідають цим змінним. Для того, щоб знайти дисперсійно-коваріаційну матрицю, варто скористуватися наступною формулою:

$$\text{var}(\hat{a}) = \hat{\sigma}_u^2 (X'X)^{-1}, \quad (2.10)$$

де $\hat{\sigma}_u^2$ – оцінена дисперсія випадкової величини.

Дисперсія вимірює розкид даних навколо їх математичного сподівання. Вона показує, наскільки далеко значення випадкової змінної розташовані від свого середнього значення. Вона визначається за формулою:

$$\hat{\sigma}_u^2 = \frac{\sum_{i=1}^n u_i^2}{n-m-1}. \quad (2.11)$$

Коефіцієнт парної кореляції між змінними x_k і x_j ; можна визначити за формулою:

$$r_{x_k x_j} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{ki} - \bar{x}_k)(x_{ji} - \bar{x}_j)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{ki} - \bar{x}_k)^2 \cdot \sum_{i=1}^n (x_{ji} - \bar{x}_j)^2}}. \quad (2.12)$$

Таким чином ми знаходимо коефіцієнт парної кореляції, а отже далі можемо розрахувати коефіцієнт детермінації по формулі:

$$R^2 = \frac{r_{y x_1}^2 + r_{y x_2}^2 - 2r_{y x_1} \cdot r_{y x_2} \cdot r_{x_1 x_2}}{1 - r_{x_1 x_2}^2}. \quad (2.13)$$

Значимість коефіцієнта множинної кореляції можна визначити шляхом проведення процедури перевірки значущості коефіцієнта детермінації, оскільки ці дві характеристики взаємопов'язані:

$$R = \sqrt{R^2}. \quad (2.14)$$

Для оцінки відповідності економетричної моделі реальній дійсності використовують аналогічний підхід, як у лінійній моделі з однією пояснюючою змінною. Для цього часто використовується критерій Фішера, також відомий як F-критерій:

$$F = \frac{(n-m-1)R^2}{(m-R^2)}. \quad (2.15)$$

Багатофакторна модель використовується для аналізу та вивчення взаємодії між факторами, що впливають на певне явище. Основна ціль такої моделі полягає в поясненні залежностей та встановленні суттєвих факторів та їх взаємодії на залежну змінну. За допомогою багатофакторної моделі можна прогнозувати майбутні значення залежної змінної на основі наявних даних та варіацій у факторах. Крім того, така модель допомагає визначити вагомість факторів, встановити найбільш впливові та приймати обґрунтовані рішення для оптимізації результатів. Незвичайні зв'язки та взаємодію між факторами, які може виявити багатофакторна модель, сприяють глибшому розумінню складних систем та процесів.

У моделі Кейнса експорт є важливою складовою економічної активності країни. Згідно з цією моделлю, обсяг експорту залежить від різних факторів, таких як загальний рівень економічного розвитку, внутрішнє споживання, обсяг інвестицій, курс валют, рівень конкурентоспроможності та зовнішні економічні чинники. Використовуючи цю модель, економісти та аналітики можуть прогнозувати та аналізувати зміни в обсягах експорту країни, враховуючи вплив цих факторів. Це дозволяє урядам, бізнесу та іншим зацікавленим сторонам краще розуміти та планувати розвиток зовнішньоекономічних відносин.

У подальшому розглянемо конкретну побудову моделі Кейнса [28] та запишемо загальну формулу в такому вигляді:

$$Y(t) = GDP(t) + I(t) + USD(t) + I_p(t), \quad (2.16)$$

де $GDP(t)$ – це розмір валового внутрішнього продукту за роками, в млн. дол.;

$I(t)$ – розмір прямих інвестицій в Україну, млн. дол.;

$USD(t)$ – Офіційний обмінний курс долара;

$I_p(t)$ – індекс споживчих цін за роками.

У моделі Кейнса використовується поняття "експортного попиту", яке відображає співвідношення між обсягом експорту і внутрішнім валовим продуктом (ВВП) країни. Цей показник визначає, яку частку ВВП становить експорт і дає

уявлення про значимість експорту для економіки. Чим вище відношення експорту до ВВП, тим більша роль експорту в економічній діяльності країни.

Залежно від рівня експортного попиту можна зробити висновки про сильність або слабкість експортного сектору: високий рівень експортного попиту свідчить про сильну позицію експортного сектору, його конкурентоспроможність і спроможність привертати замовлення з-за кордону; низький рівень експортного попиту може вказувати на проблеми у зовнішній торгівлі та потребу вдосконалення конкурентних переваг.

Дану залежність можна виразити формулою:

$$GDP(t) = B * Y'(t), \quad (2.17)$$

де B – коефіцієнт, що відображає відношення між експортом і внутрішнім валовим продуктом (ВВП) країни;

В модель закладемо залежність розміру інвестицій в країну від розміру експорту:

$$I(t) = aY(t) + b, \quad (2.18)$$

де b – константа, яка вказує на сталий рівень інвестицій;

a – коефіцієнт, що відображає частку інвестицій від експорту.

Для точного визначення коефіцієнтів a та b за роками для даної функції інвестицій, складемо систему рівнянь:

$$\begin{cases} I(t) = a_1 * Y(t) + b_1, \\ I(t+1) = a_1 * Y(t+1) + b_1. \end{cases} \quad (2.19)$$

У моделі Кейнса враховується важливий фактор – валютний курс країни. Зміни у курсі валют можуть значно впливати на конкурентоспроможність експортних товарів і, відповідно, на обсяги експорту.

Валютний курс країни можна описати лінійною функцією залежності від періоду:

$$USD(t) = k * t + c, \quad (2.20)$$

де k – коефіцієнт пропорційного зростання валютного курсу з часом;

c – константа, що становить значення валютний курс для базового періоду.

Для визначення даних коефіцієнтів k та c для рівняння складемо систему рівнянь:

$$\begin{cases} USD(t) = k * t + c, \\ USD(t + 1) = k * (t + 1) + c. \end{cases} \quad (2.21)$$

Також у моделі будемо враховувати зміну індексу споживчих цін, представивши її у вигляді лінійного рівняння:

$$I_p(t) = m * t + e, \quad (2.22)$$

де m – коефіцієнт пропорційного зростання індексу споживчих цін з часом;
 e – константа, що становить індексу споживчих цін для базового періоду.

Для визначення даних коефіцієнтів m та e складемо систему рівнянь:

$$\begin{cases} I_p(t) = m * t + e, \\ I_p(t + 1) = m * (t + 1) + e. \end{cases} \quad (2.23)$$

З урахуванням модельованих залежностей щодо змін розміру ВВП, обсягу інвестицій, курсу валют та індексу споживчих витрат у часі, ми можемо сформулювати диференціальне неоднорідне лінійне рівняння першого порядку для нашої моделі. Будемо вважати що $Y'(t)$ – це похідна функції експорту від часу t :

$$Y(t) = B \frac{dy}{dt} + a * Y(t) + b + k * t + c + m * t + e, \quad (2.24)$$

$$Y = B * Y' + a * Y(t) + b + k * t + c + m * t + e, \quad (2.25)$$

$$B * Y' = -a * Y(t) - b - k * t - c - m * t - e + Y, \quad (2.26)$$

$$Y' = \frac{1-a}{B} * Y - \frac{(k+m)t}{B} - \frac{b+c+e}{B}. \quad (2.27)$$

Далі ми розглянемо частинне та загальне рішення даного диференціального рівняння. Спочатку виділимо однорідну частину рівняння з формули (2.27) та проведемо необхідні перетворення:

$$Y' = \frac{1-a}{B} * Y, \quad (2.28)$$

$$Y' = C_0 e^{xt}, \quad (2.29)$$

$$C_0 x e^{xt} = \frac{1-a}{B} * C_0 e^{xt}, \quad (2.30)$$

$$x = \frac{1-a}{B}, \quad (2.31)$$

$$Y_{з.о.} = C_0 e^{xt}. \quad (2.32)$$

Для отримання частинного розв'язку, виділимо неоднорідну частину рівняння та здійснимо відповідні перетворення.

Припустимо, що рівняння має стаціонарну точку. $Y' = 0$, та отримаємо:

$$Y_{\text{ч. н.}} = A + d * t, \quad (2.33)$$

$$(A + d * t)' = \frac{1-a}{B} * (A + d * t) - \frac{(k+m)t}{B} - \frac{b+c+e}{B}, \quad (2.34)$$

$$\frac{1-a}{B} * (A + d * t) - \frac{(k+m)t}{B} - \frac{b+c+e}{B} = d, \quad (2.35)$$

$$t * \left(\frac{1-a}{B} d + \frac{k+m}{B} \right) - \frac{b+c+e}{B} + \frac{1-a}{B} * A - d = 0. \quad (2.36)$$

Оскільки лінійний вираз тотожно дорівнює нулю, то коефіцієнт при t та вільний член обидва рівні нулю:

$$\frac{1-a}{B} d + \frac{k+m}{B} = 0, \quad (2.37)$$

$$-\frac{b+c+e}{B} + \frac{1-a}{B} * A - d = 0. \quad (2.38)$$

Отже, формули для розрахунку d та A для частинного розв'язку матимуть вигляд (2.39) та (2.40) відповідно:

$$d = \frac{k+m}{1-a}. \quad (2.39)$$

$$A = \left(d + \frac{b+c+e}{B} \right) * \frac{B}{1-a} = \left(\frac{(k+m)*B}{(1-a)^2} + \frac{b+c+e}{1-a} \right), \quad (2.40)$$

Для розрахунку C_0 , підставимо у отриману формулу (2.32) значення $Y(0)$, розрахований показник A , при цьому коефіцієнт $d = 0$:

$$Y(0) = C_0 + A, \quad (2.41)$$

$$C_0 = Y(0) - A. \quad (2.42)$$

Отже, наша побудована динамічна модель Кейнса для експорту матиме вигляд:

$$Y = C_0 e^{\frac{1-a}{B} * t} + \frac{(k+m)*B}{(1-a)^2} + \frac{b+c+e}{1-a} + \frac{k+m}{1-a} * t. \quad (2.43)$$

Модель Кейнса є важливим інструментом для дослідження економіки країни з макроекономічної перспективи. Вона допомагає аналізувати та прогнозувати ключові економічні показники, встановлювати залежності між факторами та виробляти стратегії для забезпечення стабільного економічного розвитку.

Застосування моделі Кейнса дозволяє краще розуміти економічні процеси та приймати обґрунтовані рішення в сфері економічної політики.

2.3 Моделювання процесу експорту сільськогосподарської продукції

Побудуємо лінійну багатофакторну модель. За допомогою цієї моделі можна побудувати орієнтований прогноз експортної діяльності країни на майбутні роки, при цьому врахувавши необхідні показники, які здійснюють безпосередній вплив на досліджувані дані. Для реалізації даної моделі була зібрана певна інформація, що характеризує економіку України та факторами впливу на експортну її діяльність з 2012 по 2022 рр.

Таблиця 2.3 – Вхідні дані для побудови моделі.

Рік	Експорт с/г, млн. дол. США	ВВП, млн. дол. США	Прямі інвестиції в Україну млн. дол. США	Офіційний обмінний курс долара США, грн/США	ІСЦ, %
2012	17 906	175781	8401	7,99	99,8
2013	17 040	183310	4499	7,99	100,5
2014	16 670	131805	410	11,89	124,9
2015	14 478	90615	3088	21,84	143,3
2016	15 250	93270	3529	25,55	112,4
2017	17 739	112154	2237	26,6	113,7
2018	18 594	130832	2135	27,2	109,8
2019	22 123	153781	2767	25,85	104,1
2020	22 161	155582	452	26,96	105
2021	27 687	200090	2371	27,28	110
2022	23 288	151500	230	32,34	126

Складено за даними [16; 24; 26]

В дані багатofакторній моделі, експорт сільськогосподарської продукції є залежною змінною. Для незалежних даних беремо показники ВВП, прямих інвестицій, курсу долара та індекс споживчих цін.

З допомогою методу найменших квадратів в матричній формі, за формулою (2.9) знаходимо невідомі параметри: $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \hat{a}_2, \hat{a}_3, \hat{a}_4$

Таблиця 2.4. – Розраховані значення невідомих параметрів для багатокритеріальної моделі

Параметр	Значення параметра
$\hat{a}_0$	-6185,156
$\hat{a}_1$	0,105
$\hat{a}_2$	-0,102
$\hat{a}_3$	309,202
$\hat{a}_4$	34,385

Складено на основі власних розрахунків

Багатofакторна лінійна модель тепер має вигляд:

$$\hat{y} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 x_1 + \hat{a}_2 x_2 + \hat{a}_3 x_3 + \hat{a}_4 x_4. \quad (2.44)$$

Для оцінки характеристик $\hat{a}$, потрібно знайти та проаналізувати дисперсію, коваріація та кореляцію.

Розраховуємо за формулою (2.11) отримуємо значення дисперсії: $\hat{\sigma}_u^2 = 26486811$. Велике значення дисперсії вказує на значний розкид значень залежної змінної (експорту с/г) навколо середнього значення. Це може свідчити про значну варіативність експортних показників в різні роки та можливість впливу різних факторів на цей процес.

Отримавши значення дисперсії переходимо до розрахунку дисперсійно-коваріаційну матриці та знаходимо коефіцієнт парної кореляції: $R^2 = 0,888$, а також коефіцієнт детермінації $R = 0,942$:

$$var(\hat{a}) = \begin{pmatrix} 34897855 & -56 & -628 & -129588 & -195227 \\ -56 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -628 & 0 & 0 & 6 & 3 \\ -129588 & 0 & 6 & 2665 & 292 \\ -195227 & 0 & 3 & 292 & 1262 \end{pmatrix}. (2.45)$$

Значення критерія Фішера, розрахованого за формулою (2.15) дорівнює 38,9, табличний показник даного критерія є 6,09. Розрахований критерій Стюдента набуває значення 6,88, тоді як табличний становить 1,94

Високий коефіцієнт детермінації свідчить про те, що використовувані фактори моделі добре пояснюють зміну експорту сільськогосподарської продукції. Це означає, що ВВП, прямі інвестиції, обмінний курс долара, індекс споживчих цін та рік мають суттєвий вплив на обсяги експорту.

Критерій Фішера має значення 38,9376, що перевищує табличне значення, яке становить 6,09.

Розрахований критерій Стюдента має значення 6,8848, що перевищує табличне значення 1,94.

Отже, статистична значущість моделі підтверджується як критерієм Фішера, так і критерієм Стюдента. Це означає, що кожен з коефіцієнтів моделі є статистично значущим і вносить вагомий вклад у прогнозування експорту.

Отже, багатофакторна модель показує наявність статистично значущих зв'язків між експортом та розглянутими факторами.

Далі необхідно спрогнозувати незалежні змінні. Для цього необхідно визначити функцію їх лінії тренду, яку і будемо використовувати для прогнозу.

Таблиця 2.5 – Функція лінії тренду незалежних змінних.

ВВП	$1644,9x + 133651$
Прямі інвестиції	$-466.15x + 5535$
Офіційний обмінний курс долара	$2,3072x + 8,1105$
ІСЦ	$0,2573x + 112,05$

Складено на основі власних розрахунків

Маємо лінійне рівняння, тому тепер може побудувати прогноз для факторів моделі.

Таблиця 2.6 – Прогнозовані значення факторних змінних

	ВВП, млн. дол. США	Прямі інвестиції в Україну млн. дол. США	Офіційний обмінний курс долара США, грн/США	ІСЦ, %
1	135295,9	5068,85	10,4273	112,3073
2	136940,8	4602,7	12,7313	112,5646
3	138585,7	4136,55	15,0353	112,8219
4	140230,6	3670,4	17,3393	113,0792
5	141875,5	3204,25	19,6433	113,3365
6	143520,4	2738,1	21,9473	113,5938
7	145165,3	2271,95	24,2513	113,8511
8	146810,2	1805,8	26,5553	114,1084
9	148455,1	1339,65	28,8593	114,3657
10	150100	873,5	31,1633	114,623
11	151744,9	407,35	33,4673	114,8803
12	153389,8	-58,8	35,7713	115,1376
13	155034,7	-524,95	38,0753	115,3949
14	156679,6	-991,1	40,3793	115,6522
15	158324,5	-1457,25	42,6833	115,9095
16	159969,4	-1923,4	44,9873	116,1668
17	161614,3	-2389,55	47,2913	116,4241
18	163259,2	-2855,7	49,5953	116,6814

Складено на основі власних розрахунків

За формуло (2.44) будуємо прогноз для залежної змінної.

Побудуємо моделі Кейнса на основі статистичних даних за 2012-2022 рр.

Вхідні значення для моделювання експорту сільськогосподарської продукції за Кейнсом знаходяться у таблиці

У моделі Кейнса була врахована залежність, відома як "експортний попит", яка виражає співвідношення між експортом та внутрішнім валовим продуктом

(ВВП) країни. За даними з таблиці 3.1, яка містить статистичні дані за період з 2012 по 2022 роки, ми будемо обчислювати середнє значення показника B .

$$B = \frac{GDP(t)}{Y(t-1) - Y(t-2)} = 384,926. \quad (2.46)$$

Розрахуємо залежність кількості інвестицій від рівня експортної діяльності країни:

$$\begin{cases} 8401 = a_1 * 17\,906 + b_1 \\ 4499 = a_1 * 17\,040 + b_1. \end{cases} \quad (2.47)$$

Отримані значення коефіцієнтів a та b після розв'язання системи (2.47):

$$\begin{cases} a = -4,564 \\ b = 26\,979. \end{cases} \quad (2.48)$$

Отже, лінійне рівняння залежності інвестицій від експорту має вигляд:

$$I(t) = -4,564 * Y(t) + 26\,979. \quad (2.49)$$

Проведемо розрахунок коефіцієнтів k та c для лінійної функції залежності зростання курсу долара від періоду, використовуючи MS Excel, (див. рис. 2.13).

Розраховані значення коефіцієнтів k та c для лінійної залежності становлять:

$$\begin{cases} k = 2,3072, \\ c = 8,1105. \end{cases} \quad (2.50)$$

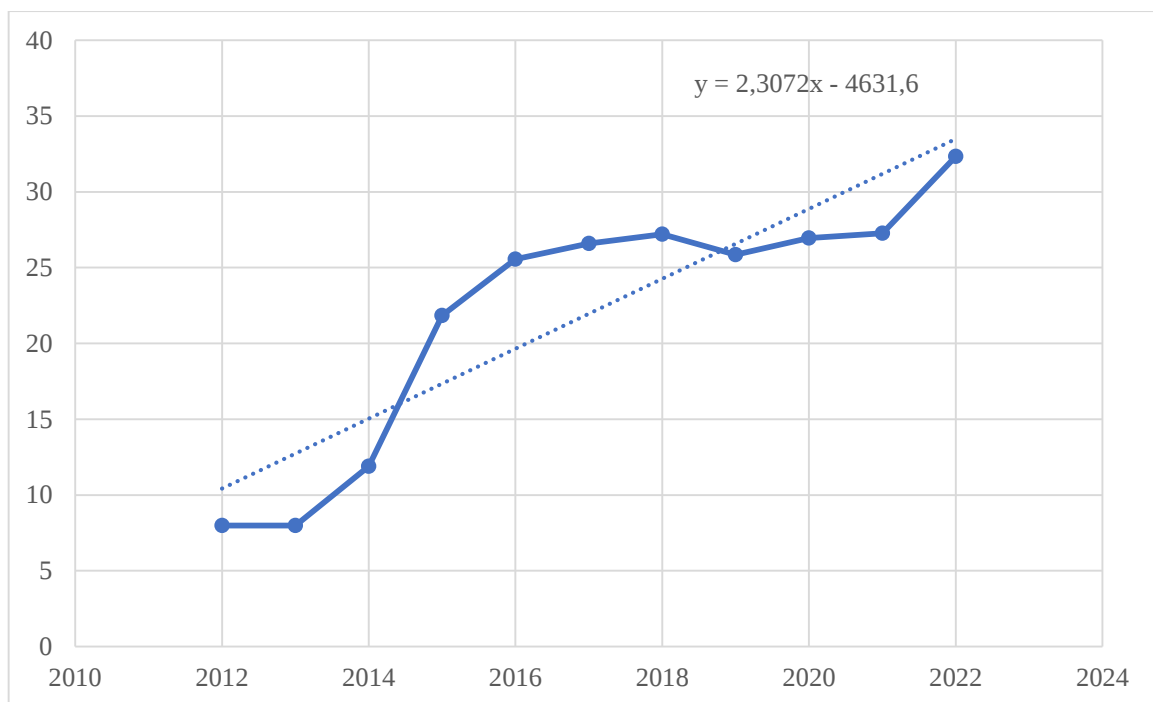


Рисунок 2.13 – Розрахунок лінійного тренду за показниками курсу валют
Складено автором за даними таблиці 2.3

Рівняння офіційного обмінного курсу долара розраховуватимемо за функцією:

$$USD(t) = 2,3072 * t + 8,1105. \quad (2.51)$$

Розрахуємо коефіцієнти m та e лінійної функції зростання індексу споживчих цін від періоду, використовуючи MS Excel, (див. рис. 2.14).

Розраховані значення коефіцієнтів m та e :

$$\begin{cases} m = 0,2573, \\ e = 112,05. \end{cases} \quad (2.52)$$

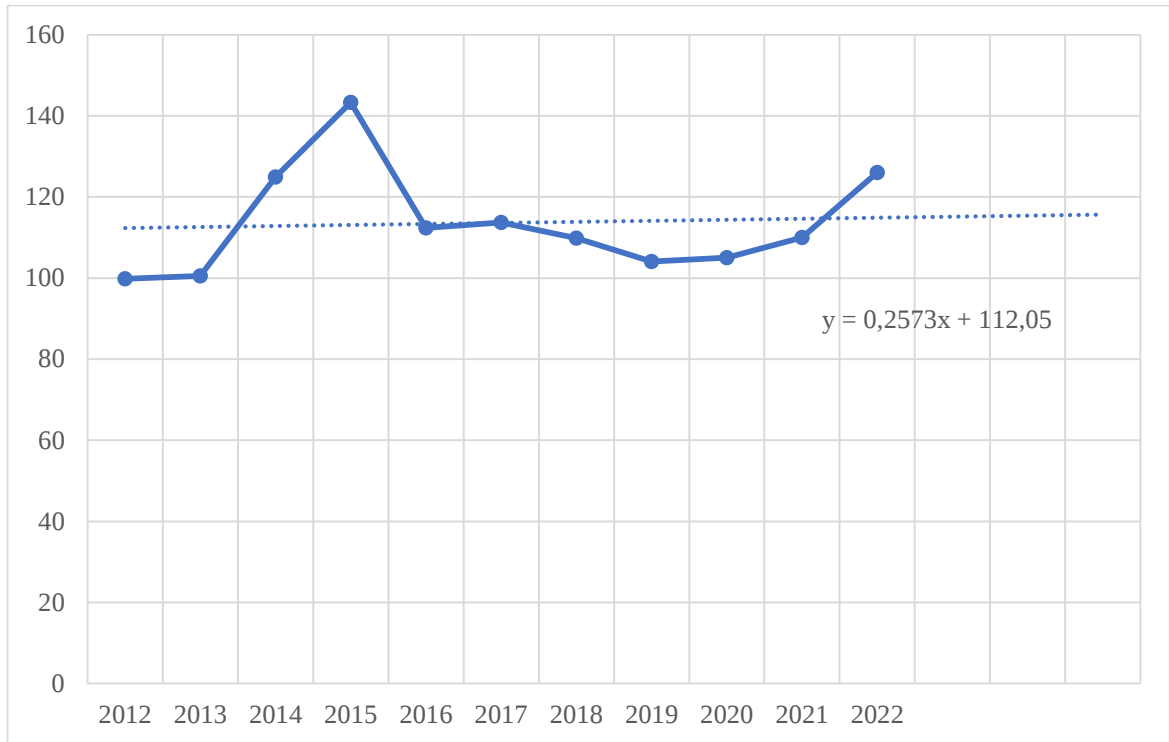


Рисунок 2.14 – Розрахунок лінійного тренду для індексу споживчих цін
Джерело: складено автором за даними таблиці. 2.3

Рівняння офіційного обмінного курсу долара розраховуватимемо за функцією:

$$I_p(t) = 0,2573 * t + 112,05. \quad (2.53)$$

Використовуючи диференціальне неоднорідне лінійне рівняння першого порядку (2.24), будемо шукати частинний та загальний розв'язок

.За даними початковими умовами $Y(0) = Y_0$, значення A та d дорівнюють:

$$d = \frac{k+m}{1-a} = \frac{28,35}{1+4,564} = 0,461, \quad (2.54)$$

$$A = \frac{(k+m)*B}{(1-a)^2} + \frac{b+c+e}{1-a} = 4902,282. \quad (2.55)$$

Для отримання частинного розв'язку, ми використаємо формулу (2.42) для визначення значення C_0 , і таким чином отримаємо:

$$C_0 = Y(0) - A = 17\,906 + 4902,282 = 13003,718. \quad (2.56)$$

Знайдені для даної моделі частинне та загальне:

$$Y_{з.о} = 13003,718 e^{\frac{1+4,564}{384,926}t}, \quad (2.57)$$

$$Y_{з.о} = 4902,282 + 0,461 * t. \quad (2.58)$$

Отримуємо розраховану модель Кейнса для моделювання експорту сільськогосподарської продукції (2.58):

$$Y(t) = 3003,718 e^{\frac{1+4,564}{384,926}t} + 4902,282 + 0,461 * t. \quad (2.59)$$

Тепер побудуємо модель Кейнса для значень експорту без врахування морського сполучення.

Наразі, найбільшим ризиком для реалізації експорту сільськогосподарської продукції є повна заблокованість морських шляхів. В основному даний вид сільськогосподарського продукту доставляється морським шляхом у різні кутки світу. До підписання угоди про «Зерновий коридор» лише незначна частина зерна експортувалася за допомогою автомобілів, залізничними шляхами та через річкові порти. Проте даний вид транспортування ніяк не може замінити морський транзит, та тим-більше реалізувати всю кількість зерна призначеного для експорту.

Тому необхідно змоделювати ситуацію, якщо Україна втратить доступ до моря і відповідно до здійснення експорту морським шляхом. Для цього, на основі побудованої моделі Кейнса для прогнозування експорту сільськогосподарської продукції, знайдемо значення для експорту сільськогосподарської продукції без врахування кількості зерна, яке транспортувалося морським шляхом.

Вхідні дані в таблиці 2.7. Було розраховано показник експорту сільськогосподарської продукції, він значно знизився. Проте інші показники залишаються таким ж, оскільки ми враховуємо дану ситуацію при сталому розвитку економіки.

Таблиця 2.7 – Статистичні дані експорту без врахування морських шляхів за 2012-2022 рр.

Рік	Експорт с/г без морського шляху, млн. дол. США	ВВП, млн. дол. США	Прямі інвестиції в Україну млн. дол. США	Офіційний обмінний курс долара США, грн/США	ІСЦ, %
2012	12 892	175781	8401	7,99	99,8
2013	11 928	183310	4499	7,99	100,5
2014	11 502	131805	410	11,89	124,9
2015	9 845	90615	3088	21,84	143,3
2016	10 065	93270	3529	25,55	112,4
2017	11 333	112154	2237	26,6	113,7
2018	11 462	130832	2135	27,2	109,8
2019	12 661	153781	2767	25,85	104,1
2020	12 826	155582	452	26,96	105
2021	15 425	200090	2371	27,28	110
2022	12 576	151500	230	32,34	126

Складено за даними [16;17; 24; 26]

Обрахуємо середнє значення показника B для визначення "експортний попит" в даному випадку :

$$B = \frac{GDP(t)}{Y(t-1) - Y(t-2)} = 33. \quad (2.60)$$

Далі розрахуємо коефіцієнтів a та b для функції залежності кількості інвестицій від рівня експортної діяльності країни:

$$\begin{cases} a = 1,204 \\ b = 4545,797. \end{cases} \quad (2.61)$$

Лінійне рівняння залежності інвестицій від експорту має вигляд:

$$I(t) = -1,204 \cdot Y(t) + 4545,797. \quad (2.62)$$

Коефіцієнти k та c лінійної функції зростання курсу долара від періоду, та коефіцієнти m та e лінійної функції зростання індексу споживчих цін від періоду та були розраховані вище, функції яких наведені в формулах (2.53)

За диференціальним неоднорідним лінійним рівнянням першого порядку (2.24) знаходимо частинне та загальне рішення.

За даними початковими умовами $Y(0) = Y_0$ значення A та d дорівнює:

$$d = \frac{k+m}{1-a} = -12,544, \quad (2.63)$$

$$A = \frac{(k+m)*B}{(1-a)^2} + \frac{b+c+e}{1-a} = -20797,771. \quad (2.64)$$

Для частинного розв'язку знайдемо ще значення C_0 за формулою (2.42):

$$C_0 = Y(0) - A = 12892 + 20798 = 33690. \quad (2.65)$$

Знайдені частинне та загальне рівняння для даного підприємства:

$$Y_{з.о} = 33690e^{\frac{1-1,204}{4545,797}t}, \quad (2.66)$$

$$Y_{з.о} = 20871,988 + 12,587 \cdot t. \quad (2.67)$$

Розрахована модель Кейнса для експорту сільськогосподарської продукції без можливості транспортування морським шляхом має вигляд (2.24):

$$Y(t) = 33690e^{\frac{1-1,204}{4545,797}t} + 20871,988 + 12,587 \cdot t. \quad (2.68)$$

Модель Кейнса для експорту сільськогосподарської продукції враховує різні фактори, які впливають на обсяги експорту цих товарів. До основних факторів входять попит на сільськогосподарські продукти на міжнародному ринку, конкурентоспроможність продукції, валютний курс, тарифи та торгові бар'єри, а також зовнішні економічні та політичні фактори.

Модель Кейнса дозволяє аналізувати та прогнозувати зміни в обсягах експорту сільськогосподарської продукції на основі цих факторів. Вона допомагає визначити оптимальні стратегії експорту, прогнозувати дохід від експорту та забезпечувати стабільність на ринку. Також модель Кейнса може враховувати внутрішні фактори, такі як виробництво сільськогосподарської продукції в країні, що допомагає зрозуміти вплив внутрішнього ринку на обсяги експорту.

Застосування моделі Кейнса для експорту сільськогосподарської продукції дозволяє аналізувати та прогнозувати ринкові тенденції, виробництво та експортні можливості, що є важливими для розвитку аграрного сектору країни та забезпечення її продовольчої безпеки.

Висновки до розділу 2

У даному розділі було здійснено аналіз роботи експорту сільськогосподарської продукції. Визначили, що експорт агросектору складає значну частину ВВП. Також, що до початку повномасштабних військових дій, експортна діяльність в Україні стрімко розвивалася і 2021 рік є рекордним.

Було визначено фактори, які здійснюють безпосередній вплив на експортну діяльність. Цими факторам є ВВП, прямі інвестиції, курс долара та рівень інфляції. На основі цих даних було складено економіко-математичної моделі для діагностики експорту.

В загальному було побудовано три прогнози за допомогою двох моделей.

За допомогою лінійної багатфакторної моделі, на основі зв'язків, які існує між залежною змінною та незалежними, побудували прогноз значення експорту продукції агросектору на 2023-2029 рр. За значеннями дисперсії, кореляції, детермінації, критерія Фішера та Стюдента, можна сказати, що модель є адекватною.

Для прогнозування, було використано макроекономічну модель Кейнса. Для моделі Кейнса було визначено залежність між експортом сільськогосподарської продукції та ВВП. Також було побудовано задачу з умовою, що транспортування продукції морським шляхом буде неможливим.

Результат даного моделювання дозволить оцінити напрям розвитку показника експорту сільськогосподарської продукції. За допомогою, цих моделей можна прогнозувати різні макрорівневі показники. Головним завданням даного моделювання було визначити взаємозалежні величини.

З ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ МОДЕЛЮВАННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ РЕАЛІЗАЦІЯ

3.1 Аналіз застосування моделей для прогнозування експорту сільськогосподарської продукції

Багатофакторна модель розроблена з метою прогнозування експортної діяльності країни на основі показників, які безпосередньо впливають на цей процес. Її аналіз показує існування взаємодії між досліджуваними елементами, що дозволяє моделі бути якісною. Для того, щоб перевірити її ефективність оцінимо прогнозовані значення, порівнявши їх до фактичних.

Таблиця 3.1 – Порівняння фактичних і прогнозованих значень, млн. дол. США.

Рік	Фактичні дані по експорту с/г	Прогнозовані	Відхилення	
			Абсолютне	Відносне, %
2012	17 906	14643,66	3262,34	22,28
2013	17 040	15586,13	1453,87	9,33
2014	16 670	16528,60	141,40	0,86
2015	14 478	17471,06	-2993,06	-17,13
2016	15 250	18413,53	-3163,53	-17,18
2017	17 739	19356,00	-1617,00	-8,35
2018	18 594	20298,47	-1704,47	-8,40
2019	22 123	21240,93	882,07	4,15
2020	22 161	22183,40	-22,40	-0,10
2021	27 687	23125,87	4561,13	19,72
2022	23 288	24068,34	-780,34	-3,24
Середнє значення			1871,06	10,07

Складено на основі власних розрахунків

В абсолютному виразі можна побачити, що були як позитивні, так і негативні відхилення прогнозу від фактичних даних. Відносні відхилення вказують на відсоткову різницю між фактичними та прогнозованими значеннями. У більшості випадків відхилення менше 10%, але є випадки більших відхилень, зокрема у 2012 році (22,28%) та 2015 році (17,13%).

Загальна тенденція виробництва продукції показує зниження у 2015-2016 роках, після чого відбувається зростання.

Таблиця 3.2 – Побудований прогноз експорту сільськогосподарської продукції на 2023-2029 рр, млн. дол. США.

Рік	Прогнозоване значення експорту с/г, млн. дол. США
2023	25 010,81
2024	25 953,27
2025	26 895,74
2026	27 838,21
2027	28 780,68
2028	29 723,14
2029	30 665,61

Складено на основі власних розрахунків

Прогнозовані значення виробництва мають плавну зростаючу тенденцію з 2012 по 2022 роки, за винятком деяких негативних відхилень.

Відхилення можуть свідчити про те, що прогнози не завжди точно передбачають фактичні значення.

Загальне середнє абсолютне відхилення складає 1871,06 млн. дол. США, що може бути великим значенням, враховуючи кількість експортованої сільськогосподарської продукції.

Відносно невеликі відхилення (менше 10%) у більшості випадків свідчать про певний рівень надійності прогнозів. Однак, великі відхилення, зокрема у 2012 та 2015 роках, можуть вказувати на потребу вдосконалення моделі прогнозування.

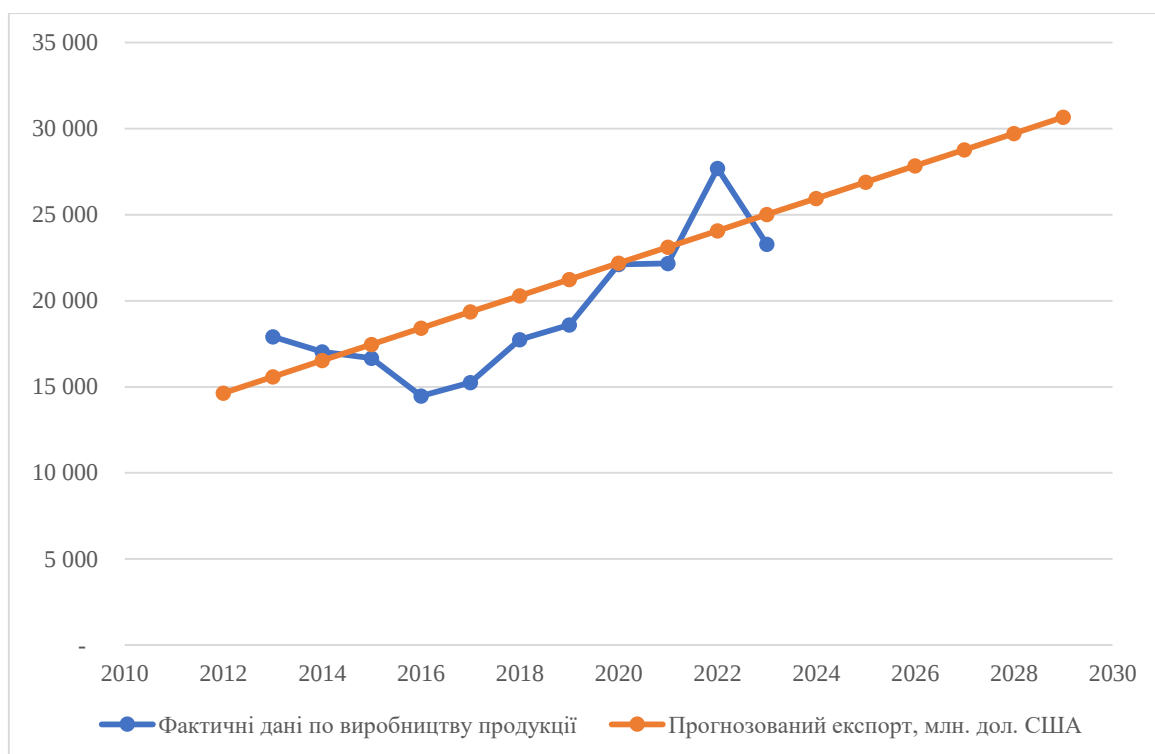


Рисунок 3.1 – Графік реальних значень та прогнозованих до 2029 року.

Складений автором за даними таблиці 3.1 і 3.2

На рисунку зображено графік реальних даних експорту сільськогосподарської продукції України і прогнозовані за багатofакторною моделлю. Прогнозовані значення мають до росту, що означає розвиток даного сектору економіки. За прогнозованими даними, очікується що у 2029 році показник експорту сільськогосподарської продукції досягне рівня 30 665 млн. дол. США, тобто значення зросте за сім років на 7377 млн. дол. США, що в цілому є реальним для темпів росту показника. Якщо порівняти реальні дані експорту сільськогосподарської продукції 2015 та 2022 року, то бачемо, що збільшення експортної реалізації агропродукції за визначений період становить 8810 млн. дол. США.

Загалом модель можна вважати адекватною. За допомогою такого способу моделювання можна проаналізувати та врахувати всі необхідні фактори впливу, що впливає на якість моделі. За таким методом моделювання можна орієнтуватися на тенденцію ринку, що дозволяє заздалегідь бути готовим до ситуації та відреагувати на неї.

Розглянемо прогноз змодельований за допомогою моделі Кейнса.

Таблиця 3.3 – Прогнозовані та реальні дані показника експорту, розрахований за моделлю Кейнса, млн. дол. США

Рік	Прогнозовані значення	Реальні значення
2012	17906	17906
2013	18096	17040
2014	18288	16670
2015	18484	14478
2016	18682	15250
2017	18883	17739
2018	19087	18594
2019	19294	22123
2020	19504	22161
2021	19717	27687
2022	19933	23288
2023	20152	
2024	20375	
2025	20375	
2026	20375	
2027	20375	
2028	20375	
2029	20375	

Складено на основі власних розрахунків

Отже, за моделлю Кейнса експорт сільськогосподарської продукції має тенденцію до росту, проте, як бачемо на рисунку, побудований прогноз має значні відхилення від реальних даних. Тому, за допомогою моделі Кейнса, не варто орієнтуватися на кількісні дані, скоріше головна мета даної моделі це визначення тренду.

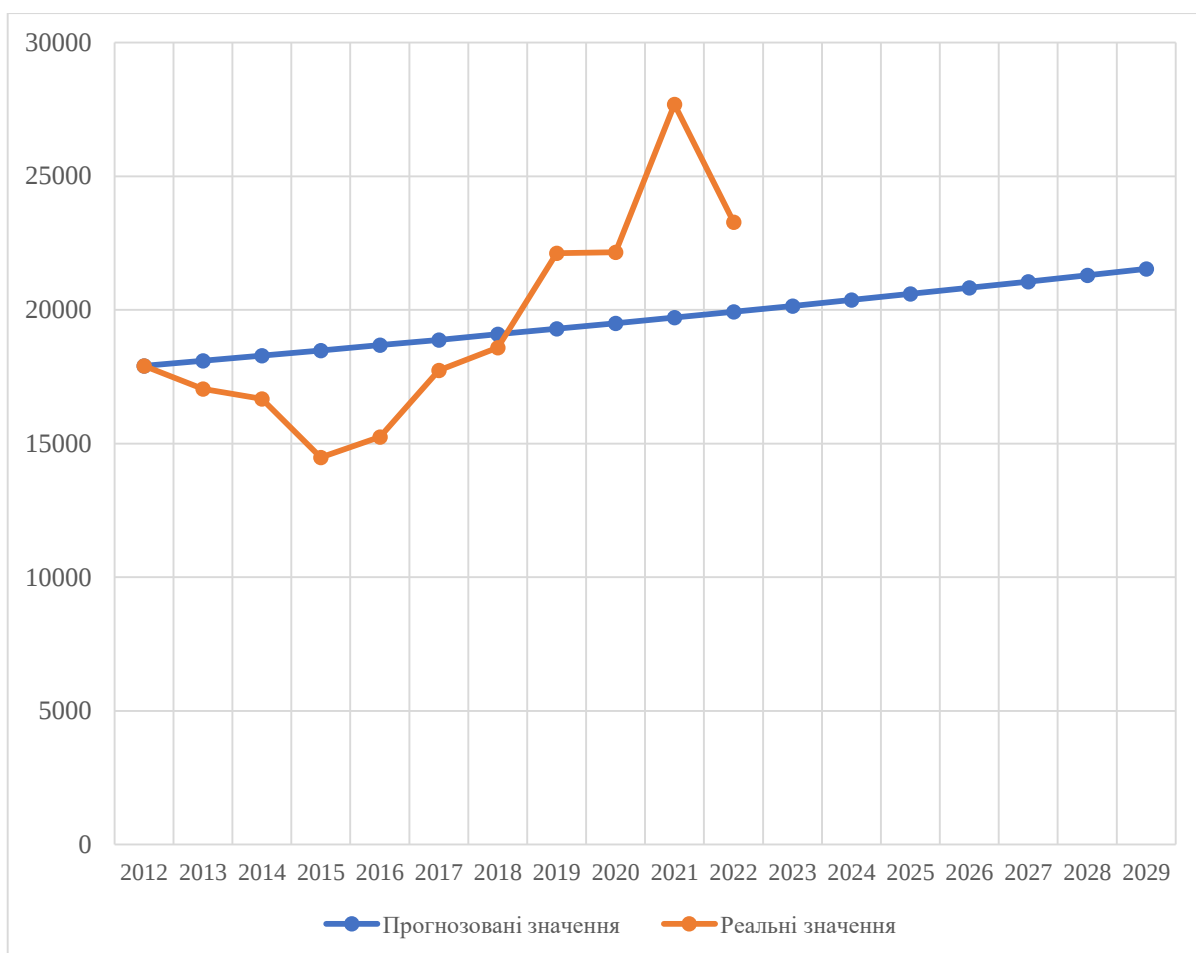


Рисунок 3.2 – Графік реальних значень та прогнозованих за моделлю Кейнса до 2029 року.

Складений автором за даними таблиці 3.3

Для експорту сільськогосподарської продукції бачемо зростаючу тенденцію. Прогнозовані дані для 2029 року становлять 21536 млн. дол. США. У 2022 році показник експорту сільськогосподарської продукції дорівнює 23288 млн. дол. США. Отже, модель Кейнса прогнозує розвиток експорту сільськогосподарської продукції на 7 років, але дуже в повільному темпі зростання.

Якщо порівняти змодельовані результати по експорту сільськогосподарської продукції двох моделей, то бачемо, що результати лінійного багатофакторного прогнозування є більш наближеними до реальних і темп розвитку показника на майбутні періоди є значно швидшим. Тому можна сказати, що вона є більш точною.

Розглянемо модель Кейнса для ситуації, коли експортування є неможливим блокаду морського шляху.

Таблиця 3.4 – Прогнозовані та реальні дані показника експорту за додатковою умовою, розрахований за моделлю Кейнса, млн. дол. США

Рік	Прогнозовані значення	Реальні значення
2012	12892	12892
2013	12672	11928
2014	12453	11502
2015	12235	9845
2016	12018	10065
2017	11803	11333
2018	11589	11462
2019	11376	12661
2020	11165	12826
2021	10955	15425
2022	10746	12576
2023	10538	
2024	10331	
2025	10126	
2026	9921	
2027	9718	
2028	9516	
2029	9315	

Складено на основі власних розрахунків

Отже, якщо розглянути ситуацію, коли немає можливості вивозу зерна, то бачемо спадну тенденцію. Оскільки, зернова культура є основною частиною експорту сільськогосподарської продукції, то падіння показника і його тенденція до зниження є очікуваним результатом.

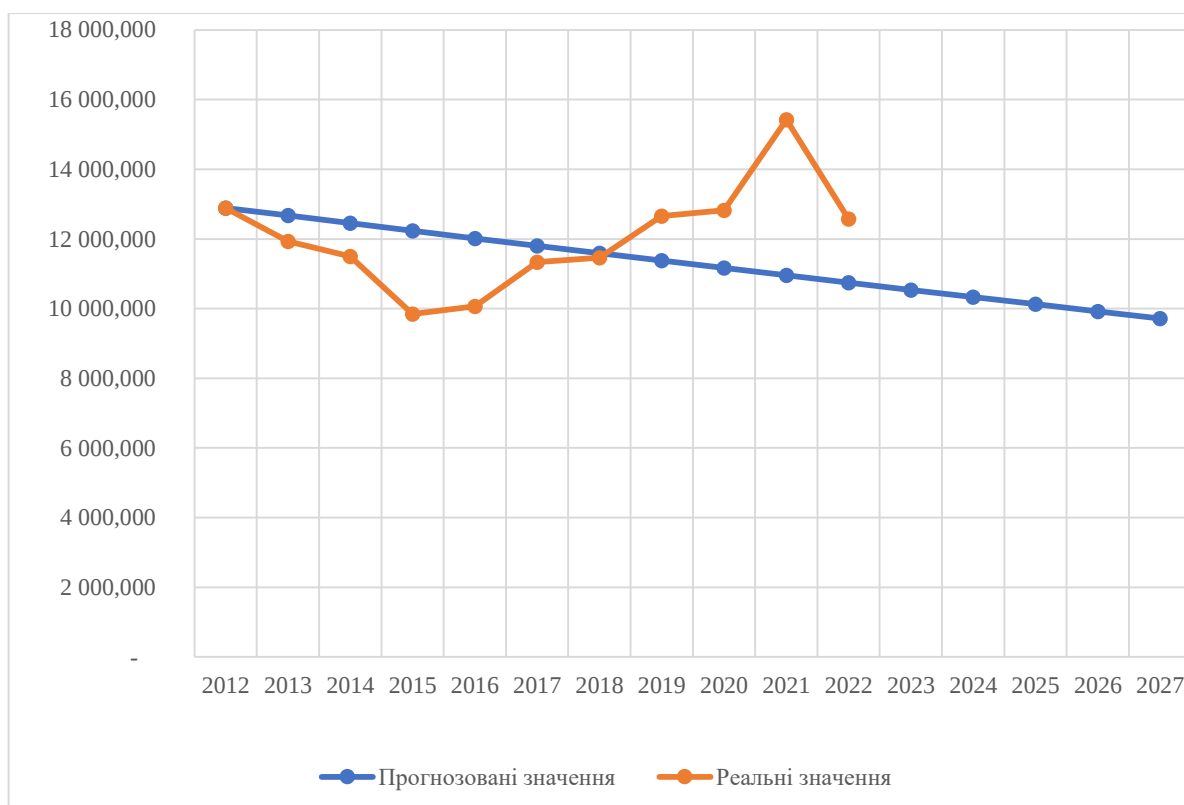


Рисунок 3.3 – Графік реальних значень та прогнозованих за моделлю Кейнса до 2029 року.

Складений автором за даними таблиці 3.4

За розрахунками даної моделі, значення показника експорту сільськогосподарської продукції станом на 2029 рік становитиме 9315 млн. дол. США. Наразі, показник складає 12576 млн. дол. США. Як зазначалося раніше, дана макроекономічна модель прогнозує шлях розвитку економіки, а не числові дані.

Отже, якщо виникне розглянута ситуація, то потрібно негайно створити стратегію для її вирішення. Проблема полягає в тому, що при закритті морського шляху, майже повністю зупиняється експортування зернових культур. Якщо таку ситуацію запустити на довгий термін, то це спричинить глобальну катастрофу. Зернова продукція псуватиметься у сховищах, підприємства ставатимуть банкрутами, дуже велика кількість людей втрати роботу, ростиме показник безробіття та рівня бідності населення. Економіка країни втрати значну частину доходу, що при невирішені даної проблеми, приведе до глобальної кризи. У світі виникне продовольча катастрофа. Багато країн стикнуться з проблемою голоду.

Можливим шляхом врегулювання такої ситуації це залучення допомоги світової спільноти і спроби шляхом натиску змусити ворога відкрити морський шлях. Інші способи транспортування не впораються з такою кількістю зерна, а також проблема полягає у відстані, на яку потрібно здійснити перевезення, та ціні на такий спосіб доставки.

3.2 Важливість моделювання економічних процесів, їх реальне застосування для регулювання економічних процесів

На прикладі дослідження експорту сільськогосподарської продукції України, за допомогою лінійної багатофакторної моделі та моделі Кейнса, можна зробити висновки щодо важливості моделювання економічних процесів. Для економіки важливо враховувати всі можливі фактори впливу і бути готовими до їх нестабільності. Для цього необхідно мати прогнозовані значення діяльності економічної системи і вже від цього відштовхуватися, при реальній діяльності.

Основна мета використання економіко-математичних методів полягає в розробці моделей, які можуть замінити складну реальну систему та дозволяють нам вивчати всю необхідну інформацію про оригінал. Проте, через складність та розміри таких систем, визначення обмежень та мети за допомогою аналітичного підходу може стати складним завданням. Тому, одним із підходів є спрощення початкової системи до меншої, але достатньо адекватної форми, що точно відображає реальну ситуацію.

Ключовим кроком у спрощенні системи є ідентифікація головних обмежень, змінних та параметрів, оскільки не вся сукупність факторів має значний вплив на економічну систему. Після виокремлення цих основних елементів, можна приступати до методики економіко-математичного моделювання, яка включає ретельний аналіз системи, вибір важливих факторів, побудову моделі, числові розрахунки та аналіз отриманих результатів.

Детальний аналіз системи включає вивчення її структури, взаємозв'язків між компонентами та ідентифікацію ключових елементів. На цьому етапі необхідно

зрозуміти, як система функціонує і які процеси в ній відбуваються. Після цього обираються фактори, які мають найбільший вплив на результати дослідження.

Побудова економіко-математичної моделі передбачає вибір відповідного математичного підходу для опису реального економічного процесу. Тут важливо враховувати особливості досліджуваної системи та наявну інформацію. Модель повинна бути адекватною та точною, щоб надавати нам корисні прогнози та рекомендації.

Після побудови моделі проводяться числові розрахунки, які дозволяють оцінити реальний об'єкт дослідження. Ці розрахунки базуються на вхідних даних, параметрах та обмеженнях, визначених раніше. Вони дозволяють нам отримати конкретні числові значення, які відображають стан та прогнозовану динаміку економічного процесу.

Остаточним кроком є аналіз отриманих результатів, який може включати вивчення залежностей, трендів та особливостей моделі. Цей аналіз надає нам можливість зрозуміти, наскільки добре модель відображає реальну ситуацію та дозволяє приймати обґрунтовані рішення.

Моделювання економічних процесів та їх реальне застосування для регулювання економічних явищ і систем має велику важливість у сучасному світі. Застосування моделей дозволяє нам краще розуміти складні економічні взаємозв'язки та передбачати їх наслідки в різних умовах.

Перш за все, моделі дозволяють нам уявити економічну систему у спрощеній формі, де окремі фактори та зв'язки можуть бути аналізовані окремо. Це допомагає нам зрозуміти, як різні змінні впливають на економіку та як можна оптимізувати рішення для досягнення поставлених цілей. Моделі також допомагають прогнозувати результати різних економічних рішень та визначати оптимальні стратегії для ефективного розвитку.

Застосування моделей у реальному економічному регулюванні дозволяє нам перевірити різні сценарії розвитку економіки та виявити їх наслідки. Моделі можуть бути використані для прогнозування ефектів різних економічних політик, таких як монетарна політика, фіскальна політика чи торговельні стратегії. Це

дозволяє урізноманітнити та перевірити різні сценарії розвитку економіки та вибрати оптимальний шлях для досягнення стійкого росту і процвітання.

Результати моделювання надають нам підґрунтя для прийняття обґрунтованих економічних рішень та формування ефективних стратегій розвитку. Моделі допомагають виявляти потенційні ризики, оцінювати їх вплив та розробляти заходи для їх уникнення або зменшення. Наприклад, моделювання може допомогти визначити оптимальні рівні оподаткування, розподілу ресурсів та інвестицій, що сприятимуть стабільному економічному зростанню.

Крім того, моделі можуть бути використані для аналізу та прогнозування економічних криз та їх наслідків. Вони дозволяють оцінити ризики та підготуватися до можливих негативних сценаріїв, а також розробити заходи для зменшення впливу кризи на економіку. Моделі також допомагають управляти економічними змінами та адаптуватися до нових умов, що є особливо важливим у глобалізованому світі, де економіки взаємодіють між собою та піддаються впливу зовнішніх факторів.

Усе більше компаній та урядів використовують моделі для регулювання економічних процесів та прийняття обґрунтованих рішень. Застосування моделей дозволяє зменшити ризики, підвищити ефективність та зробити економіку більш стійкою до зовнішніх змін. Важливість моделювання економічних процесів полягає в тому, що воно надає нам інструменти для розуміння та управління економікою, що в свою чергу сприяє сталому розвитку, підвищенню рівня життя та процвітання суспільства.

Крім того, моделювання економічних процесів є важливим інструментом для проведення економічних досліджень та аналізу. Воно дозволяє нам встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між різними економічними факторами та оцінювати їх вплив на економіку. Це допомагає економістам, політикам та бізнес-аналітикам у прийнятті обґрунтованих рішень на основі даних та прогнозів.

Одним з прикладів застосування моделей є економічне прогнозування. За допомогою моделей можна розробляти прогнози економічного зростання, інфляції, безробіття та інших показників. Це дозволяє урядам, бізнес-організаціям та

інвесторам розробляти стратегії розвитку, а також здійснювати планування та приймати рішення на основі передбачуваних сценаріїв.

Економіко-математичне моделювання є важливим інструментом для оцінки та дослідження економічних процесів, а також для їх реалізації.

Економіко-математичні методи базуються на теоретичному фундаменті економічних та математичних наук і використовуються для дослідження функціонування соціально-економічних систем та процесів. Економічна система, яка складається з процесів виробництва, обміну, розподілу та споживання матеріальних й інших благ, є предметом дослідження. Для кількісної оцінки функціонування економічної системи використовуються різні математичні методи.

Застосування економіко-математичного моделювання дозволяє нам краще розуміти складні економічні системи, передбачати їх розвиток та ефективно регулювати економічні процеси. Воно є потужним інструментом для прийняття рішень, зменшення ризиків та досягнення сталого розвитку економіки і суспільства. Економіко-математичне моделювання допомагає нам виявляти потенційні проблеми та знаходити оптимальні рішення для досягнення поставлених цілей.

Висновки до розділу 3

У даному розділі було здійснено прогнозування процесу експорту сільськогосподарської продукції та проведений аналіз якості моделей.

Дослідження показує, що модель багатofакторного прогнозування є якісною і має певний рівень надійності у визначенні тенденцій ринку. Її прогнозовані значення виробництва сільськогосподарської продукції мають плавну зростаючу тенденцію з деякими невеликими відхиленнями. Відносно невеликі відхилення (менше 10%) свідчать про певний рівень точності прогнозів.

Результати моделі багатofакторного прогнозування більш наближені до реальних даних і мають швидший темп росту, порівняно з моделлю Кейнса.

Модель Кейнса визначає загальну тенденцію розвитку, але має значні відхилення від фактичних даних, тому не є точною у визначенні кількісних значень.

У разі блокади морського шляху, модель Кейнса передбачає спадну тенденцію в експорті сільськогосподарської продукції, оскільки зернова культура є основною складовою частиною експорту.

Проте варто зауважити, що будь-яка прогнозна модель має свої обмеження і базується на певних припущеннях. Вона може не враховувати непередбачувані фактори, які можуть вплинути на ситуацію, такі як політичні зміни, технологічні розриви або інші зовнішні впливи. Тому важливо використовувати прогнозні моделі як інструмент для прийняття рішень, але також розглядати інші джерела інформації та консультуватись з експертами перед прийняттям важливих рішень.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі було проведено детальне дослідження моделювання експорту сільськогосподарської продукції України з метою визначення факторів, що впливають на цей процес, і побудови прогнозів на майбутній період. У ході дослідження було зосереджено увагу на функціонуванні експорту під умовами війни, ідентифікації основних ризиків, які можуть мати реальний вплив, а також здійснено прогнозування при певних умовах.

Для досягнення поставлених цілей були вивчені та проаналізовані статті, що стосуються експорту сільськогосподарської продукції та його впливу під час воєнного конфлікту, а також зібрані статистичні дані щодо необхідних показників економіки.

Під час проведення дослідження були розроблені економіко-математичні моделі експортної діяльності сільськогосподарської продукції України, які дозволили оцінити рівень розвитку даного процесу та здійснити його подальший прогноз. Для реалізації прогнозування було обрано лінійну багатофакторну модель та модель Кейнса.

Для реалізації прогнозування було обрано лінійну багатофакторну модель та модель Кейнса.

При реалізації моделювання отримали такий результат:

Багатофакторна модель прогнозування експортної діяльності сільськогосподарської продукції показала взаємозв'язок між досліджуваними елементами і дозволила бути якісною. Є як позитивні, так і негативні відхилення прогнозу від фактичних даних, але загалом відхилення менше 10%. Прогнозовані значення виробництва сільськогосподарської продукції мають плавну зростаючу тенденцію, за винятком деяких негативних відхилень. Загальне середнє абсолютне відхилення є великим значенням, враховуючи обсяг експортованої

сільськогосподарської продукції. Багатофакторна модель є адекватною і дозволяє аналізувати та враховувати всі необхідні фактори впливу.

Модель Кейнса показала тенденцію до зростання експорту сільськогосподарської продукції, але має значні відхилення від реальних даних. Модель Кейнса прогнозує повільний темп зростання показника експорту сільськогосподарської продукції. При блокаді морського шляху для експорту зерна, модель Кейнса передбачає спадну тенденцію та значне зменшення експорту. В такій ситуації потрібна негайна стратегія для вирішення проблеми, включаючи залучення допомоги світової спільноти та пошук альтернативних шляхів доставки.

Загалом, багатофакторна модель є більш точною порівняно з моделлю Кейнса у прогнозуванні експорту сільськогосподарської продукції. Вона враховує більше факторів, таких як попит на ринку, ціни на сировину, умови вирощування та торговельні політики. Однак, модель Кейнса може бути використана як додатковий інструмент для аналізу тенденцій у сільськогосподарському експорті. Застосування обох моделей дозволить отримати більш повну картину і зробити більш обґрунтовані прогнози.

Економіко-математичне моделювання є важливим інструментом для дослідження економічних процесів. Воно дозволяє створювати моделі, які замінюють складну реальну систему та дозволяють нам аналізувати та прогнозувати її функціонування. Цей підхід допомагає нам зрозуміти основні закономірності економічного розвитку та здійснювати ефективне регулювання економічних процесів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Екологічна безпека виробництва та зменшення витрат матеріальних і енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. *Науковий вісник НУБіП. Серія Техніка та енергетика АПК*. 2015. Вип.212, ч.1. С. 275–283.
2. Голубова Г. В. Визначення ключових напрямів зовнішньоекономічної діяльності України. Бізнес-аналітика в управлінні зовнішньоекономічною діяльністю: матеріали IV міжнар. наук.-практ. конф., 2017 р. Київ: ДП “Інформ.-аналіт. агентство”. С. 37–40
3. Лупенко Ю. О., Пугачов М. І., Духницький Б. В. Формування глобального і регіонального ринків сільськогосподарської сировини та продовольства : монографія. К.: ННЦ «ІАЕ», 2015. 320 с.
4. Дудар Т. Г., Дудар В. Т. Формування ринку конкурентоспроможної агропродовольчої продукції: теорія, методика, перспективи : монографія. Тернопіль, 2009. 246 с.
5. Гребельник О. П. Основи зовнішньоекономічної діяльності : навч. посіб. К.: Центр учбової літератури, 2008. 432 с.
6. Кириченко О. А. Менеджмент зовнішньоекономічної діяльності: навч. посіб. К.: Знання-Прес, 2002. 384 с.
7. Продовольча небезпека: як війна Росії проти України загрожує всьому світу? BRDO.UA. URL : <https://brdo.com.ua/news/prodovolcha-nebezpeka-yak-vijna-rosiyi-proty-ukrayiny-zagrozhujevsomu-svitu/> (дата звернення: 05.05.2022).
8. Напад РФ на Україну вплине на продовольчу безпеку світу – Висоцький. Landlord.ua. URL:
9. <https://landlord.ua/news/iak-napad-rf-na-ukrainu-vplyne-na-prodovolchu-bezpeku-svitu-tarsvysotskyi/> (дата звернення: 03.05.2022).

10. Чому українське зерно надзвичайно важливе для всього світу. URL: <https://www.unian.ua/economics/agro/ukrajina-vtrachaye-posivni-ploshchi-minagropolitiki-12144828.html> (дата звернення: 03.06.2022).
11. Нюанси експорту с/г продукції.
URL: https://uz.ligazakon.ua/ua/magazine_article/EA016144 (дата звернення: 03.05.2022).
12. Україна з початку маркетингового року експортувала майже 39 мільйонів тонн зернових. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3693836-ukraina-z-pocatku-marketingovogo-roku-eksportovala-majze-39-miljoniv-tonn-zernovih.html> (дата звернення: 03.06.2022).
13. Експорт зерна з України значно зріс на фоні рекордних врожаїв сільгоспкультур. Superagronom.com. URL: <https://superagronom.com/news/14179-eksport-zerna-z-ukrayini-znachno-zris-na-foni-rekordnih-vrojajiv-silgospkultur> (дата звернення: 03.05.2022).
14. Війна в Україні: ріст цін та перспективи голоду на Близькому Сході. Agroportal. URL: <https://agroportal.ua/blogs/viyna-v-ukrajini-rist-cin-ta-perspektivi-golodu-na-blizkomu-shodi> (дата звернення: 05.06.2022).
15. Угода щодо розблокування експорту зерна: які умови та чого побоюється Україна. URL: <https://youcontrol.com.ua/data-research/import-ta-eksport-ukrayiny/> (дата звернення: 05.06.2022).
16. Скасування пільгового режиму експорту агропродукції до ЄС зруйнує вітчизняну економіку. URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2023/01/31/696514/> (дата звернення: 03.06.2022).
17. Державна служба статистики. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 03.05.2022).
18. Державна митна служба України. URL: <https://bi.customs.gov.ua/uk/trade/import-export> (дата звернення: 06.06.2022).
19. Названо топ-10 найбільших імпортерів української агропродукції за 2022 рік. URL: <https://elevatorist.com/novosti/16122-nazvano-top-10-naybilshih->

- [importeriv-ukrayinskoyi-agroproduktsiyi-za-2022-rik](#) (дата звернення: 03.06.2022).
20. Богомазова В.М. Методи прогнозування по казників зовнішньоекономічної діяльності: дис. канд. екон. наук: 08.03.02. Київ, 2003. 112 с.
21. Бідюк П.І. Системний підхід до побудови математичних моделей на основі часових рядів. *Системні дослідження та інформаційні технології*. №3, 2002. 114-131 с. 2.
22. Бідюк П.І. Часові ряди: моделювання та прогнозування : навч. посіб. / Київ: ЕКМО, 2004. 144 с.
23. Національний банк України.
URL: <https://bank.gov.ua/ua/markets/exchangeratechart?cn%5B%5D=USD&startDate=01.01.2012&endDate=12.06.2023> (дата звернення: 03.05.2022).
24. International monetary fund. URL:
<https://www.imf.org/en/Countries/UKR#whatsnew> (дата звернення: 03.05.2022).
25. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL:
<https://fenix.fao.org/faostat/internal/en/#data/TCL> (дата звернення: 05.03.2022).
26. OEC. URL: https://oec.world/en/visualize/tree_map/hs92/export/show/all/3151211/2021/ (дата звернення: 03.05.2022).
27. Мінфін. URL: <https://minfin.com.ua/> (дата звернення: 05.03.2022).
28. Руська Р. В. Економетрика : навч. посіб. Тернопіль : Тайп, 2012. 224с
29. Ковальчук Т.В., Мартиненко В.І., Денисенко В.І. Вища математика для економістів: навч. посіб. К.: КНТЕУ, 2007. 342с.
30. Хрупович С. Є. Зовнішньоекономічна діяльність підприємства : навч. посіб. Тернопіль, 2017. 137 с.
31. Дідченко О. І. Зовнішньоекономічна діяльність : навч. посіб. Запоріжжя: ЗДІА, 2014. 218 с.
32. Козак Ю. Г., Логвінова Ю. Г., Заєць М. А. Зовнішньоекономічна діяльність підприємств : навч. посіб. Вид 4-те. К.: Освіта України, 2012. 272 с.