

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Факультет менеджменту та маркетингу
Кафедра математичного моделювання економічних систем**

До захисту допущено:

В.о. завідувача кафедри

_____ Володимир КАПУСТЯН

«__» _____ 2021 р.

**Дипломна робота
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Економічна кібернетика»
спеціальності 051 «Економіка»
на тему: «Прогностичне моделювання діяльності сільськогосподарського
підприємства в умовах пандемії»**

Виконала:

студентка ІV курсу, групи УК-71

Орехова Іванна Олександрівна _____

Керівник:

Доц., к.ф-м.н., доц.,

Жуковська Ольга Анатоліївна _____

Рецензент:

Доц., к.е.н., доц.,

Рощина Надія Василівна _____

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

Студентка _____

Київ – 2021 року

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

Факультет менеджменту та маркетингу

Кафедра математичного моделювання економічних систем

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – **051 «Економіка»**

Освітньо-професійна програма «**Економічна кібернетика**»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Володимир КАПУСТЯН

«___» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студенту

Ореховій Іванні Олександрівні

1. Тема роботи «Прогностичне моделювання діяльності сільськогосподарського підприємства в умовах пандемії», керівник роботи Жуковська Ольга Анатоліївна, к.ф.-м.н., доцент, затверджені наказом по університету від « 21 » 05 2021р. № 1248-с.
2. Термін подання студентом роботи 08 червня 2021 року.
3. Вихідні дані до роботи: теоретичні та практичні розробки вітчизняних і зарубіжних авторів, періодичні видання, статистичні дані, звіти та документація Державної регіональної статистичної служби.

4. Зміст роботи: дослідження діяльності аграрного підприємства, розробка власної моделі, розгляд і створення прогнозу прибутку підприємства по окремим сільськогосподарським культурам.

5. Перелік ілюстративного матеріалу – презентація роботи.

6. Дата видачі завдання 21.05.2021.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ, огляд літератури стосовно даної проблематики	21.05.21-23.05.21	
2	Аналіз сучасного стану галузі	24.05.21-26.05.21	
3	Обробка статистичних даних	27.05.21-28.05.21	
4	Економічна постановка задачі	29.05.21-30.05.21	
5	Побудова прогностичної моделі	31.05.21-01.06.21	
6	Визначення алгоритму розв'язання	02.06.21-03.06.21	
7	Проведення висновків	04.06.21-05.06.21	
8	Оформлення дипломної роботи	06.06.21-07.06.21	
9	Подання закінченої роботи	08.06.21-08.06.21	

Студентка

Іванна ОРЕХОВА

Керівник

Ольга ЖУКОВСЬКА

РЕФЕРАТ

У даній роботі розглянуто діяльність сільського господарства в Україні. Проведено аналіз роботи сільськогосподарських підприємств в період до 2020 року та порівняно з періодом пандемії. Розглянуто діяльність на прикладі обраного підприємства, яке займається вирощенням, переробкою і продажем різних аграрних культур. Розроблено модель для прогнозування продажів за різними агрокультурами, а також досягнення максимального прибутку.

На прикладі різних агрокультур було проаналізовано їх реалізацію за період з січня 2006 по квітень 2021 року і спрогнозовано очікувану кількість продажу продукції та прибуток з них в наступні 6 місяців (з травня по жовтень 2021 року), проведено критичний аналіз перспектив моделювання прибутку сільськогосподарського підприємства в умовах пандемії на прикладі обраних сільськогосподарських культур.

Дослідження теми дає можливість дізнатись що саме очікувати підприємству, якщо COVID-19 продовжуватиме прогресувати у світі і як саме це впливає на розвиток сільського господарства в цілому.

Дипломна робота складається зі вступу, двох розділів, висновків, переліку джерел посилання та додатку.

Дипломна робота містить 76 сторінок, 15 ілюстрацій, 9 таблиць, 40 джерел літератури та 2 додатки.

Ключові слова: сільське господарство, сільськогосподарське виробництво, математичне моделювання, економіка України, мікроекономічне планування.

ABSTRACT

This graduate work considers the activities of agriculture in Ukraine. An analysis of the work of agricultural enterprises in the period up to 2020 and compared to the pandemic period. The activity on the example of the chosen enterprise which is engaged in cultivation, processing and sale of various agricultural crops is considered. A model has been developed for forecasting sales by different crops, as well as achieving maximum profits.

On the example of different crops, their implementation for the period from January 2006 to April 2021 was analyzed and the expected number of sales and profits from them in the next 6 months (from May to October 2021), a critical analysis of prospects for modeling the profits of agricultural enterprises pandemics on the example of selected crops.

Research on the topic provides an opportunity to learn what to expect if COVID-19 continues to progress in the world and how it affects the development of agriculture in general.

Thesis consists of an introduction, two sections, conclusions, a list of reference sources and an appendix.

Thesis contains 76 pages, 15 illustrations, 9 tables, 40 references and 2 appendices.

Key words: agriculture, agricultural production, mathematical modeling, economy of Ukraine, microeconomic planning.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ОГЛЯД ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ	9
1.1 Теоретичні засади моделювання сільського господарства	9
1.2 Характеристика сільськогосподарських підприємств в умовах пандемії	16
1.3 Аналіз моделей, що використовуються для моделювання діяльності сільськогосподарських підприємств	25
2 МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ АГРОПІДПРИЄМСТВА	32
2.1 Економічна постановка задачі	32
2.2 Моделювання доходу по різним видам культур	38
2.3 Реалізація задачі	40
ВИСНОВКИ	58
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	60
ДОДАТОК А	66
ДОДАТОК Б	72

ВСТУП

Сільське господарство є одним з найперспективніших галузей України. Це обумовлено тим, що наша держава має великі площі, 70% з яких займають саме сільськогосподарські угіддя. Також Україна має одні з найбільших запасів чорноземів у світі. Завдяки вигідному географічному положенню, наявності багатих ресурсів, країна знаходиться в ТОП-3 експортерів соняшникової олії та таких зернових культур, як пшениця, ячмінь, кукурудза, цукровий буряк тощо.

Усі вищевказані умови вказують на те, що сільське господарство відіграє дуже важливу роль у формуванні ВВП. Агросектор щорічно приносить близько 40% усієї валютного доходу, позитивно впливає на експорт, особливо після підписання Угоди про асоціацію між Україною та ЄС та імплементацію Угоди про поглиблену та всеосяжну зону вільної торгівлі з ЄС (ПВЗСТ) [1].

У міру того як COVID-19 продовжує поширюватися по всьому світу, важливо враховувати його справжні і потенційні наслідки для агропромислового сектору з точки зору як поставки продовольства, так і попиту на нього. Забезпечення безперервного функціонування глобальних і національних ланцюжків поставок продовольства матиме вирішальне значення для запобігання продовольчої кризи в країнах, які вже стикаються з проблемами продовольчої та харчової безпеки, і зменшення загального негативного впливу пандемії на світову економіку. Саме в цьому і полягає актуальність обраної теми.

Метою дослідження є побудова моделі для опису діяльності обраного агропідприємства, а саме розгляду прибутку, створення прогнозу очікуваного прибутку на наступні місяці по різних зерновим культурам.

Задля досягнення цілі у роботі передбачено вирішення таких **завдань**:

- дослідження стану сільського господарства в Україні за останні 5 років;
- дослідження впливу пандемії на діяльність обраного сільськогосподарського підприємства;
- проведення критичного аналізу перспектив моделювання прибутку сільськогосподарського підприємства в умовах пандемії на прикладі обраних сільськогосподарських культур.

Предметом дослідження є практичні і теоретичні питання процесу моделювання агропідприємства.

Об'єктом дослідження є процес моделювання діяльності сільськогосподарського підприємства в умовах пандемії.

Методи дослідження: метод Бокса-Дженкінса, методи оптимізації, метод експоненційного згладжування, двопараметричний метод Хольта, трипараметричний метод Хольта-Вінтерса.

Інформаційна база: Закони України, дані Державної служби статистики, наукові публікації, дослідження аналітичних центрів в напрямку сільського господарства.

1 ОГЛЯД ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Теоретичні засади моделювання сільського господарства

В економіці переважають кількісні закономірності, це відомий факт. Саме тому їх формалізують за допомогою математики. А причини використовувати математичні моделі щоб описати економічні процеси саме такі: перше – це те, що фізично-економічну модель побудувати нереально, так як у технічних науках фізично реальну копію версії економіки створити неможливо. Другу причину можна пояснити тим, що в економічній системі усі підсистеми та складові сильно взаємопов'язані, тому провести певні експерименти економічні неможливо.

В такому випадку, дослідники мають власний минулий досвід, а також інших людей; експерименти економіки і математичного моделювання. Тому моделі математичного характеру є найбільш відповідним методологічним методом аналізу.

Термін «модель» можна пояснити у вигляді об'єкта, який створює копію на подібі оригіналу зберігаючи і демонструючи найважливіші якості і особливості об'єкту під час дослідження.

Загалом, модель – це умовне зображення досліджуваного об'єкта, призначене для спрощення дослідження. Математична модель в економічній науці – це опис за допомогою математики економічного процесу або об'єкта, який створюється для цілей дослідження та управління. Іншими словами, це

математичний метод рішення проблем економічного характеру. Процес побудови моделі, перевірки та застосування її називається моделюванням. Згідно з визначенням моделі, головною особливістю моделювання є те, що завдяки моделюванню знання про об'єкти змінюються опосередковано. Модель – це унікальний метод пізнання, який дослідник розміщує між собою та досліджуваними об'єктами. При побудові моделі передбачається, що її безпосереднє вивчення дає нові знання про змодельований об'єкт. Тому в сучасних умовах основною метою економічних досліджень є побудова математичної моделі. Незважаючи на те, що такий підхід моделювання дійсно спрощує процес, він якісно аналізує зв'язки між виробництвом сільського господарства та державним регулюванням і відповідно надає кількісні оцінки.

Питанню економіко-математичного моделювання в управлінні виробництвом та господарською діяльністю присвятили свої роботи С.Н. Волков, А.А. Варламов, С.А. Царьов, тощо. Вони описали систему макроекономічних моделей для планування та аналізу розвитку агропромислового комплексу країни та регіону. За словами С.Н. Волкова: "Економіко-математичні дослідження в галузі землеустрою розвивались майже паралельно з подібними роботами з математичного моделювання економічних процесів у сільському господарстві як у часі, так і в глибині цих проблем. Єдиним винятком було те, що основою економічного та математичного моделювання було регулювання раціонального використання земель та вдосконалення питань. Різні компоненти та елементи проектів землеустрою»[3]. Такий підхід не дозволяє врахувати основні фактори, що впливають на управління виробництвом та господарську діяльність сільськогосподарських підприємств.

Оскільки земля як ресурс характеризується множинністю цінностей та способів роботи, всебічний багатогранний підхід до поняття «виробничо-

господарська діяльність» є необхідним інструментом для вивчення цієї природної складової [4]. Ось чому сучасні підходи до моделювання в сільському господарстві повинні бути спрямовані на розробку таких принципів управління, як системність та складність, та багатоваріантних обчислень шляхом запровадження системи економічних та математичних моделей.

Економіка сільського господарства відіграла ключову роль у розробці та застосуванні економетрики для цілей позитивного моделювання. Завдяки широкому розмаїттю досить конкурентоспроможних ринків товарів та великій кількості публічних даних, сільське господарство представило готову область застосування різних методів статистичної регресії в міру їх розробки. Моделі одночасних рівнянь легко розширювались для вирішення питань міжнародної торгівлі, оскільки вони ставали важливими. У багатьох випадках такі характеристики сільськогосподарського виробництва, як неоднорідність, недосконале передбачення цін на продукцію та виробничий ризик, мотивують розвиток та вдосконалення економетричних методів. З огляду на конкурентні умови, сільське господарство служило готовою лабораторією для застосування методів, які все частіше включали мікроекономічну теорію в специфікацію моделей, спочатку з первинним, а потім з подвійним підходом. В недавній час, коли контракти замінили операції на відкритому ринку, сільське господарство стало готовою лабораторією для застосування теорії ігор та основних моделей механізмів проектування механізмів, які зараз домінують у мікроекономічному аналізі.

Імітаційні моделі та нормативне моделювання

Найбільш ранніми та найпростішими матрично-орієнтованими моделями в економіці сільського господарства були вихідні моделі, розроблені нобелівським

лауреатом Василем Леонтьєвим. Його модель введення-виведення складається з квадратної матриці фіксованих коефіцієнтів вводу-виводу A для різних виробничих видів діяльності, таких як вектор виходів (поставок), s , точно дорівнює вектору входів (потреб), d . Рівновага задовольняє $(I - A)s = d$ (1.1), де I – ідентифікаційна матриця, а A_s – виробництво, що використовується як факторні входи для забезпечення надлишкової продукції s , необхідної для задоволення попиту d . Рішенням є унікальний набір рівнів активності, який точно задовольняє всі обмеження.

Для моделей сільськогосподарського виробництва таких моделей не вистачало, оскільки вони припускають, що всі ресурси повністю вичерпані і не оптимізують прибуток чи певний показник економічних вигод. Отже, основне використання вхідно-вихідних моделей було в регіональному плануванні та розвитку сільських територій, де економічні мультиплікатори представляють рівноважні вигоди від проекту, адже всі ефекти фільтруються через різні сектори цільової економіки. Лінійне програмування та інші методи математичного програмування краще підходять там, де цікавить оптимізація.

Моделі програмування були надзвичайно привабливими для тих, хто застосовує рішення, та економістів сільського господарства, пропонуючи практичні поради у галузі сільського господарства та регіонального розвитку сільського господарства, оскільки моделі легко зрозумілі для тих, хто приймає рішення, і вони потребують мало даних у порівнянні зі складними економетричними моделями. Вони представляють надзвичайно інтуїтивну технічну специфікацію фон Лібіха, де виробництво відповідає фіксованим коефіцієнтам вхід-вихід, але обмежене обмеженням ресурсів. Моделі програмування вимагають чіткої вказівки цілі директора, яка зазвичай визначається як максимізація прибутку, і вимагають знання всіх відповідних

обмежень та визначення випуску та прибутку. Найбільш основним та широко застосовуваним інструментом серед широкого кола математичних моделей програмування в економіці сільського господарства було лінійне програмування.

Лінійне програмування

Лінійне програмування є потужним інструментом для максимізації прибутку або очікуваного прибутку, коли особа, що приймає рішення, має сукупність потенційних виробничих видів діяльності, кожна з яких використовує різноманітні виробничі ресурси з фіксованими коефіцієнтами вхід-вихід, а виробничі ресурси доступні або у фіксованому постачанні, або можуть бути придбані за фіксованими цінами.

Лінійне програмування стало практичним із впровадженням симплекс-методу наприкінці 1940-х років, що дозволило вирішити проблему невеликою кількістю кроків, та розвитком комп'ютерів у 1950 – 1960-х роках.

Цілочисельне програмування

Корисним варіантом лінійного програмування є випадок, коли змінні рішення u повинні приймати цілі значення. Введене в 1958 р. Р.Е. Гоморі, цілочисельне програмування включає додаткові обмеження, що стосуються ріжучих площин, які змушують програму вирішувати цілі числа. Це було корисним нововведенням в економіці сільського господарства, оскільки дозволило обґрунтовано засвоїти впровадження технологій, що вимагають дискретних вкладень у машини або споруди, і дозволило оптимізувати транспортні витрати, коли зерно має перевозитися цілими вантажними, поїзними чи баржевими вантажами.

Квадратичне програмування та програмування ризиків

Оскільки використання лінійного програмування розширилось, його недоліки також стали очевидними. При застосуванні моделювання великих регіонів припущення про фіксовану ціну вхідних та вихідних матеріалів стало сумнівним. Якщо ціни варіюються залежно від лінійних поставок і вимог, такі що ціна вхідного матеріалу лінійно зростає в обсязі придбаної суми, а ціна виробленої продукції лінійно знижується у проданій кількості, тоді ціни йдуть $c_j = c_{j0} + c_{j1}x_j$ (1.2) або, загальніше, $c = c_0 + Cx^T$ (1.3), де c_0 – n -вектор з елементом c_{j0} , а C – матриця $n \times n$. Тоді проблема полягає в тому, щоб максимізувати $c^T x = c_0^T x + x^T C x$ (1.4) за умови $Ax \leq b$ і $x \geq 0$, що є квадратичною задачею.

Досить прямолінійне ітераційне узагальнення симплексного алгоритму зробило вирішення цієї задачі програмування можливим із збільшенням обчислювальної потужності, але відповідно оцінки систем попиту та пропозиції необхідні для представлення коефіцієнтів цільової функції. У сільськогосподарському застосуванні ці специфікації представляють системи постачання сільськогосподарських культур та продукції тваринництва та потреби в сільськогосподарських ресурсах, таких як насіння, добрива, пестициди тощо.

Іншим використанням квадратичного програмування було представлення неприхильності фермерів до ризику. Якщо фермери дисконтують очікуваний прибуток у деякій фіксованій пропорції до величини дисперсії прибутку, то критерій прийняття рішення є лінійним щодо середнього та дисперсії прибутку. Якщо c_0 – вектор середнього прибутку на одиницю різних виробничих видів діяльності, представлений x , а $C = -\varphi \Sigma$ (1.5), де φ – частка, на яку очікуваний прибуток дисконтується на одиницю дисперсії прибутку, а Σ – матриця коваріації

на одиницю прибуток від різної виробничої діяльності, тоді $c^T x = c_0^T x + x^T Cx$, як очікується, сукупний прибуток з урахуванням ризику, як правило, називається визначеністю еквівалентного прибутку. Такі моделі разом із технологічними обмеженнями, представленими $Ax \leq b$, були одними з найперших моделей, що використовувались для моделювання уподобань до ризику у сільськогосподарському виробництві. Пізніші адаптації лінеаризували врахування ризику, замінивши дисперсію цільової функції середнім значенням загальних абсолютних відхилень.

Нелінійне програмування

Одним із очевидних недоліків лінійного програмування було припущення про фіксовані коефіцієнти введення-виведення. В економічній науці гранична продуктивність, як вважають, зменшується. Тобто, де $Y = \int(x_1, \dots, x_n)$ являє собою виробничу функцію (x_i – кількість, використана для кожного вхідного фактора i , а y – кількість виробленої з цим продукції), практичні припущення полягають у тому, що f збільшується і увігнута в $x = (x_1, \dots, x_n)^T$, тобто гранична продуктивність є додатною, $\partial y / \partial x > 0$ і зменшується в x таким чином, що $\partial^2 y / \partial x^T \partial x$ є негативно визначеною матрицею.

Теоретична розробка пов'язаної з цим проблеми нелінійного програмування розпочалася з роботи Гарольда В. Куна та Альберта В. Таккера в 1951 р. Починаючи з проблеми мінімізації $f(x)$ за умови m обмежень виду $g_i(x) \leq 0, i = 1, \dots, m$, та обмеження невід'ємності $x \geq 0$, вони виявили, що необхідними та достатніми умовами оптимального рішення є

$$\nabla f(x) = \sum_{i=1}^m \lambda_i \nabla g_i(x), \quad (1.6)$$

$$\lambda_i g_i(x) = 0, i = 1, \dots, m,$$

де $\lambda_i \geq 0, i = 1, \dots, m$, – це тіньові значення відповідних обмежень ресурсів, а f , а g_i – безперервно диференційовані та увігнуті функції, що визначають нетривіальний та опуклий набір обмежень. Чисельні алгоритми були розроблені для пошуку таких рішень, і постійне зростання обчислювальної потужності зробило їх придатними для практичного застосування з початку 1970х. Хоча було зроблено багато емпіричних застосувань, загальність умов Куна-Таккера також виявилася корисною для теоретичних цілей.

В якості альтернативи, через складність нелінійного програмування на практиці, більшість чисельних застосувань в економіці сільського господарства покладаються на поодинокі лінійні наближення лінійних функцій, які можуть бути реалізовані низкою лінійних обмежень, доки (а) слабка увігнутість обмеження форми $g_i(x) \leq 0$ (слабка опуклість, якщо нерівність змінена) та (б) об'єктивний критерій $f(x)$, слабо опуклий (слабо увігнутий для мінімізації). Розширення зусиль в економіці сільського господарства виявило, що кускову лінійність набагато легше донести до широкої аудиторії, а також до науковців у галузі виробничих наук.

1.2 Характеристика сільськогосподарських підприємств в умовах пандемії

Незважаючи на зменшення частки глобальної зайнятості, сільськогосподарське виробництво продовжувало зростати. Окрім урбанізації та збільшення доходу на душу населення та можливостей експорту, трансформація

харчової системи створила нові робочі місця в більш широкому агропродовольчому секторі, який включає сільське господарство та суміжні несільськогосподарські сектори, такі як виробництво, виробництво, маркетинг продуктів харчування, транспорт та кулінарія . У агропродовольчому секторі вже працює більшість самозайнятих та найманих працівників у країнах, що розвиваються. Однак для багатьох із цих робочих місць на сьогодні характерна відсутність гідної роботи через слабкі інститути ринку праці, включаючи неефективні правоохоронні органи, слабкі органи інспекції праці та недостатнє дотримання; несприятливі умови для розробки проекту; низька продуктивність праці; зміна клімату; неформальне поширення бідної інфраструктури [14, с. 210]; обмежений доступ до соціального захисту та інших послуг, включаючи освіту та охорону здоров'я. Додаткові проблеми виникають в результаті збільшення впливу сільськогосподарських робітників на різні фактори ризику безпеки та здоров'я, екологічних та біологічних небезпек, у тому числі пов'язаних з хімічними речовинами, шумом, травмами опорно-рухового апарату, нагріванням тощо.

Працівники ферм часто бідні. Чверть працівників цього сектору живе в умовах крайньої бідності. Хоча вони відіграють важливу роль у національній економіці, пов'язуючи їх зі світовими моделями сільськогосподарського виробництва та торгівлі та живлячи світ, багато працівників сільського господарства та їхні сім'ї страждають від бідності та продовольчої незахищеності.

Хоча робочі місця в агропродовольчому секторі визнані важливими в контексті кризи COVID-19 у багатьох країнах, заходи, спрямовані на уповільнення пандемії, можуть створити додатковий тиск на здатність сектору продовжувати задовольняти попит, забезпечувати доходи та засоби до існування

і забезпечити безпеку. та здоров'я мільйонів працівників сільського господарства та виробників сільськогосподарської продукції. Вжиття термінових заходів для вирішення численних проблем гідної праці, з якими стикаються працівники сільського господарства, та покращення показників діяльності агропродовольчого сектору буде критично важливим для ефективного вирішення кризи як зараз, так і в майбутньому. Необхідно винести уроки з відповідних реакцій на епідемії в сільському господарстві для "більш стійкого відновлення". Не можна втрачати можливості, які виникають внаслідок технологічних інновацій та підвищення екологічної стійкості.

Пандемія коронавірусу впливає на експорт українських агропродовольчих товарів і завдає серйозного удару. Про це заявив генеральний директор агрохолдингів ІМК, президент асоціації "Український клуб агробізнесу" Олексій Лисиця.

Він зазначив, що карантин закінчується до квітня, і інша справа, якщо заходи безпеки триватимуть і після квітня. За його прогнозом, це буде саме так, тому можна припустити, що молочне виробництво та невеликі ферми з виробництва овочів, фруктів та ягід будуть на межі виживання, а деякі збанкрутують через зменшення на внутрішній попит.

Згідно з прогнозами провідних економістів світу, всебічна глобальна рецесія, в якій найбільші економіки світу обрушиться, розпочнеться через два-три місяці. Тому, за словами Лисиці, слід також очікувати впливу епідемії на експорт вітчизняних сільськогосподарських продуктів харчування.

"Український аграрний експорт є значною частиною всього українського експорту – більш \$ 20 млрд щорічно і тому навіть падіння на 10%, 15%, або 20% може становити до мінус \$ 4 млрд валютних надходжень до державної скарбниці. А це досить суттєвий показник для нашої слабкої економіки", – вважає Лисиця.

Через обмеження, пов'язаних з пандемією коронавірусу, в Україні закрили ринки. Фермери втратили звичайну можливість продавати овочі і фрукти.

Сучасна система сільськогосподарського виробництва в Україні є результатом адаптації аграрного сектору до реальних умов функціонування української економіки в умовах неформальних реформ. В результаті, з одного боку, прагнення сільськогосподарської еліти та капіталістів несільськогосподарського походження максимізувати прибуток від свого сільськогосподарського бізнесу, а з іншого боку, потреба в продовольчій самозабезпеченні громадян та виживанні села, охоплені надзвичайною бідністю, спричиненою перерозподілом ресурсів, поєднувалися під час аграрної реформи. Ситуація посилювалась через дискримінацію при розподілі доходів від сільськогосподарської діяльності селу та спробах запровадити продаж та купівлю землі. Хоча економічне зростання в аграрному секторі стало політичним пріоритетом, заходами щодо соціальної інтеграції селян та розвитку економіки сільських громад нехтують. Різке погіршення людського капіталу, відсутність раціонального стимулювання праці, велика поляризація доходів та соціальна диференціація стали перешкодами для формування відповідального власника та власника в сільському господарстві.

Результати трансформаційних процесів в аграрному секторі української економіки виявились суперечливими очікуванням. Одним із завдань аграрної реформи – залучення реального інвестора – виявилось розширення величезного капіталу українського сільського господарства та ринкової економіки, спотворене елементом масової корупції та переважним імпульсом «швидких грошей», сформувала специфічну модель аграрного сектору, відмінною рисою якої була його подвійна організаційна структура. У цій структурі виділяють два типи (сектори) виробників: компанії (агрохолдинги, вертикально інтегровані

структури, економічні спільноти тощо) та приватних осіб (справжні фермери та домогосподарства). подвійність приховує неоднакове становище різних типів виробників; Відносини між ними набувають антагоністичних рис, що виявляються в монополії на ринки ресурсів з боку корпоративного сектору, зокрема фінансових ринків, каналів збуту (ланцюжки створення вартості), вигідних цін, коштів державної підтримки, впливу на формування державної аграрної політики. Незважаючи на це, протягом усього періоду трансформації домогосподарства та сімейні ферми забезпечували виробництво більшої частини всієї сільськогосподарської продукції; У 2010 р. частка приватного та корпоративного секторів у собівартості цієї продукції становила 60-40%.

Загалом під впливом ринкових факторів в Україні була розроблена структура сільськогосподарського виробництва, в якій комерційні та індивідуальні господарства мають власні торгові точки. Корпоративні фермерські господарства виробляють найбільш комерційно привабливі та орієнтовані на експорт види продукції, тоді як окремі фермерські господарства, особливо побутові, є збитковими та трудомісткими – картопля, овочі, фрукти, молоко тощо. Вони зосереджені на самозабезпеченні продуктами харчування та упаковці місцевого продовольчого ринку. [11]

Обидва сектори сільськогосподарських виробників неоднорідні за складом, розмірами та динамікою. Зміни особливо помітні в корпоративному секторі, де з 2004 року спостерігається масштабна концентрація землекористування. Це проявляється як у збільшенні площі орендованої землі, так і в швидкому створенні нових агрохолдингів, вертикально та горизонтально інтегровані структури, до складу яких входять не тільки сільськогосподарські формації, а й переробні підприємства, елеватори, транспортні та торгові організації, наукові установи тощо. Площа земель цих структур становить десятки і сотні тисяч

гектарів, і вони монополізують вигоди від міжнародної торгівлі сільськогосподарськими та харчовими продуктами. Більшість із них використовують ІРО для залучення фінансових ресурсів для подальшого розвитку та розширення, а також можливості реєстрації материнської компанії в офшорному регіоні для покращення фінансових потоків.

У 2019 році, за різними оцінками, в Україні функціонувало 75 агрохолдингів, а їх консолідовані банки нерухомості становили близько 6 мільйонів гектарів, або 16% від загальної площі сільськогосподарських угідь, якими володіють та використовують компанії ЛН та громадяни. До 2015-2016 років агрохолдинги планували збільшити землекористування ще на 2-3 мільйони гектарів. Більша кількість сільськогосподарських угідь – більше половини – контролюється холдингами в Івано-Франківській, Тернопільській, Хмельницькій та Чернівецькій областях. У десяти областях у центрі, на заході та сході ця частка коливається від чверті до половини, у семи областях та в Автономній Республіці Крим частка коливається від 10 до 25%, і лише у трьох областях – Закарпатська, Одеська та Запорізька – менше 10%. Див. рис. (1.1).

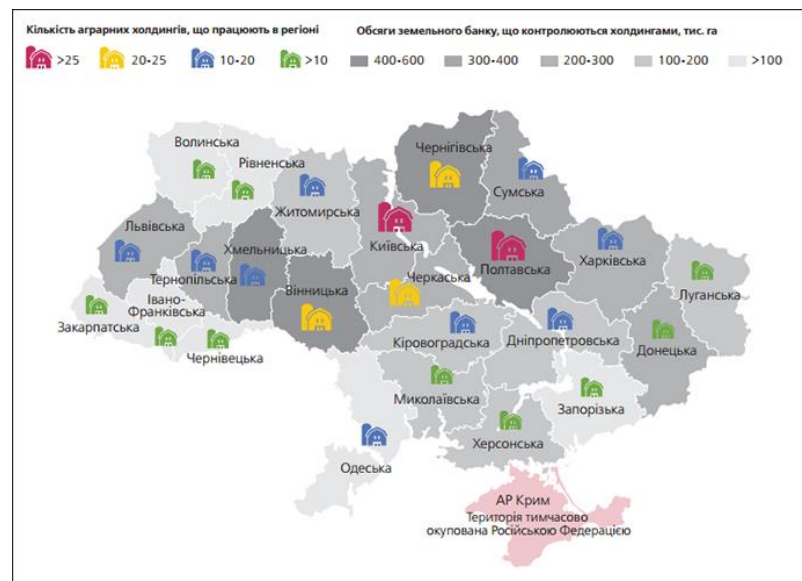


Рисунок 1.1 – Кількість агрохолдингів по регіонах України

Найбільші за розмірами землекористування агрохолдинги (від 400 до 600 тис. Га) розміщують своє виробництво в найбільш привабливих для сільського господарства регіонах – Полтавській, Вінницькій, Хмельницькій, Сумській та Чернігівській областях; від 200 до 400 тис. га – в Черкаській, Харківській, Тернопільській, Донецькій та Житомирській областях.

Характерною особливістю господарювання агрохолдингів є неповний обробіток контрольованих земель, що свідчить про накопичення земельних активів для подальшого перепродажу, а не агровиробництва. Так, за даними Eavex Capital, зібрана площа в 2010 році становила в ТОВ «Лендком» 39 тис. Га (52,7% від загальної), в ПрАТ «Сільськогосподарська виробнича фірма «Агротон» – 127 тис. Га (84,1%), в ПАТ «Дакор-Вест» – 82 тис. га (77,4%), в ТОВ «НВФ« Сінтал-Д » – 87 тис. га (86,1%) і т.д.

В індивідуальному секторі умови фермерських господарств поступово зміцнюються – частка виробленої ними сільськогосподарської продукції в їх загальній вартості зросла з 1,7% у 2000 році до 5,0% у 2020 році. Але зараз окремий сектор представлений переважно сім'ями 9 мільйонів сільських та міських сімей). Вона використовувала земельні ділянки, у тому числі 4500000 особистих селянських господарств), якій належить 55% від загального обсягу виробництва промисловості. [12]

У перехідний період держава створила найкращі умови для роботи та розвитку аграрного сектору для підприємств. В результаті, поряд з промисловим птахівництвом, з'явилося масштабне виробництво комерційно привабливих експортно-орієнтованих культур (зернових культур, насіння соняшнику, ріпаку). В таких умовах аграрні господарства, виробництво яких постійно збільшується, набувають дедалі більшої економічної та політичної влади. Уміло використовуючи стимули та податкові преференції, передбачені місцевим

законодавством для сільського господарства, ці економічні структури є придатною величиною, яка мала стати джерелом повного відтворення природних та соціальних ресурсів для сільських районів та покращення якості місцевих середовищ існування, але насправді вони були «вимиті» із села. [9]

З іншого боку, розвиток сімейного типу сільського господарства, представленого переважно в особистих селянських господарствах, гальмується збереженням ставлення до нього як до "допоміжного" та "неперспективного". Це знайшло своє відображення у формуванні ринкової інфраструктури та системі державної підтримки аграрного сектору, де селянські господарства практично не мають прямого доступу до нехтування потребами цих ферм у модернізації виробництва, якісному поліпшенні людського капіталу, отриманні справедливих цін та захист економічних та соціальних інтересів. з 3 100 000. Кількість зайнятих у сільськогосподарському секторі у 2010 р. становила близько 2 200 000. Вважалося, що вони працюють у приватних селянських господарствах, але їхня зайнятість неформальна, вони виходять за рамки системи соціального страхування. Ігнорування інтересів та потреб селянських господарств в аграрній політиці негативно позначається на відтворенні їх виробничих потужностей, які поступово занепадають.

Земельні відносини, зокрема скасування вакуфу та запровадження ринку землі, широко обговорюються різними класами суспільства. Уряд вважає ринок землі пріоритетом аграрної політики. У той же час, намагаючись пришвидшити скасування заморожування або зберегти статус-кво у відносинах на місцях, відбувається протистояння між різними економічними інтересами політичного тиску, великими корпоративними структурами та іншими гравцями, які набули впливу на харчових ринках та політиці. У цій боротьбі не враховуються питання раціонального використання природних ресурсів, землекористування та

існуючих суспільних інтересів, а також державні та приватні інтереси більшості громадян, зокрема сільського населення. [11]

Зростання в аграрному секторі, внаслідок концентрації землекористування, інтенсифікації сільськогосподарського виробництва та збільшення його експортного потенціалу, в Україні трактується як безсумнівно позитивний процес, що сприяє виходу країни з кризи. Але в той же час невідповідність отриманих результатів, серйозні викривлення та негативні тенденції в розвитку аграрного сектору, що формуються протягом останніх двох десятиліть, ігноруються.

Збільшення сукупного виробництва досягається за рахунок певних видів продукції – комерційно привабливих, але супроводжуваних викривленням галузевих структур та продуктів промисловості. Збільшення експорту зерна та олійних культур покращує імідж України як країни з низьким розвитком – постачальника сировини. Зі зростанням доходів сільгоспхолдингів, зернотрейдерів, переробних підприємств та інших представників агробізнесу збільшується фінансовий стік сільського сектору суспільства, вичерпується його потенціал розвитку, вичерпується саморозвиток сільських громад, а погіршення якості окремих деталей досягає тривожного рівня.

Офіційно рівень бідності серед сільського населення знижується. На це вплинуло збільшення мінімальної пенсії, що, враховуючи велику частку людей похилого віку серед сільського населення, сприяло зростанню загального рівня її доходів та витрат. Водночас частка витрат на харчування у структурі витрат сільських домогосподарств залишається на рівні 55-57%, що є показником високого рівня бідності з точки зору споживання. Останнє підтверджується також неякісними харчовими властивостями та дисбалансом у харчуванні. За

весь період аграрних реформ доступ сільського населення до основних споживчих товарів та послуг значно погіршився.

Таким чином, вітчизняна модель сільськогосподарського виробництва, сформована протягом останніх двох десятиліть, дозволяє досягти економічного зростання, а також забезпечити важливі фінансові результати для певного кола виробників. У той же час економічні основи життя сільського населення, відтворення селян та підтримання екологічної рівноваги виробляються недостатньо, а тип управління сім'єю, який більше спрямований на створення цих благ, недостатньо виробляється. Не отримує належного розвитку. Тому сучасна модель сільськогосподарського виробництва вимагає комплексної модернізації, що здійснюється на основі соціально-економічних принципів. [13]

1.3 Аналіз моделей, що використовуються для моделювання діяльності сільськогосподарських підприємств

В даний час аналітика домінує на фінансових ринках. Прогнозування коливань цін дозволяє організаціям брати участь необхідні дії для забезпечення економічної стабільності. Варіації цін є типовим явищем на сільськогосподарських ринках. Прогностична аналітика з використанням різних методів видобутку даних допомагає зрозуміти тенденції та сезонність дані про ціни. Важливість видобутку даних у сільському господарстві для прогнозування цін сільськогосподарських культур обговорюється, де ціни різних видів сільськогосподарських товарів на національному та міжнародному ринках прогнозували з використанням часових рядів такі моделі, як ARIMA, наївне, експоненційне згладжування тощо з кращою точністю. Застосування

прогнозування цін в сільському господарстві було обговорено з використанням експоненціального згладжування, ARIMA, експертного судження, економетричної моделі та складене прогнозування для прогнозування цін на свиней у США з прогнозами моделей ARIMA, що відповідають швидко до зміни ціни. Ціни на какао-боби в Малайзії прогнозували з використанням експоненціального згладжування, ARIMA, GARCH, варіація моделі ARMA на основі дисперсії помилок та гібридна модель ARIMA-GARCH. гібридна модель перевершила показники, засновані на RMSE, MAPE, MAE та Theil Statistics.

ANN дозволяє машині вивчати коливання та давати кращі результати прогнозу. Виконана штучна нейронна мережа краще, ніж статистичні методи - експоненціальне згладжування та ГРЗ. Модель MA для прогнозування експорту рису з Таїланду. Моделі RNN також використовувались для прогнозування ф'ючерсів на сиру нафту, цін на акції. Як дані часових рядів є послідовним і має часову залежність, використовується варіант повторюваної нейронної мережі, LSTM. LSTM знайдено бути кращою моделлю прогнозування роздрібною торгівлі порівняно з моделлю ARIMA. Виробництво пшениці в Пакистані було прогнозований за допомогою моделі прогнозування LSTM. Також широко використовується гібрид лінійних та нелінійних моделей. Поєднання ARIMA та нейронної мережі Ельмана (ENN) використовувались для прогнозування цін на свиней та ціни на ріпак у Німеччині. На основі результатів досліджень було встановлено, що моделі машинного навчання перевершують статистичні методи.

Моделі **ARIMA** теоретично є найзагальнішим класом моделей для прогнозування часових рядів, які можна зробити "стаціонарними" шляхом диференціювання (за необхідності), також можливо у поєднанні з нелінійними перетвореннями, такими як реєстрація або дефляція (за необхідності). Випадкова величина, яка є тимчасовим рядом, є нерухомою, якщо всі її статистичні

властивості постійні протягом часу. Стаціонарний ряд не має тенденції, його зміни навколо середнього значення мають постійну амплітуду, і він хитається послідовно, тобто його короткочасні випадкові часові структури завжди виглядають однаково в статистичному сенсі. Остання умова означає, що його автокореляція залишається незмінною протягом часу, або, що еквівалентно, його спектр потужності залишається незмінним протягом часу. Випадкову величину цієї форми можна розглядати як поєднання сигналу та шуму і сигнал може бути зразком швидкого або повільного середнього звороту, синусоїдальних коливань або швидкого чергування в знаку. Він також може мати сезонний компонент. Модель ARIMA можна розглядати як "фільтр", який намагається відокремити сигнал від шуму, а потім сигнал екстраполюється в майбутнє для отримання прогнозів.

ARIMA у своєму складі має 3 частини: частина AR, як різниця затримок (інтегрована), і частина MA, позначена як ARIMA (p, d, q), де p – к-сть термінів AR, d – порядок різниці запізнювання, і q – кількість певних термінів MA.

- AR: Значення прогнозу залежатиме від раніш відсталого значення, а саме як предиктора змінної.

- Інтегрований: для оформлення часового ряду як стаціонарного, потрібно застосувати різницю відставання до нестаціонарних часових рядів для оцінювання параметрів та вибирання моделі.

- MA: Значення предиктора визначаються минулими відсталими значеннями помилок.

Сезонна модель варіацій (**SARIMA**) – позначається як SARIMA (p, d, q) (P, D, Q), приміняється для даних, які мають тенденцію та сезонність. Окрім того, вона має у складі сезонну AP, сезонну різницю відставань та терміни MA (також

сезонні). У моделі P визначається як k -сть сезонних термінів AR, D – як порядок різниці сезонних відставань, а Q – як k -сть сезонних термінів MA.

- Сезонна AR: Змінні прогнозу – це значення, які відповідають значенням минулого року.

- Різниця сезонних затримок: різниця спостережного значення до значення у відповідно попередньому році.

Сезонна MA: значення помилок попереднього відповідного року (значення предиктора).

Модель SARIMA має вигляд в такому рівнянні (1.7):

$$\psi(B_h)\psi(B)\nabla_D^H\nabla_d X_t = \alpha + \theta(B_h)\theta(B)Z_t \quad (1.7)$$

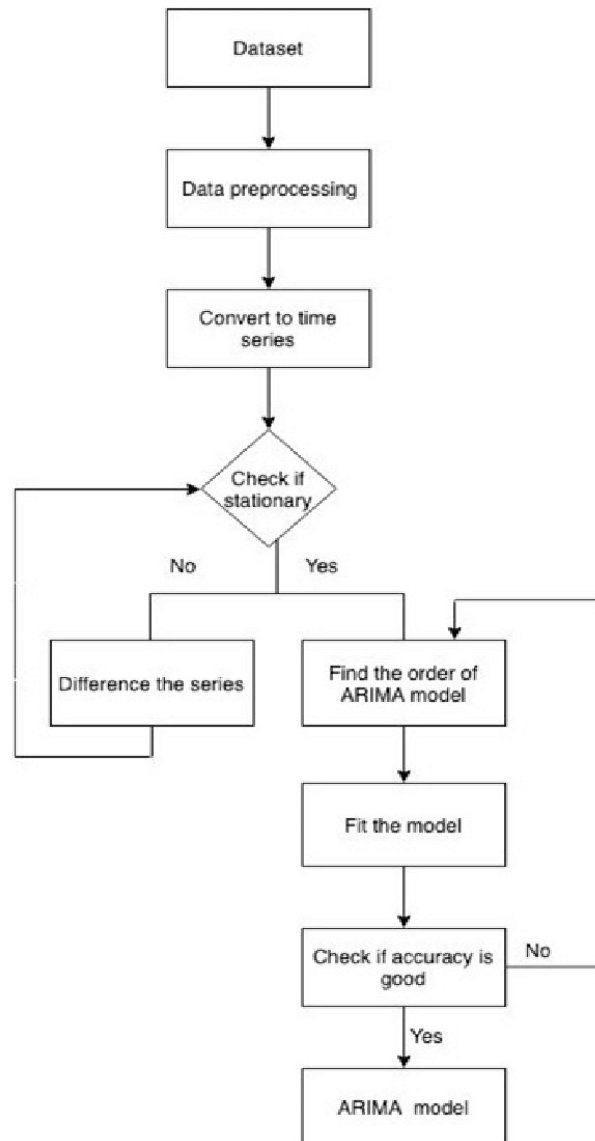


Рисунок 1.2 – Кроки вибору Бокса-Дженкінса

Сезонний метод Хольта-Вінтерса – різновид експоненціального згладжування, який використовують для сезонних даних. У методі Хольта-Вінтерса (потрійного експоненціального згладжування) ми додаємо сезонну складову до моделі лінійного тренду Хольта, тобто проводимо дослідження двох моделей: мультиплікативної сезонності та адитивної сезонної моделі. (1.8-1.11)

$$\widehat{Y}_{i-p} = (L_i + p * T_i) * S_{i-s+p}, \quad (1.8)$$

Експоненційно згладжені ряди:

$$\hat{y}_{0k} = \alpha y_k + (1 - \alpha)(\hat{y}_{0k-1} - t_{k-1}). \quad (1.9)$$

Тренд:

$$t_k = \beta(\hat{y}_{0k} - \hat{y}_{0k-1}) + (1 - \beta)t_{k-1}. \quad (1.10)$$

Сезонність:

$$s_k = \gamma \left(\frac{y_k}{\hat{y}_k} \right) + (1 - \gamma)s_{k-s}. \quad (1.11)$$

Модель глибокого навчання – LSTM – це модель машинного навчання, яка використовується для прогнозування. Довготривала тимчасова залежність є важливим аспектом, який слід враховувати в даних часових рядів. Хоча існує кілька інших прямих джерел контролювати нейронні мережі та моделі машинного навчання, такі як нейронна мережа Elmann, Support Vector Machine тощо. Для прогнозування часових рядів мережа управління зворотним зв'язком виявляється корисною, оскільки вона має стан пам'яті для врахування кореляції у відсталих значеннях. Оскільки RNN може використовувати дані послідовності як вхідні дані, це дуже корисно для часових рядів прогнозування.

Основним недоліком традиційної RNN є проблема зникаючого градієнта, коли градієнт зменшується і, нарешті, стає близьким до нуля. Ця проблема подолана за допомогою моделі мережі LSTM; тип RNN, який має пам'ять і забути клітинку. LSTM складається з операції читання, запису та видалення з використанням різних комірок у прихованих шарах увімкнені трьома воротами: вхідні ворота, вихідні ворота та забутні ворота Інформація переходить від одного шару до іншого через стан клітини. Перший крок – дозволити необхідній інформації проходити через стан комірки за допомогою забуття ворота. Ворота забуття складаються з сигмоподібного шару та точкового множення. У міру

виходу сигмовидної функції значення від 0 до 1, відповідна інформація зберігається, якщо значення 1, і видаляється, якщо значення дорівнює 0. Оновлення *state* дозволяє додавати нову інформацію за допомогою рівня *tanh*, що створює новий набір значень для оновлення та а сигмовидний шар вирішує значення, які потребують оновлення. Тепер новий стан клітини - це поєднання забуття та стан оновлення. Сигмоподібний шар у вихідному стані визначає інформацію в новому стані комірки, нормалізованому за допомогою шар *tanh* - необхідні для виведення.

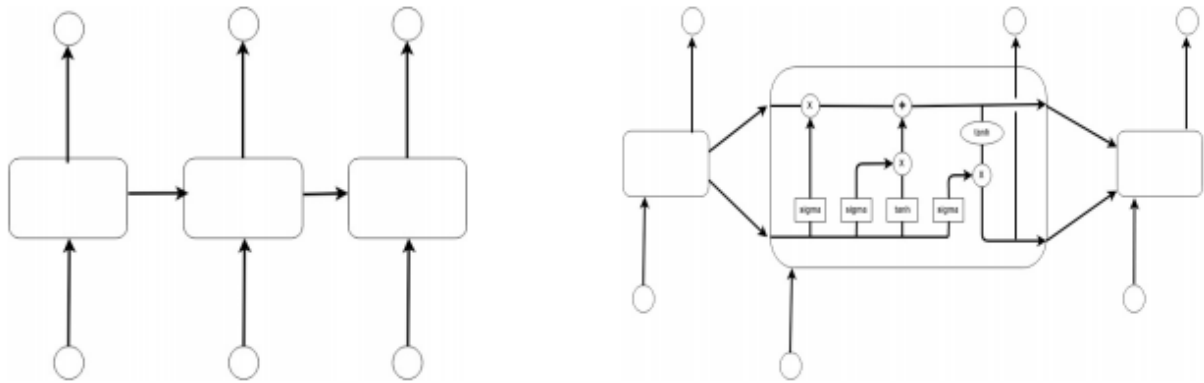


Рисунок 1.3 – модель RNN (зліва) та модель LSTM (справа)

2 МОДЕЛЮВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ АГРОПІДПРИЄМСТВА

2.1 Економічна постановка задачі

Застосування економіко-математичних моделей в управлінні виробничо-економічною діяльністю в сільському господарстві в період існування командно-адміністративної системи на рівні сільськогосподарського підприємства було безглуздо, так як основні параметри розвитку задавалися на макрорівні. Більшість сільськогосподарських організацій не застосовують в управлінні виробничо-економічною діяльністю математичні методи моделювання, сукупність яких носить назву економіко-математичного моделювання, так як існує безліч труднощів, що виникають при моделюванні сільськогосподарських систем, одні з найпоширеніших: складність процесу, велика кількість вихідної інформації.

Існує ще одна проблема – фінансування наукових досліджень, так у всіх розвинених країнах світу організація і фінансування прикладних наукових досліджень в галузі АПК максимально децентралізовані. Так, наприклад, в США держава робить значний внесок в розвиток аграрної науки – близько 1 млрд дол. на рік. Ці кошти складаються з коштів федерального бюджету (менше половини) і коштів бюджетів штатів (інше). Рішення щодо вибору напрямків розвитку управління виробничо-економічною діяльністю приймають виходячи з потреб фермерства під деяким контролем з боку держави.

Загальна класифікація економіко-математичних моделей використовуваних в сільському господарстві, постійно ускладнюється з огляду на

появу інноваційних типів. В роботі В.Є. Куликова подано класифікацію моделей за рядом ознак:

- за призначенням: теоретико-аналітичні (використовуються при вивченні загальних властивостей і закономірностей економічних процесів), прикладні (застосовуються у вирішенні конкретних економічних завдань);
- за ступенем агрегування: мікроекономічні (відображають діяльність сільськогосподарського підприємства), макроекономічні (відображають функціонування економіки як єдиного цілого);
- по конкретному призначенню: оптимізаційні моделі (необхідні для вибору найкращого варіанту з усіх існуючих), імітаційні (Необхідні для використання машинної імітації досліджуваних процесів), ігрові (необхідні для об'єкта моделювання при невизначеності досліджуваних параметрів);
- з обліку фактору часу: статичні, динамічні.

Розглянемо основні проблеми економіко-математичного моделювання економічних систем в сільському господарстві. Першою проблемою є складність обліку факторів, які в управлінні виробничо-економічною діяльністю класифікуються наступним чином:

- 1) природні, включають родючість ґрунтів;
- 2) кліматичні: температурні режими, рівень опадів і др.;
- 3) біологічні: сорти оброблюваних сільськогосподарських культур, якість насінневого матеріалу;
- 4) зоологічні: склад і структура стада, склад кормової бази;
- 5) агротехнічні: система сівозмін, терміни, технологію, якість сільськогосподарських робіт;
- 6) економічні – рівень організації та управління виробництвом, оснащеність технікою, трудовими, фінансовими ресурсами.

Другою найбільш гострою проблемою є вибір критерію оптимальності.

Саме тому необхідно розробляти комплексні економіко-математичні моделі для більш поглибленого вивчення показників, що впливають на управління виробничо-економічною діяльністю, що враховують різнобічні чинники, характеризують ефективність управління і рівень прибутковості.

Важливим резервом збереження і підвищення родючості ґрунту, які не потребують додаткових витрат є оптимізація структури посівних площ.

Для пошуку оптимального рішення розроблено економіко-математичну модель для знаходження прибутку.

Таким чином, цільова функція визначає максимум очікуваного прибутку, представляє різницю між доходом і сумою матеріальних витрат на її виробництво за L років, після базисного року. За базисний рік приймемо рік проведення оптимізації.

Математична постановка:

1. Знайти максимум цільової функції (формула (2.1)):

$$L(x) = B(x) - Z(x) \rightarrow \max, \quad (2.1)$$

де $B(x)$ – валовий дохід;

$Z(x)$ – витрати.

2. Структура валового доходу (формула (2.2)):

$$B(x) = \sum_{i,l} P_{i,l}^{(kul)} (h_{i,l} - y_{i,l}) + \sum_{i,l} P_{i,l}^{(kul2)} * z_{i,l}, \quad (2.2)$$

де $P_{i,l}^{(kul)}$ – ціна культури i в l -му році;

$h_{i,l}$ – обсяг збору i -ої культури в l -му році [ц];

$P_{i,l}^{(kul2)}$ – ціна обробленої культури в l -му році;

$z_{i,l}$ – обсяг обробленої i -ої культури в l -му році (ц);

$y_{i,l}$ – обсяг i -ої культури, що зіпсувалась під час зберігання [ц];

$k = 0, 1, \dots, k - 1$ – індекс категорії землі;

$i = 0, 1, \dots, I - 1$ – індекс сільськогосподарської культури;

$j = 0, 1, \dots, j - 1, j \neq i$ – індекс сільськогосподарської культури, яка росла на даній ділянці землі до культури i ;

$p = 0, 1, \dots, P_i - 1$, – кількість років, які i -та культура може рости на одному місці,

$l = 0, 1, \dots, L - 1$ – кількість років після базисного року, для яких проводиться оптимізація. Базисному року відповідає формальне значення.

3. Структура витрат у формулі (2.3).

Витрати пов'язані з виробництвом сільськогосподарських культур:

$$Z(x) = \sum_{k,i,l} C_{k,i,l}^z \sum_{i,p} x_{k,i,j,p,l} + \sum_{k,i,l} m_d + \sum_{i,l} v_{i,l} + \sum \Pi, \quad (2.3)$$

де $C_{k,i,l}^z$ – витрати на виробництво сільськогосподарської культури i на одному гектарі землі категорії k в l -му році;

$x_{k,i,j,p,l}$ – значення площ, займаних культурою i на землі категорії k ,

виростає p років після культури j в l -му році [га];

$v_{i,l}$ – витрати, пов'язані з обробкою культури;

m_d – витрати на зберігання в елеваторах,

Π – податки.

Значення багатьох зовнішніх параметрів, таких як врожайність і ціни, залежать від індексу l , тобто від року, і повинні бути прогнозовані на основі даних, наявних в базисному році. Прогноз буде змінюватися щороку, і тому оптимізація повинна повторюватися щороку перед посівною компанією, відповідно до нових реалій.

Однак це не скасовує корисності розрахунків на кілька років вперед, хоча б для того, щоб врахувати зміну врожайності при зміні культур.

Однією з головних завдань є введення системи обмежень у формулах (2.4–2.6), так як має існувати хоча б одне рішення задачі, яке задовольняє всім обмеженням.

Загальні обмеження мають вигляд:

$$x_{k,i,j,p,l} \geq 0, \quad (2.4)$$

$$y_{i,l} \geq 0, \quad (2.5)$$

$$z_{i,l} \geq 0. \quad (2.6)$$

У більш складних випадках необхідно знати прогноз зміни земельних ресурсів.

При цьому для коректного формулювання задачі оптимізації земельних ресурсів необхідно задати не просто зміну загальної площі земель, але й зміну площі земель під кожною культурою. Іноді це питання вирішується просто, наприклад, якщо відомо, що площі будуть збільшені за рахунок паїв. Іноді ситуація стає скрутною, наприклад, коли якась частина території буде відчужена.

Звернемо увагу, що рішення задачі оптимізації дає тільки значення площ, але не їх прив'язку до конкретної території. Прив'язка площ, зайнятих різними культурами, до карти місцевості є додатковим завданням.

Надалі будемо вважати, що зміна площі кожної культури під впливом зовнішніх чинників відома. Вона може бути визначена в результаті варіантних розрахунків.

Таким чином, площі, зайняті багаторічними культурами в кожному наступному році, не можуть перевищувати їх значень в попередньому році. Отримуємо обмеження, показане у формулі (2.7)

$$x_{k,i,j,p+1,l+1} \leq x_{k,i,j,p,l}. \quad (2.7)$$

Зрозуміло, однозначність виконується з точністю до положення ділянок в межах заданої площі, однак такого роду прив'язка до місцевості виходить за рамки задачі оптимізації. Процедура зменшення роздробленості ділянок, в поєднанні з іншими вимогами (зручності транспортування насіння і врожаю і т.д.) може привести до необхідності зміни оптимальних значень площ. Величина втрат, викликаних відхиленням від оптимальності, повинна бути оцінена чисельно, і на підставі цього має бути прийнято рішення, чи є такі втрати допустимими.

Для ефективної роботи будь-якого сільськогосподарського підприємства важливо раціональне співвідношення наявних ресурсів з кінцевим результатом діяльності. При недостатніх ресурсах неможливо збільшити обсяг випуску продукції рослинництва, що стримує зростання прибутку, а при надлишку ресурсів, витрати на їх зміст зменшують розмір чистого прибутку. Для пошуку оптимального рішення необхідне вдосконалення управління і оптимізація виробничо-економічної діяльності сільськогосподарських підприємств.

2.2 Моделювання доходу по різним видам культур

Роль прогнозування у процесі обґрунтування рішень важко переоцінити, адже від здатності підприємств передбачати майбутні перспективи розвитку, стан середовища, потенційні можливості та загрози залежить ефективність його діяльність, здатність до виживання у конкурентній боротьбі. Саме прогнози різного рівня та ступеня деталізації формують інформаційну основу для визначення ключових напрямів стратегічного та тактичного розвитку, планування господарських процесів.

Нажаль, застосування окремих методів прогнозування не приводить до оптимального і достатньо чіткого результату, оскільки прогнози можуть враховувати не тільки фактори, що впливають на предмет прогнозування, але і різні складові прогнозу, такі як його основна тенденція розвитку, сезонна і циклічна структура, випадкові компоненти тощо.

Одними з методів, які враховують різні складові є методи Хольта та Хольта-Вінтерса.

Метод Хольта використовується для прогнозування часових рядів, коли є тенденція до зростання або падіння значень часового ряду. А також для рядів, коли дані є не за повний цикл, і сезонність ще не виділити (наприклад, за неповний рік для прогнозу по місяцях). У запропонованому алгоритмі значення рівня та тренду згладжуються за допомогою експоненціального згладжування. Якщо часовий ряд має тенденцію до зростання або падіння, то разом з оцінкою поточного рівня ряду (як в простому експоненціальному згладжуванні) варто виділити тренд. Для управління рівнем і нахилом в моделі Хольта вводиться 2 коефіцієнта згладжування – коефіцієнт згладжування ряду і тренду. Причому параметри згладжування у них різні. (формули 2.8-2.10)

$$\hat{y}_{0k} = \alpha y_k + (1 - \alpha)(\hat{y}_{0k-1} - t_{k-1}), \quad (2.8)$$

$$t_k = \beta(\hat{y}_{0k} - \hat{y}_{0k-1}) + (1 - \beta)t_{k-1}, \quad (2.9)$$

$$\hat{y}_{k+p} = \hat{y}_{0k} + pt_k, \quad (2.10)$$

де \hat{y}_{0k} – згладжувана величина на даний період,

α – коефіцієнт згладжування ряду,

y_k – поточне значення ряду,

\hat{y}_{0k-1} – згладжена величина на попередній період,

t_{k-1} – значення тренду за попередній період,

β – коефіцієнт згладжування тренду,

\hat{y}_{k+p} – прогноз на p періодів,

p – порядковий номер періоду, на який робимо прогноз,

t_k – тренд за останній період.

Побудова прогнозу за методом Хольта:

1. Розраховуємо експоненціально-згладжений ряд та визначаємо значення тренду за формулами (2.8), (2.9). Коефіцієнт згладжування ряду α і коефіцієнт згладжування тренду β покладемо будь-які в межах від 0 до 1.

2. Робимо прогноз використовуючи формулу (2.10).

Оцінка точності моделі Хольта та визначення оптимальних коефіцієнтів згладжування ряду й тренду:

1. Розрахуємо значення прогнозної моделі. Розраховуємо прогноз на 1 крок вперед для кожного місяця, коли дані нам відомі.

2. Визначимо помилку моделі.

3. Розрахуємо показник точність прогнозу.
4. Підберемо оптимальні коефіцієнти згладжування ряду і тренду.

Точність прогнозу визначаємо за формулою(2.11)

$$1 - \frac{\sum_{i=2}^n \frac{(y_i - \hat{y}_i)^2}{y_i^2}}{n-1}. \quad (2.11)$$

2.3 Реалізація задачі

Пандемія по-різному впливає на продаж агрокультур. Якщо розглянути статистику продажу таких культур, як пшениця, овес і пшоно – можна зробити висновок, що попит на них із карантинном лише збільшився. Люди сидять вдома, доходи зменшились, отже, люди почали менше витратити коштів на дорогу їжу, більше купувати доступні по ціні продукти, при цьому почали більше вживати їжі через те, що мають менше обов'язків і справ і більше вільного часу.

Щодо дорогих агрокультур – як щодо гречки, зеленої гречки, бурого рису, тощо – попит на них дещо зменшився через вищевказані причини.

Для прогнозу ми розглянемо зерно, яке є найбільш популярним і доступним для людей у вигляді борошна, круп, також яке використовують як корм для різних птиць.

Для чимдуж детального прогнозу, розглянемо продажі пшениці за останніх 15 років, а саме за період 2006-2021 років та врахуємо останні дані за січень-квітень 2021 року.

За основу взяті дані агрохолдингу з земельним банком в 150 000 га за

реалізацію пшениці з січня 2006 по квітень 2021 року.

Таблиця 2.1 – Приклад реалізації пшениці за період з 01.01.2018 по 01.04.2021 роки

Дата	Реалізовано пшениці, тон
01.01.2018	1876,75
01.02.2018	2058,00
01.03.2018	2504,00
01.04.2018	1917,90
01.05.2018	1513,30
01.06.2018	1524,90
01.07.2018	3067,25
01.08.2018	3305,35
01.09.2018	4267,00
01.10.2018	5193,90
01.11.2018	4689,00
01.12.2018	4293,31

Дата	Реалізовано пшениці, тон
01.01.2019	2359,50
01.02.2019	2568,00
01.03.2019	2673,00
01.04.2019	2382,90
01.05.2019	2312,60
01.06.2019	1937,75
01.07.2019	3562,35
01.08.2019	3687,10
01.09.2019	4461,10
01.10.2019	5583,90
01.11.2019	5392,15
01.12.2019	4901,31

Дата	Реалізовано пшениці, тон
01.01.2020	2786,06
01.02.2020	2791,59
01.03.2020	3719,15
01.04.2020	1214,60
01.05.2020	1609,35
01.06.2020	1492,70
01.07.2020	3331,65
01.08.2020	4511,60
01.09.2020	5219,35
01.10.2020	5901,27
01.11.2020	5316,48
01.12.2020	5169,00
01.01.2021	3714,00
01.02.2021	3282,00
01.03.2021	3356,00
01.04.2021	2982,00

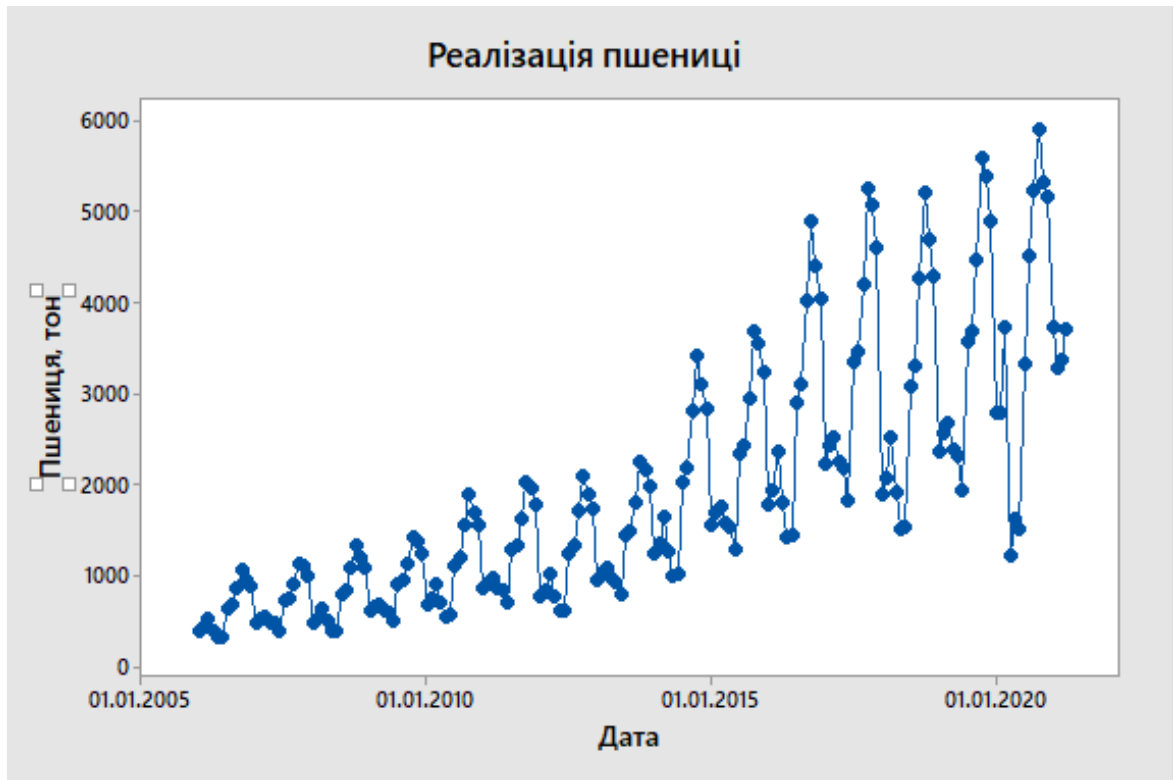


Рисунок 2.1 – Початкові дані реалізації пшениці

Перевіримо початкові дані на наявність аномальних викидів за допомогою методу Ірвіна. Для цього були розраховані значення критерію Ірвіна за формулою:

$$I_i = \frac{|y_i - y_{i-1}|}{\sigma}$$

Де σ – середньоквадратичне відхилення, що було розраховано за допомогою вбудованою функції Excel «СТАНДОТКЛОН.В».

Далі отримані значення порівнюються з табличним при рівні значущості 0,01. Так як наша вибірка включає в себе 184 значення, то табличне значення розраховується за формулою:

$$I_{гр}(0,99) = 3 * n^{(-0.5)} + 1.15,$$

де n – кількість значень.

Значення $I_{гр}(0,99) = 1,37116$.

Метод Ірвіна показав, що ми маємо три аномальні викид станом на:

01.01.2019 = 1,41112627,

01.01.2020 = 1,543522354,

01.04.2020 = 1,82760266.

Усуваємо за допомогою знаходження середнього арифметичного двох сусідніх значень:

$$\frac{4293,31 + 2568,00}{2} = 3430,66$$

$$\frac{4901,31 + 2791,59}{2} = 3846,45$$

$$\frac{3719,15 + 1609,35}{2} = 2664,25$$

01.02.20	2791,59	323920,861	0,004126
01.03.20	3719,15	128466,360	0,692667
01.04.20	1214,60	4605865,214	1,870300
01.05.20	1609,35	3067324,753	0,294784
01.06.20	1492,70	3489528,453	0,087110

Рисунок 2.2 – Приклад аномального викиду за 01.04.2020

Наступний крок – перевірка наявності тренду. За допомогою методу Фостера-Стюарта перевіримо тренд.

Даний метод заснований на аналізі двох величин S і d , які визначаються наступним чином:

$$c = \sum c_t, \quad c_t = k_t + l_t$$

$$d = \sum d_t, \quad d_t = k_t - l_t$$

Значення k і l визначаються при послідовному порівнянні рівнів динамічного ряду.

$$k_t = \begin{cases} 1, \text{ якщо } y_t > y_{t-1} > \dots > y_1 \\ 0 \text{ в усіх інших випадках} \end{cases}$$

$$l_t = \begin{cases} 1, \text{ якщо } y_t < y_{t-1} < \dots < y_1 \\ 0 \text{ в усіх інших випадках} \end{cases}$$

Після розрахунку фактичних значень c і d перевіряється нульова гіпотеза:

- для d : $t_{\text{розр}} = \frac{|d|}{\sigma_2}$

- для c : $t_{\text{розр}} = \frac{|c-\mu|}{\sigma_1}$

Де, μ – математичне сподівання, а σ – середньоквадратичне відхилення.

табличні дані	
n	184
μ	11,5897
σ_1	2,24314
σ_2	3,40437
T_c	5,08674
T_d	6,16854
t стьюд.	2,60311

Рисунок 2.3 – Перевірка на наявність тренду

T_c і T_d більші за табличні значення, отже ми маємо яскраво виражений тренд.

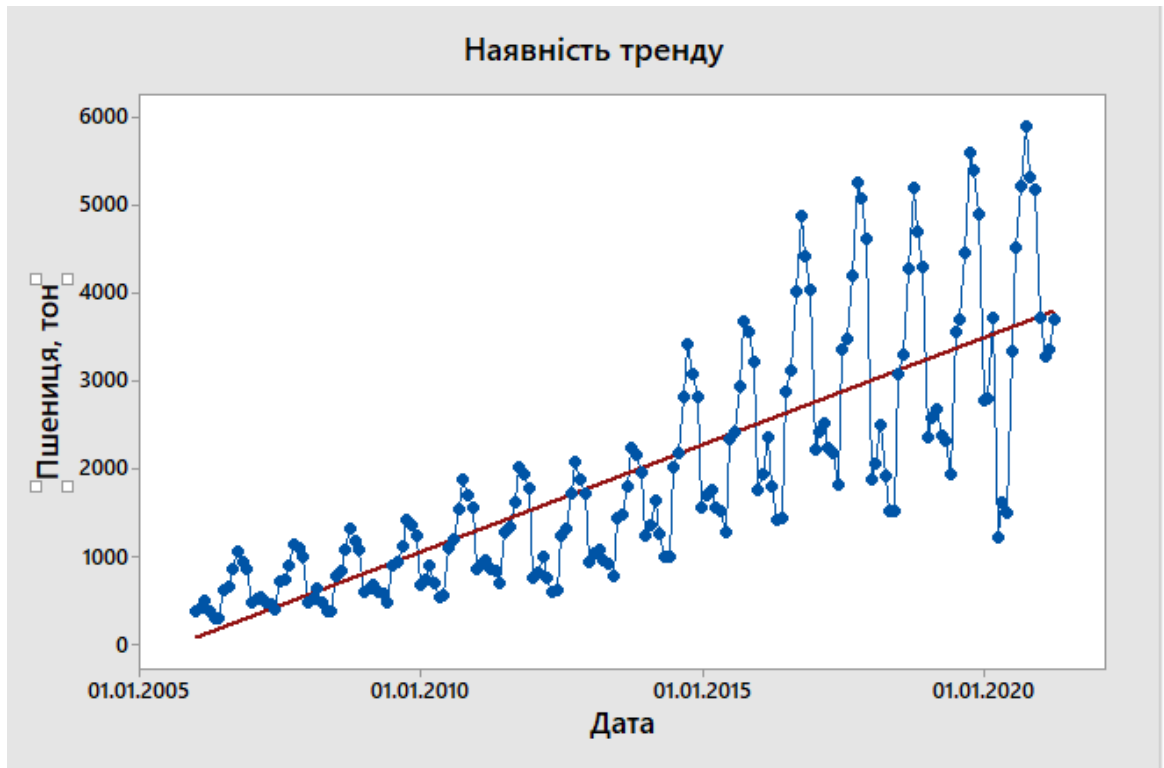


Рисунок 2.4 – Наявність тренду

Наступним кроком проводимо **аналіз сезонності**.

Для аналізу сезонності часового ряду розрахуємо помісячний індекс сезонності за формулою:

$$I_c = \frac{\bar{y}_l}{\bar{y}}$$

де I_c — індекс сезонності;

\bar{y}_l — середні місячні (або квартальні) значення рівнів;

\bar{y} — загальна середня.



Рисунок 2.5 – Сезонність продажів пшениці 2006-2021

Отже, з графіка можемо зробити висновок, що часовий ряд має чітку сезонність. Тому ми використовуватимемо для розрахунку метод Хольта-Вінтерса.

Метод Хольта-Вінтерса – це трипараметрична модель прогнозу, яка враховує:

- згладжений експонентний ряд;
- тренд;
- сезонність.

Система рівнянь, що описує метод Вінтерса виглядає наступним чином:

1. Експоненційно згладжені ряди (2.12):

$$\hat{y}_{0k} = \alpha y_k + (1 - \alpha)(\hat{y}_{0k-1} - t_{k-1}). \quad (2.12)$$

2. Оцінка тренду (2.13):

$$t_k = \beta(\hat{y}_{0k} - \hat{y}_{0k-1}) + (1 - \beta)t_{k-1}. \quad (2.13)$$

3. Оцінка сезонності (2.14):

$$s_k = \gamma \left(\frac{y_k}{\hat{y}_k} \right) + (1 - \gamma)s_{k-s}. \quad (2.14)$$

4. Прогноз на p кроків вперед (2.15):

$$\hat{y}_{k+p} = (\hat{y}_k + pt_k)s_{k-s+p}, \quad (2.15)$$

де β – коефіцієнт згладжування тренду;

\hat{y}_{k+p} – прогноз на p кроків;

p – порядковий номер кроку, на який створюється прогноз,

t_k – значення тренду;

γ – константа згладжування циклів з періодом s ;

s_{k-s} – коефіцієнт сезонності попереднього періоду (сезонність в першому і другому періоді дорівнює 1);

\hat{y}_k – експоненціально згладжена величина;

α – коефіцієнт згладжування ряду;

y_k – поточне значення ряду.

Коефіцієнт згладжування ряду α , коефіцієнт згладжування тренду β , константу γ згладжування циклів задаємо в діапазоні від 0 до 1. Для досягнення максимальної точності прогнозу після походження всього алгоритму визначимо оптимальні значення коефіцієнтів сценарним методом.

1. Розраховуємо експоненційно-згладжений ряд за формулою (2.12).

Для першого періоду на початку даних експоненційно-згладжуваний ряд дорівнює першому значенню ряду $\widehat{y}_1^1 = y_1^1$. Сезонність в першому періоді $S[k-s]$ дорівнює 1.

2. Визначаємо значення тренду за формулою (2.13). Значення тренду для першого значення ряду дорівнює $t_1^1 = 0$.

3. Оцінюємо сезонність. Для першого періоду сезонність покладаємо 1. Для другого оцінюємо сезонність за формулою (2.14).

4. Прогноз на p періодів наперед розраховуємо за формулою (2.15).

Прогноз на p періодів вперед розраховується за формулою (2.16):

$$\widehat{Y}_{i-p} = (L_i + p * T_i) * S_{i-s+p}, \quad (2.16)$$

де Y_{i-p} – прогноз по методу Хольта-Вінтерса на p періодів вперед;

S_{i-s+p} – коефіцієнт сезонності за цей же період в останньому сезоні.

Проаналізуємо і складемо прогноз динаміки реалізації пшениці за 2006-2021 роки з використанням даного методу. (Прогноз складаємо на 6 кроків – тобто на період з травня по жовтень з тенденцією продовження карантину). Див. табл. 2.2. Повна таблиця знаходження прогнозу в додатку А.

Таблиця 2.2 – Знаходження прогнозних значень реалізації пшениці

Пошук прогнозних значень						α	0,65395
	n	y_k	\hat{y}_{0k}	t_k	S_k	β	0,46311
01.01.2006	1	379,66	379,66	0	1	γ	0,64695
01.02.2006	2	416,32	403,6365231	16,9804	1		
01.03.2006	3	506,55	476,8114894	43,0046	1,04035		
01.04.2006	4	387,98	423,7636801	-1,47812	0,95962		
01.05.2006	5	306,13	354,7526229	-32,7532	0,89708		
01.06.2006	6	308,48	336,3031126	-26,129	0,91014		
01.07.2006	7	620,49	553,1676889	86,4034	1,04701		
01.08.2006	8	668,66	638,9581309	86,1195	1,04667		
01.09.2006	9	863,19	790,2302748	116,292	1,07621		
01.10.2006	10	1050,70	952,1518951	137,424	1,09387		
01.11.2006	11	948,56	944,1300962	70,0666	1,03618		
01.12.2006	12	868,52	899,0992822	16,764	0,99077		
01.01.2007	13	477,32	631,9844334	-114,703	0,83841		
01.02.2007	14	519,49	584,2054859	-83,7098	0,87129		
01.03.2007	15	540,74	579,047923	-47,3316	0,91175		
01.04.2007	16	482,05	529,7477562	-48,2432	0,91059		
01.05.2007	17	467,83	502,5991668	-38,4741	0,92368		
01.06.2007	18	391,998	438,139102	-50,5084	0,90492		
01.07.2007	19	720,647	654,9208449	73,276	1,03136		
01.08.2007	20	745,884	724,9318071	71,7639	1,02977		

Таблиця 2.3 – Прогнозовані показники реалізації пшениці, тон

Дата	Прогноз реалізації пшениці, тон
01.05.2021	2916,546925
01.06.2021	2983,65227
01.07.2021	3506,261214
01.08.2021	4826,196981
01.09.2021	5613,863805
01.10.2021	6170,756337

Отже, за результатами ми можемо спостерігати, що при ситуації, яку ми маємо на сьогоднішній день попит на пшеницю лише збільшуватиметься, тому й реалізація пшениці збільшуватиметься в об'ємі.

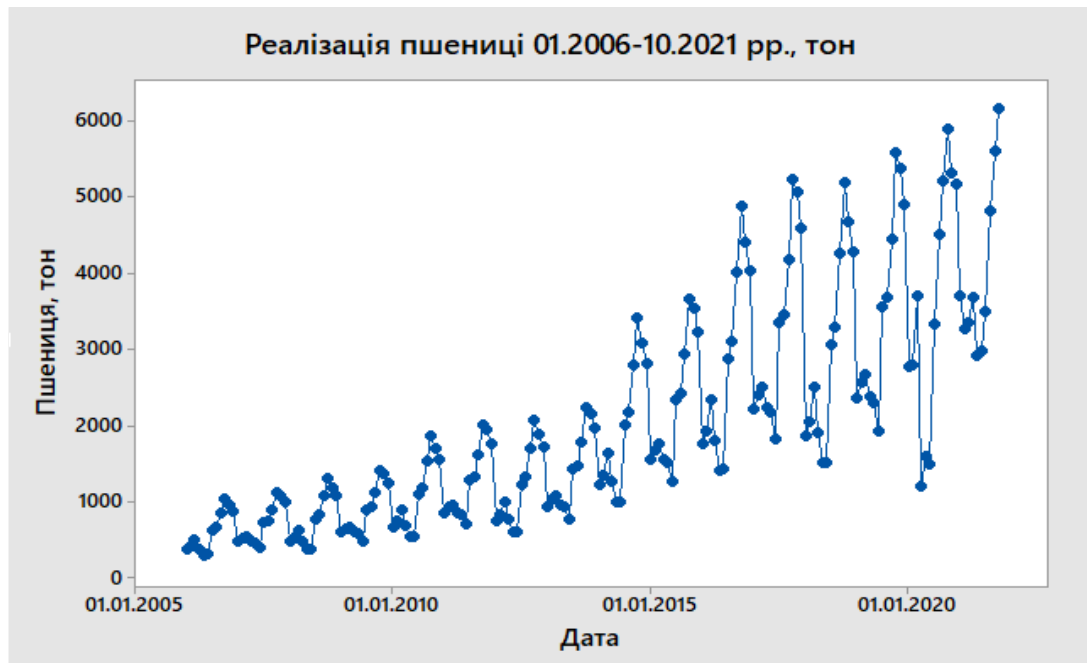


Рисунок 2.6 – Попит на пшеницю в період з 01.2006 по 10.2021

Наступним кроком рахуємо відсоток похибки і за допомогою функції «Пошуку рішення» зводимо її до мінімуму. Завдяки цьому отримуємо точність прогнозу 99,7% і значення:

Таблиця 2.4 – Значення α , β , γ .

α	0,65395
β	0,463109
γ	0,646951

Порахуємо за моделлю очікуваний прибуток (за середньою на ринку ціною 275\$ за 1т пшениці):

$$Z(x) = 280 * 27,2 - 241,4 * 27,2 = 1050 \text{ грн. (з 1 тони)}$$

Отже, очікуваний прибуток:

$$\text{на 01.05.2021} = 1050 * 2916,546925 = 3\,062\,374 \text{ грн.}$$

$$\text{на 01.06.2021} = 1050 * 2983,65227 = 3\,132\,835 \text{ грн.}$$

$$\text{на 01.07.2021} = 1050 * 3506,261214 = 3\,681\,574 \text{ грн.}$$

$$\text{на 01.08.2021} = 1050 * 4826,196981 = 5\,067\,507 \text{ грн.}$$

$$\text{на 01.09.2021} = 1050 * 5613,863805 = 5\,894\,557 \text{ грн.}$$

$$\text{на 01.10.2021} = 1050 * 6170,756337 = 6\,479\,294 \text{ грн.}$$

Наступним кроком визначаємо прогнозування реалізації кукурудзи, за той же період, що і пшеницю. За основу в розрахунках взяті дані з Державного сайту статистики за січень 2006 – лютий 2021 років, частина яких вказана в табл. (2.7).

Таблиця 2.5 – Реалізація кукурудзи за 2018-2020 роки

Рік	Сезонність	Обсяг реалізованої кукурудзи, кг
2018	Січень	3 753 500
	Лютий	4 116 000
	Березень	5 008 000
	Квітень	3 835 800
	Травень	3 026 600
	Червень	3 049 800
	Липень	6 134 500
	Серпень	6 610 600
	Вересень	8 534 000
	Жовтень	10 387 800
	Листопад	9 378 000
	Грудень	9 814 100

Рік	Сезонність	Обсяг реалізованої кукурудзи, кг
2019	Січень	4 719 000
	Лютий	5 136 000
	Березень	5 346 000
	Квітень	4 765 800
	Травень	4 625 200
	Червень	3 875 500
	Липень	7 124 700
	Серпень	7 374 200
	Вересень	8 922 200
	Жовтень	11 167 800
	Листопад	10 784 300
	Грудень	11 220 300

Продовження табл. 2.5

Рік	Сезонність	Обсяг реалізованої кукурудзи, кг
2020	Січень	5 143 500
	Лютий	5 153 700
	Березень	7 438 300
	Квітень	2 429 200
	Травень	3 218 700
	Червень	2 985 400
	Липень	6 663 300
	Серпень	6 767 400
	Вересень	7 368 500
	Жовтень	8 851 900
	Листопад	8 940 900



Рисунок 2.7 – Реалізація кукурудзи в період з 2006 по 2021 рік

Перевіряємо часовий ряд на аномальні викиди за методом Ірвіна.

Значення $I_{гр}(0,99) = 1,37116$.

Метод Ірвіна показав, що ми маємо п'ять аномальних викидів.

Таблиця 2.6 – Аномальні викиди часового ряду.

Дата	Кукурудза, тон	$(y_i - \bar{y})^2$	I_i
01.01.2016	3528,29	30260,963	1,679068898
01.02.2017	4786,03	1174581,785	1,707141273
01.01.2018	3753,50	2626,892	2,813750658
01.02.2019	5091,52	1930077,787	1,816107737
01.03.2020	3360,94	116488,281	1,652066162

Усуваємо за допомогою знаходження середнього арифметичного двох сусідніх значень:

$$\frac{8734,07 + 3528,29}{2} = 6131,18$$

$$\frac{10078,84 + 2244,88}{2} = 6161,86$$

$$\frac{12477,24 + 3753,50}{2} = 8115,37$$

$$\frac{10722,17 + 2388,17}{2} = 6555,17$$

$$\frac{8483 + 4441}{2} = 6462,00$$

Перевіряємо наявність тренду за методом Фостера-Стюарта та отримуємо виражену наявність тренду.

табличні дані	
n	184
μ	11,5897
σ_1	2,24314
σ_2	3,40437
T_c	5,53254
T_d	4,11236
t стьюд.	2,60311

Рисунок 2.8 – Розрахунки наявності тренду

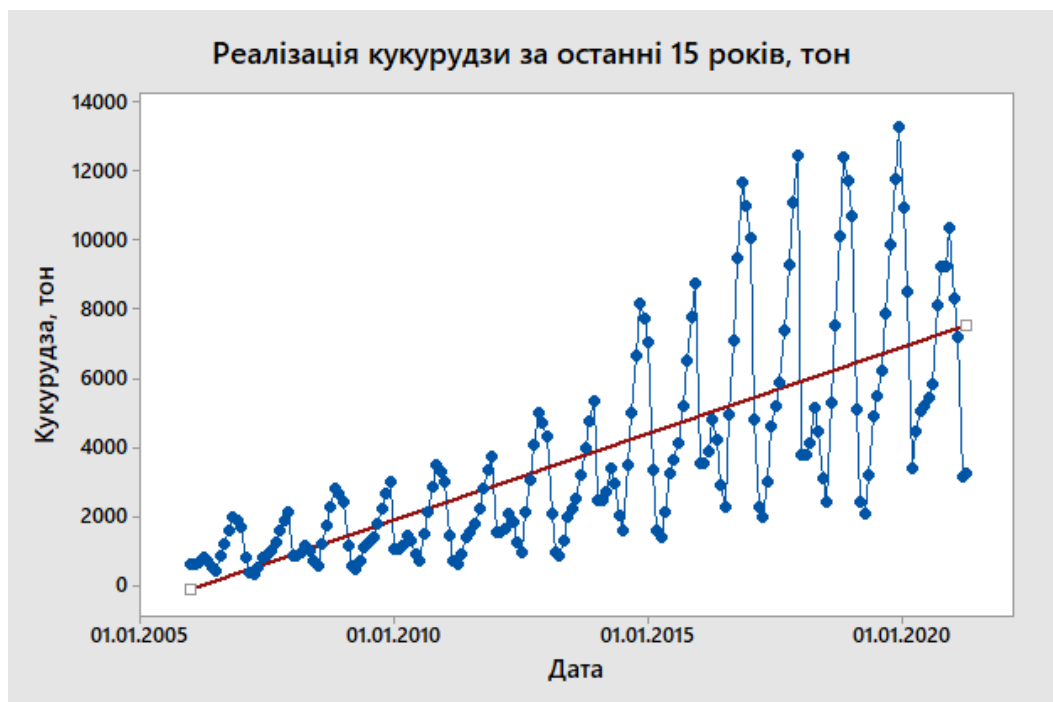


Рисунок 2.9 – Наявність тренду

Далі перевіряємо часовий ряд на наявність сезону, як і в минулих розрахунках.



Рисунок 2.10 – Показники сезонності продажу кукурудзи

Отже, ми маємо сезонні продажі продукту, тому використовуватимемо метод Хольта-Вінтерса, як і в минулому прикладі. Розраховуємо значення на 6 кроків, тобто прогнозуємо продажі кукурудзи в період з травня по жовтень 2021 року. Детальніше розрахунок в додатку Б.

Пошук прогнозних значень							
	n	y_k	\hat{y}_{0k}	t_k	s_k	α	0,74337
01.01.2006	1	1026,26	379,66	0	1	θ	0,26087
01.02.2006	2	590,58	536,4518681	-113,658	1	γ	0,51841
01.03.2006	3	644,76	587,800426	-70,612	1,05024		
01.04.2006	4	806,47	703,5547319	-21,994	1,10003		
01.05.2006	5	703,78	650,5062623	-30,0953	1,09063		
01.06.2006	6	486,37	490,7237368	-63,9272	1,03905		
01.07.2006	7	376,56	378,9317967	-76,4138	1,01556		
01.08.2006	8	829,22	684,6117271	23,2641	1,11699		
01.09.2006	9	1187,93	972,2384455	92,2292	1,17135		
01.10.2006	10	1588,25	1281,123949	148,749	1,2068		
01.11.2006	11	1955,04	1571,218849	185,622	1,22623		
01.12.2006	12	1843,21	1568,256644	136,426	1,19984		
01.01.2007	13	1687,04	1482,686483	78,513	1,16769		
01.02.2007	14	1031,40	1057,251114	-52,9536	1,06808		

Рисунок 2.11 – Розрахунки прогнозу продажу кукурудзи

Таблиця 2.7 – Результати прогнозу

Дата	Прогноз реалізації кукурудзи, тон
01.05.2021	3725,44
01.06.2021	4233,08
01.07.2021	4825,33
01.08.2021	5745,64
01.09.2021	8764,55
01.10.2021	9351,22

В графічному зображенні це відображено на рис. (2.12).

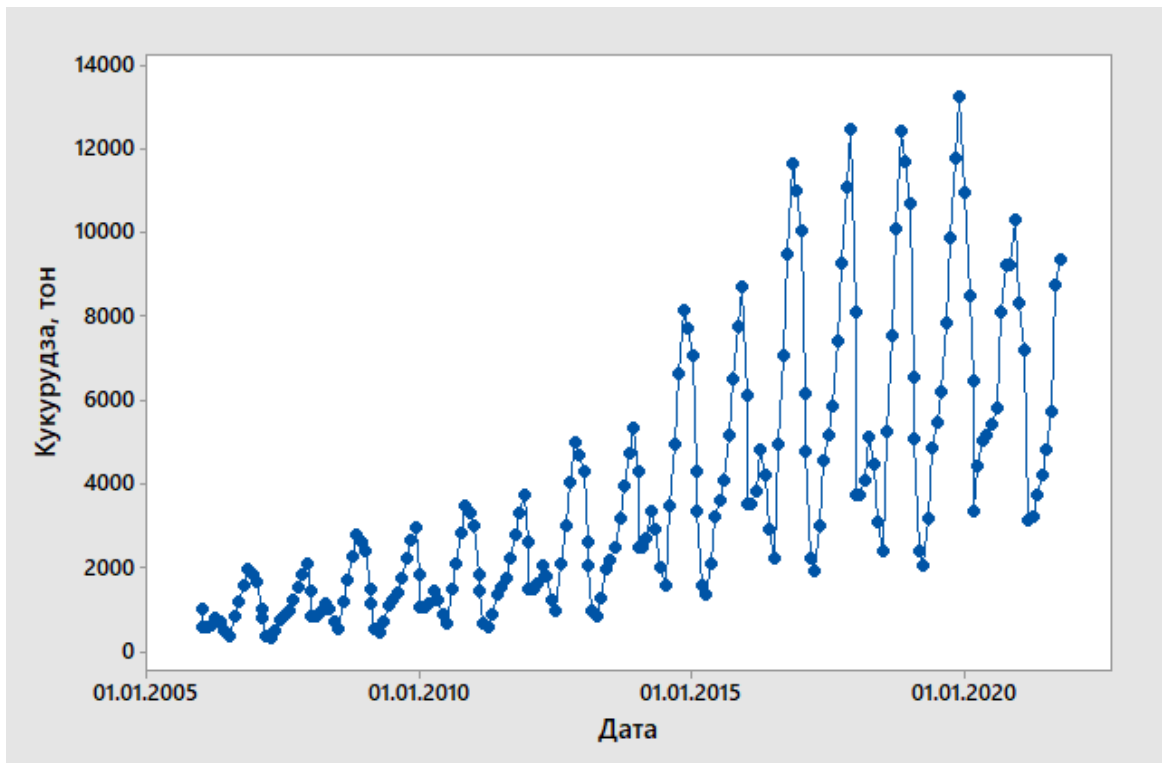


Рисунок 2.12 – Дійсні показники об'ємів реалізації кукурудзи та прогнозовані з січня 2006 – жовтень 2021 року

Загалом точність розрахованого прогнозу за обраним методом становить 98,7%. У результаті цього за «Пошуком рішення» отримуємо показники:

α	0,74337
β	0,26087
γ	0,51841

Рисунок 2.13 – Значення α , β , γ .

Наступним кроком за моделлю розрахуємо прибуток:

на травень 2021 = $525 * 3725,44 = 1\,955\,856$ грн.

на червень 2021 = $525 * 4233,08 = 2\,222\,367$ грн.

на липень 2021 = $525 * 4825,33 = 2\,533\,298$ грн.

на серпень 2021 = $525 * 5745,64 = 3\,016\,461$ грн.

на вересень 2021 = $525 * 8764,55 = 4\,601\,389$ грн.

на жовтень 2021 = $525 * 9351,22 = 4\,909\,391$ грн.

ВИСНОВКИ

Світова економіка поринає в черговий виток кризи, викликаного коронавірусом і карантинними заходами держав. Україна з усіма її внутрішніми «негараздами» чекає нові випробування. Чи витримає перевірку вірусом вітчизняну охорону здоров'я, покаже час. Учасники ж аграрного сектору можуть вистояти. Це при тому, що вони ще беруть на себе частину медичних завдань, закупаючи тести, медобладнання для лікування вірусу і т. Ми дослідили, з якими проблемами вже стикаються представники аграрного бізнесу та переробної промисловості, які у них очікування і побоювання.

Досвід у вигляді року витримки в пандемії показав, що COVID-19 негативно впливає на більшість галузей різного типу виробництва, але не на сільське господарство. Агрохолдинги за період 2020 року року отримали більші прибутки, ніж у 2019 році, враховуючи те, що врожай склав меншу кількість, ніж за рік до пандемії. Це спричинено тим, що сидючи на тотальному карантині вдома, люди почали витратити більше грошей на їжу – це більш психологічний чинник.

Якщо детально розібрати продаж різних агрокультур, можна зробити висновок, що найбільший прибуток і відповідно «стрибок» приніс продаж пшениці. Люди почали витратити більше коштів на дешеві доступні товари такі як, хліб, борошно (для приготування різноманітних випічок), тощо. Щодо прогнозу, при незмінній ситуації в країні і світі, можна очікувати, що ринок пшениці лише дорожчає і прибутки відповідно будуть рости (також це нам показала ситуація зі стрибками цін пшениці на ринку навесні 2021).

Щодо кукурудзи, яку продають не лише для їжі, а й на інші види використання, як для палива, тощо, вона також зростає в ціні і очікується збільшення прибутку в наступному кварталі 2021 року.

Якщо розглядати ринок дорожчого сегменту, такого як бурий рис, кіноа, гречка (на прикладі якої ми розглядали), можна зробити висновок, що агропідприємство отримає незначне збільшення продажу і відповідно прибутку по таким видам культур. Це зумовлено тим, що люди розглядають в покупці більше дешеві крупи.

Отже, можна зробити висновок, що пандемія лише позитивно вплинула на розвиток сільського господарства. Тобто якщо у світі залишатиметься ситуація без змін – ми зможемо спостерігати лише збільшення прибутків сільськогосподарських підприємств від більш доступного сегменту агрокультур.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Офіційне інтернет-представництво Президента України [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.president.gov.ua/news/prezident-dav-start-roboti-nasinnnyevogozavodutov-pyatidni-41530>.
2. Майорова М.А. Экономико - математические модели в управлении производственно экономической деятельностью сельскохозяйственных предприятий // Интернет-журнал (НАУКОВЕДЕНИЕ) – № 4. – 2014.
3. Волков С.Н. Оптимизация структуры посевных площадей в хозяйстве / С.Н. Волков, В. В. Бугаевская // М.: ГУЗ, 1994. – № 1. – с. 6.
4. Обсяг реалізованої продукції за основними видами сільськогосподарської діяльності за 2018-2020 роки – [Електронний ресурс] - <http://www.ukrstat.gov.ua/>
5. ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНИ //Державний комітет статистики України Статистичний – [Електронний ресурс] <http://www.ukrstat.gov.ua>
6. ЕКОНОМІЧНЕ ТА СОЦІАЛЬНЕ СТАНОВИЩЕ області за 2018-2020 роки // ДЕРЖКОМСТАТ УКРАЇНИ ГОЛОВНЕ УПРАВЛІННЯ СТАТИСТИКИ
7. Офіційний інтернет-сайт Міністерства агропромислової політики України – [Електронний ресурс] - <http://www.minagro.kiev.ua>

8. Офіційний інтернет-сайт Зернової асоціації України – [Електронний ресурс] - <http://www.uga-port.org.ua>
9. Статистичний щорічник України за 2005 рік/ Державний комітет статистики України; Ред. О.Г. Осауленко. - К.: Консультант, 2016. - 575
10. Управління розвитком регіону: Навчальний посібник для студ. вищих навчальних закладів/ Т.Л. Миронова, О.П. Добровольська, А.Ф. Процай. - К.: Центр навчальної літератури, 2016. - 327 с
11. Жуковська О. А. Методичні рекомендації до виконання розрахункової роботи з дисципліни "Прогнозування економічних процесів" / О. А. Жуковська. – Київ: НТУУ "КПІ", 2016. – 16 с.
12. Борух, Віра Онисимівна. Економічна статистика: Навчальний посібник для студ. вищих навчальних закладів/ В.О. Борух, Р.В. Алямкін. - К.: Ліра-К, 2016. - 316 с
13. ЕКОНОМІКА ЧЕРНІГІВЩИНИ за січень-вересень 2017 року //Повідомлення Головного управління статистики у Чернігівській області, – [Електронний ресурс] <http://www.chernigivstat.gov.ua>
14. ЕКОНОМІЧНЕ ТА СОЦІАЛЬНЕ СТАНОВИЩЕ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ за 2016 рік // ДЕРЖКОМСТАТ УКРАЇНИ ГОЛОВНЕ УПРАВЛІННЯ СТАТИСТИКИ У ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ, – [Електронний ресурс] - <http://uprstat.kharkov.ukrtel.net>
15. Коваль Я. В. Регіональна економіка: Навч. посібник/ Я.В. Коваль, І.Я. Антоненко. - К.: Професіонал, 2015. - 268 с
16. Рей Мортон, Кевін Шарп, Богдан Хом'як, Наталія Степанець, Олександр Муляр, Наталя Олешко – Сільське господарство України (довідник

інвестора) // Агентства США з міжнародного розвитку (USAID/AMP США), 2012, – [Електронний ресурс] - <http://www.bizpro.org.ua>

17. Розміщення продуктивних сил України: Підручник./За ред. проф. Качана Є.П. – К.: ВД “Юридична книга”, 2015.

18. Соціально-економічна географія України: Підручник./ За ред. акад. Шаблія О.І. – Львів.: “Світ”, 2019.

19. Статистичний щорічник України за 2019 рік/ Державний комітет статистики України; Ред. О.Г. Осауленко. - К.: Консультант, 2016. – 575с

20. Чекотовский Е.В. Основы статистики сільського господарства.- К.: КНЕУ, 2016.- 432 с.

21. Скрипник А. В. Вплив варіативності окремих факторів на аграрне виробництво / А. В. Скрипник, Т. Ю. Яра // Проблеми економіки. – 2014. – № 4. – с. 161-169.

22. Зінчук Т.О. Європейська інтеграція: проблеми адаптації аграрного сектора економіки: монографія / Т.О.Зінчук. – Житомир: ДВНЗ (Державний агроекологічний університет), 2008. – 384 с

23. Подиновский В.В., Гаврилов В.М. Оптимизация по последовательно применяемым критериям. – М.: Сов. Радио, 1975.

24. Платов О.К. Теоретические основы управления земельными ресурсами сельскохозяйственных предприятий / Платов О.К., М.А. Майорова, М.И. Маркин // Научный журнал (Вестник АПК Верхневолжья). – № 22(2). – 2013. – с. 15.

25. Сибаль Я. І. Економіко-математичне моделювання в АПК : навч. посібник / Я. І. Сибаль, З. С. Кадюк, І. Є. Іваницький. – Львів : Магнолія 2006, 2013. – 277 с.
26. Тунеев М. М. Экономико-математические методы в организации и планировании сельскохозяйственного производства : учеб. пособие / М. М. Тунеев, В. Ф. Сухоруков. – М. : Финансы и статистика, 1986. – 144 с.
27. Чемерис А. Методи оптимізації в економіці : навч. посібник / А. Чемерис, Р. Юринець, О. Мицишин. – К. : Центр навчальної літератури, 2006. – 152 с.
28. Васильєва Н. К. Методи й моделі оптимізації в економіці : навч. посібник / Н. К. Васильєва. – Дніпропетровськ : РВВ ДДАУ, 2008. – 142 с.
29. HADLEY, G. (1964). *Nonlinear and Dynamic Programming*, Reading, MA: Addison-Wesley. [A thorough treatment of nonlinear and dynamic programming methods applied in agricultural economics.]
30. JUST, R.E., ALSTON, J.M., ZILBERMAN, D. (2006). *Regulating Agricultural Biotechnology: Economics and Policy*, New York: Springer Publishers. [A comprehensive assessment of models used to evaluate agricultural biotechnology regulation.]
31. Robinson S., van Meijl H., Willenbockel D., Valin H., Fujimori S. et al. (2014) Comparing supply-side specifications in models of global agriculture and the food system, *Agricultural Economics* 45(1), 21-35.
32. BREIMYER, H.F. (1991). Scientific principle and practice in agricultural economics – an historical review, *American Journal of Agricultural Economics* 73,

243-254. [A thoughtful piece describing the application of scientific practice in agricultural economics.]

33. FUDENBERG, D., TIROLE, J. (1991). *Game Theory*, Cambridge, MA: MIT Press. [The leading modern reference on application of game theory in economics.]

34. GARDNER, B.L., RAUSSER, G.C. (2001). *Handbook of Agricultural Economics*, Volumes 1A and 1B and 2, Amsterdam: North-Holland. [A recent comprehensive review of the state of the art in agricultural economics.]

35. LEONTIEF, W. (1971). Theoretical assumptions and nonobserved facts, *American Economic Review* 61, 1-7. [Leontief's presidential address to the American Economic Association citing agricultural economists as the leaders in data development and application of mathematical statistics.]

36. MARTIN, L.R. (1977). *Survey of Agricultural Economics Literature: Quantitative Methods in Agricultural Economics, 1940s to 1970s*, Minneapolis: University of Minnesota Press. [An early comprehensive review of the use of mathematical models in agricultural economics.]

37. MCFADDEN, D., FUSS, M. (1978). *Production Economics: A Dual Approach to Theory and Applications*, Amsterdam: Elsevier Science. [The leading reference on the development of dual methods for microeconomic modeling.]

38. RAUSSER, G.C. (1982). *New Directions in Econometric Modeling and Forecasting in U.S. Agriculture*, New York: North-Holland. [A comprehensive review of the state of econometric modeling in agricultural economics at the time.]

39. ZELLNER, A. (1962). An efficient method of estimating seemingly unrelated regressions and tests for aggregation bias, *Journal of the American Statistical*

Association 57, 348-367. [The paper that introduced the seemingly unrelated regression technique.]

40. ZELLNER, A., THEIL, H. (1962). Three stage least squares: simultaneous estimation of simultaneous equations, *Econometrica* 30, 54-78. [The paper that introduced the three-stage least squares estimator for simultaneous equations models.]

ДОДАТОК А

Розрахунок прогнозу реалізації пшениці на період 05-10.2021 року

Таблиця А1 – Прогнозування реалізації пшениці з травня по жовтень 2021 року.

Пошук прогнозних значень					
	n	y_k	\hat{y}_{0k}	t_k	S_k
01.01.2006	1	379,66	379,66	0	1
01.02.2006	2	416,32	403,6365231	16,98037	1
01.03.2006	3	506,55	476,8114894	43,00458	1,040347
01.04.2006	4	387,98	423,7636801	-1,47812	0,959618
01.05.2006	5	306,13	354,7526229	-32,7532	0,897079
01.06.2006	6	308,48	336,3031126	-26,129	0,910141
01.07.2006	7	620,49	553,1676889	86,40343	1,047012
01.08.2006	8	668,66	638,9581309	86,11955	1,046669
01.09.2006	9	863,19	790,2302748	116,2923	1,076212
01.10.2006	10	1050,70	952,1518951	137,4236	1,093868
01.11.2006	11	948,56	944,1300962	70,06658	1,036178
01.12.2006	12	868,52	899,0992822	16,76397	0,990767
01.01.2007	13	477,32	631,9844334	-114,703	0,838409
01.02.2007	14	519,49	584,2054859	-83,7098	0,87129
01.03.2007	15	540,74	579,047923	-47,3316	0,911754
01.04.2007	16	482,05	529,7477562	-48,2432	0,910594
01.05.2007	17	467,83	502,5991668	-38,4741	0,923678
01.06.2007	18	391,9981	438,139102	-50,5084	0,904924
01.07.2007	19	720,6474	654,9208449	73,27598	1,03136
01.08.2007	20	745,8838	724,9318071	71,76392	1,02977
01.09.2007	21	902,4605	848,7994028	95,89359	1,05141
01.10.2007	22	1129,598	1029,491518	135,1645	1,081059
01.11.2007	23	1090,808	1062,876434	88,0295	1,045619
01.12.2007	24	991,5127	1018,38195	26,65648	0,999036
01.01.2008	25	474,5726	672,2819224	-145,97	0,8094
01.02.2008	26	520,4052	602,5884064	-110,646	0,844475
01.03.2008	27	633,185	660,5662504	-32,5547	0,918275

α	0,65395
β	0,463109
γ	0,646951

Прогноз	
Крок	Значення
1	2916,547
2	2983,652
3	3506,261
4	4826,197
5	5613,864
6	6170,756

Продовження таблиці А1.

01.04.2008	28	484,9782	562,7008081	-62,8007	0,881788
01.05.2008	29	382,6673	456,7835871	-82,7683	0,853293
01.06.2008	30	385,6005	424,9460119	-59,1819	0,888304
01.07.2008	31	775,6137	697,5619913	94,47663	1,032955
01.08.2008	32	835,8219	803,2327641	99,66073	1,037883
01.09.2008	33	1078,994	992,299307	141,0653	1,069897
01.10.2008	34	1313,378	1194,973308	169,5969	1,088781
01.11.2008	35	1185,705	1184,374615	86,14672	1,03207
01.12.2008	36	1085,647	1127,561495	19,94077	0,987273
01.01.2009	37	596,6453	792,2992768	-144,557	0,835746
01.02.2009	38	649,3686	732,265694	-105,413	0,868771
01.03.2009	39	675,9199	725,7071648	-59,6328	0,909286
01.04.2009	40	602,5625	663,8524984	-60,6618	0,908244
01.05.2009	41	584,7858	629,7891892	-48,3438	0,921376
01.06.2009	42	489,9977	548,9869264	-63,3756	0,902726
01.07.2009	43	900,8093	820,6069154	91,76379	1,028888
01.08.2009	44	932,3548	908,3206271	89,88816	1,027317
01.09.2009	45	1128,076	1063,51912	120,1339	1,048915
01.10.2009	46	1411,997	1289,918382	169,3463	1,078497
01.11.2009	47	1363,51	1331,746745	110,2917	1,043144
01.12.2009	48	1239,391	1275,995559	33,39576	0,996673
01.01.2010	49	677,9609	897,9478332	-157,147	0,84033
01.02.2010	50	743,436	834,9006591	-113,569	0,872754
01.03.2010	51	904,55	927,3912343	-18,1409	0,939142
01.04.2010	52	692,826	797,0797893	-70,088	0,893896
01.05.2010	53	546,6675	651,502474	-105,048	0,858438
01.06.2010	54	550,8579	608,7391593	-76,2033	0,888507
01.07.2010	55	1108,02	999,7971037	140,1895	1,030666
01.08.2010	56	1194,031	1152,096167	145,7975	1,034375
01.09.2010	57	1541,42	1423,648476	204,0357	1,065655
01.10.2010	58	1876,255	1714,642829	244,307	1,084157
01.11.2010	59	1693,864	1699,612126	124,2054	1,027524
01.12.2010	60	1550,924	1618,191561	28,97824	0,982824
01.01.2011	61	852,3505	1137,139432	-207,221	0,831911
01.02.2011	62	927,6695	1051,021725	-151,137	0,864728
01.03.2011	63	965,5999	1041,639552	-85,4892	0,905015
01.04.2011	64	860,8036	952,8794667	-87,004	0,903951
01.05.2011	65	835,4082	903,999772	-69,3483	0,917002
01.06.2011	66	699,9967	788,026042	-90,9409	0,898428

Продовження таблиці А1.

01.07.2011	67	1286,87	1177,916712	131,7364	1,023981
01.08.2011	68	1331,935	1303,825875	129,0378	1,022414
01.09.2011	69	1611,537	1526,603085	172,4493	1,043907
01.10.2011	70	2017,139	1851,583262	243,0877	1,073347
01.11.2011	71	1947,871	1911,625417	158,3177	1,038162
01.12.2011	72	1770,558	1831,59904	47,93847	0,991912
01.01.2012	73	753,2899	1147,044966	-291,285	0,775061
01.02.2012	74	826,04	993,0987884	-227,682	0,811756
01.03.2012	75	1005,056	1074,54453	-84,5224	0,891703
01.04.2012	76	769,8067	907,1517371	-122,9	0,863816
01.05.2012	77	607,4084	731,227398	-147,456	0,842372
01.06.2012	78	612,0644	677,1716467	-104,202	0,882148
01.07.2012	79	1231,133	1110,933876	144,9341	1,02839
01.08.2012	80	1326,701	1278,238298	155,294	1,034552
01.09.2012	81	1712,688	1578,680592	222,5134	1,067115
01.10.2012	82	2084,728	1900,866458	268,6726	1,086271
01.11.2012	83	1882,071	1883,801245	136,3449	1,029864
01.12.2012	84	1723,249	1793,312178	31,29612	0,985267
01.01.2013	85	947,0561	1259,994157	-230,182	0,834119
01.02.2013	86	1030,744	1164,470641	-167,82	0,867141
01.03.2013	87	1072,889	1154,004775	-94,9481	0,907619
01.04.2013	88	956,4484	1055,618469	-96,5403	0,906607
01.05.2013	89	928,2314	1001,43675	-76,9237	0,919735
01.06.2013	90	777,7741	872,9404563	-100,807	0,901133
01.07.2013	91	1429,856	1304,838938	145,8933	1,02708
01.08.2013	92	1479,928	1444,308134	142,9183	1,025516
01.09.2013	93	1790,596	1691,085431	191,0163	1,047078
01.10.2013	94	2241,266	2051,078529	269,2709	1,07661
01.11.2013	95	2164,301	2117,588437	175,3705	1,041318
01.12.2013	96	1967,287	2028,938948	53,10055	0,994929
01.01.2014	97	1234,902	1532,170045	-201,549	0,87269
01.02.2014	98	1354,164	1475,204285	-134,591	0,901971
01.03.2014	99	1647,632	1658,490628	12,62071	0,961155
01.04.2014	100	1261,978	1436,911998	-95,8391	0,907524
01.05.2014	101	995,7514	1181,603771	-169,691	0,865594
01.06.2014	102	1003,384	1108,222207	-125,089	0,891346
01.07.2014	103	2018,251	1820,933269	262,9035	1,031744
01.08.2014	104	2174,92	2099,64101	270,2226	1,034403
01.09.2014	105	2807,686	2595,112173	374,5372	1,06514

Продовження таблиці А1.

01.10.2014	106	3417,586	3125,89834	446,8975	1,083367
01.11.2014	107	3085,362	3098,776066	227,3748	1,026632
01.12.2014	108	2824,998	2950,49843	53,40685	0,981884
01.01.2015	109	1552,551	2073,525075	-377,46	0,831057
01.02.2015	110	1689,744	1916,563995	-275,345	0,86379
01.03.2015	111	1758,834	1899,50479	-155,731	0,904
01.04.2015	112	1567,948	1737,68015	-158,553	0,902915
01.05.2015	113	1521,691	1648,564842	-126,396	0,915935
01.06.2015	114	1275,04	1437,086802	-165,798	0,89737
01.07.2015	115	2344,026	2148,116074	240,2683	1,022769
01.08.2015	116	2426,112	2377,735981	235,337	1,021201
01.09.2015	117	2935,404	2784,00832	314,4986	1,042666
01.10.2015	118	3674,206	3376,663597	443,3154	1,072071
01.11.2015	119	3548,035	3486,161201	288,7215	1,036927
01.12.2015	120	3225,061	3340,220645	87,42567	0,990732
01.01.2016	121	1764,145	2350,59227	-411,367	0,835321
01.02.2016	122	1934,52	2185,551814	-297,291	0,867552
01.03.2016	123	2353,76	2427,6683	-47,4868	0,933543
01.04.2016	124	1802,826	2086,547214	-183,471	0,888567
01.05.2016	125	1422,502	1705,463915	-274,987	0,85332
01.06.2016	126	1433,406	1593,520795	-199,48	0,88321
01.07.2016	127	2883,215	2617,208806	366,9798	1,024522
01.08.2016	128	3107,029	3015,888183	381,6601	1,028208
01.09.2016	129	4010,98	3726,74153	534,1124	1,059302
01.10.2016	130	4882,266	4488,48909	639,5322	1,077694
01.11.2016	131	4407,66	4449,142623	325,1376	1,021398
01.12.2016	132	4035,711	4236,004759	75,8575	0,976964
01.01.2017	133	2217,93	2976,735369	-542,451	0,826952
01.02.2017	134	2413,92	2751,301604	-395,638	0,859572
01.03.2017	135	2512,62	2726,741516	-223,788	0,899619
01.04.2017	136	2239,926	2494,390692	-227,754	0,898562
01.05.2017	137	2173,844	2366,436361	-181,536	0,911535
01.06.2017	138	1821,485	2062,847289	-238,06	0,893072
01.07.2017	139	3348,609	3083,479692	344,8516	1,017876
01.08.2017	140	3465,874	3413,077145	337,7873	1,016319
01.09.2017	141	4193,434	3996,249956	451,4275	1,037683
01.10.2017	142	5248,866	4846,963563	636,3404	1,066948
01.11.2017	143	5068,621	5004,138315	414,4346	1,031973
01.12.2017	144	4607,23	4794,650067	125,4905	0,985999

Продовження таблиці А1.

01.01.2018	145	3332,615	3912,925628	-340,96	0,89911
01.02.2018	146	2058	2732,925073	-729,527	0,804609
01.03.2018	147	2504	2728,412779	-393,766	0,877806
01.04.2018	148	1917,9	2236,706775	-439,123	0,864647
01.05.2018	149	1513,3	1766,593404	-453,475	0,859454
01.06.2018	150	1524,9	1614,685455	-313,817	0,914406
01.07.2018	151	3067,25	2643,749729	308,0833	1,073416
01.08.2018	152	3305,35	3035,178182	346,6812	1,083507
01.09.2018	153	4267	3745,638032	515,1503	1,119532
01.10.2018	154	5193,9	4508,347471	629,7971	1,140578
01.11.2018	155	4689	4466,491942	318,7489	1,08186
01.12.2018	156	4293,31	4251,101987	71,38451	1,035324
01.01.2019	157	3430,655	3662,728926	-234,155	0,97148
01.02.2019	158	2568	2915,103439	-471,948	0,912898
01.03.2019	159	2673	2760,244185	-325,101	0,9488
01.04.2019	160	2382,9	2485,068388	-301,98	0,955326
01.05.2019	161	2312,6	2338,503339	-230,006	0,977062
01.06.2019	162	1937,75	2026,586792	-267,94	0,963542
01.07.2019	163	3562,35	3026,323585	319,1325	1,101717
01.08.2019	164	3687,1	3346,259101	319,5044	1,101808
01.09.2019	165	4461,1	3916,309482	435,5344	1,125939
01.10.2019	166	5583,9	4749,106434	619,5102	1,158183
01.11.2019	167	5392,15	4902,403136	403,6026	1,120476
01.12.2019	168	4901,308	4696,722124	121,438	1,070715
01.01.2020	169	3846,448	4016,582152	-249,78	0,997562
01.02.2020	170	2791,588	3133,522141	-543,057	0,928543
01.03.2020	171	3719,15	3515,735232	-114,557	1,012204
01.04.2020	172	2664,25	2898,25847	-347,463	0,952073
01.05.2020	173	1609,35	1988,116655	-608,045	0,859825
01.06.2020	174	1492,7	1612,863781	-500,237	0,902311
01.07.2020	175	3331,65	2799,63586	281,0318	1,088451
01.08.2020	176	4511,6	3776,669411	603,3563	1,157123
01.09.2020	177	5219,354	4465,435504	642,9103	1,1647
01.10.2020	178	5901,267	5081,158543	630,3197	1,162566
01.11.2020	179	5316,479	4967,007271	285,5487	1,102912
01.12.2020	180	5169	4882,503176	114,174	1,074295
01.01.2021	181	3714	3989,904576	-352,071	0,981493

Кінець таблиці А1.

01.02.2021	182	3282	3445,606792	-441,093	0,962747
01.03.2021	183	3356	3319,288987	-295,318	0,994003
01.04.2021	184	3695	3477,36816	-85,3457	1,038372

ДОДАТОК Б

Розрахунок прогнозу реалізації кукурудзи на період 05-10.2021 року

Таблиця Б1 – Прогнозування реалізації кукурудзи з травня по жовтень 2021 року.

Пошук прогнозних значень					
	n	y_k	\hat{y}_{0k}	t_k	S_k
01.01.2006	1	1026,26	379,66	0	1
01.02.2006	2	590,58	536,4518681	-113,658	1
01.03.2006	3	644,76	587,800426	-70,612	1,0502387
01.04.2006	4	806,47	703,5547319	-21,994	1,1000268
01.05.2006	5	703,78	650,5062623	-30,0953	1,0906286
01.06.2006	6	486,37	490,7237368	-63,9272	1,0390458
01.07.2006	7	376,56	378,9317967	-76,4138	1,0155572
01.08.2006	8	829,22	684,6117271	23,26413	1,1169945
01.09.2006	9	1187,93	972,2384455	92,2292	1,1713504
01.10.2006	10	1588,25	1281,123949	148,749	1,2068019
01.11.2006	11	1955,04	1571,218849	185,6223	1,2262309
01.12.2006	12	1843,21	1568,256644	136,4257	1,1998415
01.01.2007	13	1687,04	1482,686483	78,51297	1,167691
01.02.2007	14	1031,40	1057,251114	-52,9536	1,0680809
01.03.2007	15	375,76	519,2524574	-179,489	0,8895244
01.04.2007	16	325,12	358,8938692	-174,498	0,8980099
01.05.2007	17	502,35	463,1654349	-101,775	0,9947393
01.06.2007	18	767,1254	666,0190733	-22,3054	1,0761649
01.07.2007	19	864,2434	762,1802921	8,599365	1,1061003
01.08.2007	20	979,092	855,8179296	30,78356	1,1257699
01.09.2007	21	1239,263	1045,841437	72,32496	1,1564462
01.10.2007	22	1555,162	1286,622356	116,2706	1,1835437
01.11.2007	23	1856,889	1526,315213	148,4681	1,2006715
01.12.2007	24	2088,49	1722,843621	161,0058	1,2066657
01.01.2008	25	1466,087	1386,637199	31,29651	1,1292313
01.02.2008	26	843,6847	919,2772163	-98,7895	1,0196073
01.03.2008	27	921,0908	882,1062046	-82,7149	1,0323538

α	0,74337376
β	0,26087303
γ	0,51841084

Прогноз	
Крок	Значення
1	3725,44
2	4233,08
3	4825,33
4	5745,64
5	8764,55
6	9351,22

Продовження таблиці Б1.

01.04.2008	28	1152,1	1034,744622	-21,3176	1,0743765
01.05.2008	29	1005,402	955,7214795	-36,3714	1,062767
01.06.2008	30	694,8135	721,9306198	-87,8728	1,0107554
01.07.2008	31	537,9407	558,3516768	-107,623	0,9862288
01.08.2008	32	1184,6	1008,565952	37,90207	1,083851
01.09.2008	33	1697,036	1432,485983	138,6037	1,1361212
01.10.2008	34	2268,935	1887,766411	221,2161	1,1702296
01.11.2008	35	2792,909	2315,380669	275,0598	1,1888986
01.12.2008	36	2633,162	2311,192758	202,2116	1,1631907
01.01.2009	37	2410,052	2185,225415	116,5986	1,1319275
01.02.2009	38	1473,424	1558,354142	-77,3526	1,0352816
01.03.2009	39	536,7961	765,5050008	-264,006	0,8621063
01.04.2009	40	464,4562	529,1872387	-256,783	0,870179
01.05.2009	41	717,6406	682,969739	-149,678	0,9637967
01.06.2009	42	1095,893	982,1163748	-32,5915	1,0426222
01.07.2009	43	1234,633	1123,94787	12,91075	1,0715791
01.08.2009	44	1398,703	1262,053145	45,57063	1,090603
01.09.2009	45	1770,376	1542,289303	106,7885	1,1203004
01.10.2009	46	2221,659	1897,375691	171,5627	1,1465379
01.11.2009	47	2652,698	2250,857632	219,0206	1,1631218
01.12.2009	48	2983,557	2540,6849	237,4921	1,168923
01.01.2010	49	1832,609	1878,39652	2,763656	1,0687148
01.02.2010	50	1054,606	1216,314985	-170,677	0,9641696
01.03.2010	51	1151,364	1156,038397	-141,876	0,9806481
01.04.2010	52	1440,124	1351,93737	-53,7597	1,0244963
01.05.2010	53	1256,752	1245,04511	-67,6206	1,0166719
01.06.2010	54	868,5169	937,2032975	-130,288	0,9700353
01.07.2010	55	672,4259	722,3804089	-152,341	0,9497199
01.08.2010	56	1480,75	1305,314111	39,47253	1,0454609
01.09.2010	57	2121,295	1853,451791	172,1695	1,0968092
01.10.2010	58	2836,169	2442,070435	280,8099	1,1302828
01.11.2010	59	3491,136	2994,841573	351,7572	1,1486519
01.12.2010	60	3291,453	2988,956616	258,458	1,1240547
01.01.2011	61	3012,565	2825,67859	148,4385	1,0940304
01.02.2011	62	1841,78	2014,692567	-101,849	1,000791
01.03.2011	63	670,9951	989,2916162	-342,779	0,8335865
01.04.2011	64	580,5702	683,6515964	-333,091	0,8416908
01.05.2011	65	897,0507	882,2303195	-194,392	0,9324687
01.06.2011	66	1369,867	1268,589351	-42,89	1,0088648

Продовження таблиці Б1.

01.07.2011	67	1543,292	1451,708502	16,06969	1,036974
01.08.2011	68	1748,379	1630,027543	58,39617	1,0554464
01.09.2011	69	2212,97	1991,936584	137,5745	1,0842274
01.10.2011	70	2777,074	2450,520966	221,3173	1,1096458
01.11.2011	71	3315,873	2907,032865	282,6732	1,1257126
01.12.2011	72	3729,446	3281,333442	306,5763	1,1313382
01.01.2012	73	2618,013	2640,98205	59,54843	1,0587424
01.02.2012	74	1506,58	1750,840441	-188,2	0,9559659
01.03.2012	75	1644,805	1680,040149	-157,574	0,9679212
01.04.2012	76	2057,321	1970,748946	-40,6288	1,0073241
01.05.2012	77	1795,361	1820,239682	-69,2937	0,9964416
01.06.2012	78	1240,738	1374,964833	-167,377	0,9476781
01.07.2012	79	960,6085	1063,415229	-204,988	0,9246845
01.08.2012	80	2115,358	1920,876612	72,17656	1,0162159
01.09.2012	81	3030,421	2728,258147	263,9717	1,065225
01.10.2012	82	4051,67	3595,367392	421,314	1,0972053
01.11.2012	83	4987,337	4409,78465	523,8641	1,1147096
01.12.2012	84	4702,076	4401,808014	385,1212	1,0906061
01.01.2013	85	4303,665	4161,895105	222,0666	1,0612939
01.02.2013	86	2631,114	2967,980107	-147,325	0,9706789
01.03.2013	87	958,5644	1457,950359	-502,818	0,8083101
01.04.2013	88	829,3861	1007,8687	-489,06	0,8158793
01.05.2013	89	1281,501	1300,756558	-285,071	0,9036552
01.06.2013	90	1956,953	1870,499078	-62,0733	0,9775621
01.07.2013	91	2204,703	2140,625511	24,58864	1,0047122
01.08.2013	92	2497,684	2403,65515	86,79147	1,022549
01.09.2013	93	3161,386	2937,381515	203,3847	1,0503933
01.10.2013	94	3967,249	3613,664589	326,7511	1,0749936
01.11.2013	95	4736,961	4286,891896	417,1374	1,0905426
01.12.2013	96	5327,78	4838,885104	452,3177	1,0959818
01.01.2014	97	4291,825	4268,885864	185,6228	1,0490095
01.02.2014	98	2469,803	2893,353668	-221,64	0,9477136
01.03.2014	99	2696,402	2800,652879	-188,004	0,9555222
01.04.2014	100	3372,657	3294,32184	-10,1736	0,9909071
01.05.2014	101	2943,214	3050,783819	-71,0521	0,977342
01.06.2014	102	2033,997	2311,751256	-245,31	0,9268018
01.07.2014	103	1574,768	1793,400723	-316,539	0,9015493
01.08.2014	104	3467,799	3238,380524	142,9937	0,9893133
01.09.2014	105	4967,903	4600,650682	461,0701	1,0362362

Продовження таблиці Б1.

01.10.2014	106	6642,082	6063,858294	722,5007	1,0668844
01.11.2014	107	8175,962	7438,328099	892,5819	1,0836199
01.12.2014	108	7708,321	7425,912991	656,4926	1,0599856
01.01.2015	109	7055,188	7021,999519	379,8612	1,0313386
01.02.2015	110	4313,302	5008,47695	-244,508	0,9431371
01.03.2015	111	1571,417	2461,138874	-845,254	0,7852057
01.04.2015	112	1359,649	1701,892166	-822,817	0,7923073
01.05.2015	113	2100,821	2196,666658	-479,093	0,8773581
01.06.2015	114	3208,119	3158,970718	-103,071	0,9490026
01.07.2015	115	3614,267	3615,355231	42,87552	0,9752841
01.08.2015	116	4094,563	4059,72552	147,6147	0,9925457
01.09.2015	117	5182,6	4961,256531	344,2911	1,0195387
01.10.2015	118	6503,687	6103,560371	552,4711	1,0433947
01.11.2015	119	7765,51	7240,703598	704,9963	1,0584728
01.12.2015	120	8734,066	8173,078145	764,3131	1,0637428
01.01.2016	121	6131,178	6578,210808	148,8666	0,9954684
01.02.2016	122	3528,29	4361,122464	-468,347	0,898818
01.03.2016	123	3852,003	4184,813916	-392,162	0,9100435
01.04.2016	124	4818,081	4908,968369	-100,945	0,9470798
01.05.2016	125	4204,592	4534,097147	-172,405	0,9368398
01.06.2016	126	2905,711	3424,979067	-416,768	0,8909854
01.07.2016	127	2249,669	2648,946576	-510,491	0,8693592
01.08.2016	128	4953,999	4784,861425	179,8852	0,9554099
01.09.2016	129	7097,005	6796,036098	657,6192	1,0014842
01.10.2016	130	9488,689	8955,992259	1049,538	1,0315495
01.11.2016	131	11679,95	10984,69425	1304,976	1,0480055
01.12.2016	132	11011,89	10964,82923	959,3605	1,0253438
01.01.2017	133	10078,84	10367,2139	553,1875	0,9977852
01.02.2017	134	6161,861	7393,194662	-366,966	0,9125922
01.03.2017	135	2244,882	3631,73659	-1252,5	0,7599393
01.04.2017	136	1942,356	2510,591009	-1218,23	0,7670548
01.05.2017	137	3001,173	3240,172684	-710,099	0,8495775
01.06.2017	138	4583,027	4659,396736	-154,616	0,9190611
01.07.2017	139	5163,238	5332,280125	61,2561	0,9445862
01.08.2017	140	5849,376	5987,485334	216,2014	0,9613555
01.09.2017	141	7403,714	7316,993696	506,6332	0,9875334
01.10.2017	142	9290,981	9001,609641	813,9371	1,0106614
01.11.2017	143	11093,59	10678,6137	1039,088	1,0252799
01.12.2017	144	12477,24	12053,62458	1126,721	1,0303936

Кінець таблиці Б1.

01.01.2018	145	8115,369	9237,226353	98,06771	0,9516764
01.02.2018	146	3753,5	5327,61645	-947,427	0,8235564
01.03.2018	147	4097,875	4822,971547	-831,917	0,8370876
01.04.2018	148	5125,618	5576,0028	-418,447	0,8796701
01.05.2018	149	4472,97	5103,490975	-432,551	0,8780023
01.06.2018	150	3091,181	3815,88063	-655,613	0,8427924
01.07.2018	151	2393,264	2921,954468	-717,782	0,8304907
01.08.2018	152	5270,212	5283,024515	85,40713	0,9171089
01.09.2018	153	7550,005	7497,428873	640,8051	0,963716
01.10.2018	154	10094,35	9874,880975	1093,849	0,9940476
01.11.2018	155	12425,47	12106,94512	1390,779	1,0107726
01.12.2018	156	11714,77	12079,51223	1020,806	0,9895346
01.01.2019	157	10722,17	11416,76238	581,6115	0,96342
01.02.2019	158	6555,171	8137,059743	-425,701	0,8816016
01.03.2019	159	2388,172	3992,663295	-1395,81	0,7346521
01.04.2019	160	2066,336	2757,28869	-1353,96	0,7423021
01.05.2019	161	3192,738	3557,479154	-791,997	0,8227438
01.06.2019	162	4875,561	5114,910881	-179,094	0,8903765
01.07.2019	163	5492,806	5852,594092	60,06813	0,9153372
01.08.2019	164	6222,741	6571,024846	231,8172	0,93175
01.09.2019	165	7876,291	8029,692549	551,8694	0,9572277
01.10.2019	166	9884,023	9878,0905	890,0987	0,9797126
01.11.2019	167	11801,69	11718,13202	1137,913	0,9939263
01.12.2019	168	13273,66	13226,78388	1234,629	0,9989121
01.01.2020	169	10949,08	11859,30326	555,8087	0,9596872
01.02.2020	170	8483	9756,975576	-137,627	0,9128965
01.03.2020	171	6462	7730,598805	-630,351	0,8729802
01.04.2020	172	4441	5603,779744	-1020,74	0,8312588
01.05.2020	173	5053	5694,898757	-730,685	0,8603036
01.06.2020	174	5187,517	5756,393305	-524,027	0,8814917
01.07.2020	175	5441	5931,23067	-341,712	0,9000798
01.08.2020	176	5834,079	6252,768955	-168,688	0,9171663
01.09.2020	177	8124,143	8146,045368	369,2229	0,9587143
01.10.2020	178	9229,292	9341,506253	584,7661	0,9738899
01.11.2020	179	9228,134	9591,210764	497,3576	0,9678011
01.12.2020	180	10338,72	10530,22484	612,5738	0,9750656
01.01.2021	181	8310,875	9195,606924	104,604	0,9381142
01.02.2021	182	7200	8092,050535	-210,572	0,913048
01.03.2021	183	3152	4588,849266	-1069,53	0,7958013

