

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 004.94,330.4,338.4
JEL Classification: C53; L23; Q18

МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ПРОДУКЦІЇ ТВАРИННИЦТВА ЗА ДОПОМОГОЮ FB-PROPHET

©2025 КУЛИК А. Б., ЛІСОВСЬКА В. П., ЩЕКАНЬ Н. П.

УДК 004.94,330.4,338.4
JEL Classification: C53; L23; Q18

Кулик А. Б., Лісовська В. П., Щекань Н. П.

Модель прогнозування продукції тваринництва за допомогою FB-Prophet

У статті проаналізовано підходи до прогнозування чисельності поголів'я свиней у Полтавській області на основі методів аналізу часових рядів. Дослідження спрямоване на вдосконалення моделей, які враховують специфічні умови регіону, сезонні коливання, а також вплив зовнішніх факторів, таких як економічні та соціальні кризи. Основною метою роботи є прогнозування динаміки розвитку поголів'я свиней і визначення оптимального періоду для такого прогнозування. Для виконання дослідження використано модель Prophet, що дозволяє ефективно враховувати сезонні тренди, забезпечуючи високу точність прогнозів навіть у складних економічних умовах. Представлено динаміку чисельності поголів'я свиней за період 2007–2024 років, яку проілюстровано графічно. Проведено аналіз статистичних характеристик часового ряду, таких як середнє значення, середнє квадратичне відхилення, мінімальні та максимальні значення, асиметрія і ексцес. Визначено й оцінено точність прогнозу за допомогою метрик RMSE, MAE та MAPE для різних термінів прогнозування. Оптимальним виявився 12-місячний період прогнозу. Практична цінність роботи полягає у можливості застосування отриманих моделей для обґрунтованого прийняття управлінських рішень у сфері тваринництва. Використання таких моделей сприяє оптимізації процесів планування, виробництва, зберігання та реалізації продукції, що дозволяє знизити ризики, пов'язані зі змінами ринкової кон'юнктури та зовнішніми загрозами. Розроблені підходи можуть стати основою для стратегічного планування розвитку аграрних підприємств, покращення їх економічних показників і забезпечення стабільності галузі. Отримані результати є цінними як для наукових досліджень, так і для практичної діяльності в агропромисловому секторі, забезпечуючи підтримку управлінських рішень на різних рівнях – від оперативного планування до розробки регіональних програм розвитку.

Ключові слова: часові ряди, прогнозування, модель Prophet, тваринництво.

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2025-1-367-373>

Рис.: 3. **Табл.:** 3. **Формул.:** 4. **Бібл.:** 14.

Кулик Анатолій Борисович – кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач кафедри вищої математики, Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана (просп. Берестейський, 54/1, Київ, 03057, Україна)

E-mail: ankulyk@kneu.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6629-0253>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/J-1894-2018>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56022245800>

Лісовська Валентина Петрівна – кандидат фізико-математичних наук, доцент, професор кафедри вищої математики, Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана (просп. Берестейський, 54/1, Київ, 03057, Україна)

E-mail: lisovska@kneu.edu.ua

Щекань Надія Петрівна – старший викладач кафедри вищої математики, Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана (просп. Берестейський, 54/1, Київ, 03057, Україна)

E-mail: shchekan.nadiia@kneu.edu.ua

UDC 004.94,330.4,338.4
JEL Classification: C53; L23; Q18

Kulyk A. B., Lisovska V. P., Shchekan N. P. The Model for Forecasting Livestock Production Using FB-Prophet

The article carries out an analysis, focusing on approaches to predicting the population of pigs in the Poltava region based on time series analysis methods. The research aims to enhance models that take into account the specific regional conditions, seasonal fluctuations, and the impact of external factors such as economic and social crises. The primary objective of the publication is to forecast the dynamics of pig population growth and to determine the optimal period for such forecasting. The Prophet model is utilized in this study, allowing for effective consideration of seasonal trends, thus ensuring high forecasting accuracy even in challenging economic conditions. The dynamics of the pig population during 2007–2024 are presented and illustrated graphically. An analysis of the statistical characteristics of the time series has been conducted, such as the mean value, standard deviation, minimum and maximum values, skewness, and kurtosis. The accuracy of the forecast has been determined and assessed using RMSE, MAE, and MAPE metrics for various forecasting horizons. The optimal forecasting period

was found to be 12 months. The practical value of this study lies in the possibility of applying the obtained models for informed managerial decision-making in the field of agricultural livestock breeding. The use of such models contributes to the optimization of planning, production, storage, and sales processes, which allows for the reduction of risks associated with changes in market conditions and external threats. The developed approaches may serve as a foundation for the strategic planning of agrarian enterprises' development, improving their economic indicators, and ensuring industry stability. The obtained results are valuable for both scientific research and practical activities in the agribusiness sector, providing support for managerial decisions at various levels – from operational planning to the development of regional development programs.

Keywords: time series, forecasting, Prophet model, livestock.

Fig.: 3. **Tabl.:** 3. **Formulae:** 4. **Bibl.:** 14.

Kulyk Anatolii B. – Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Associate Professor, Head of the Department of Higher Mathematics, Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman (54/1 Beresteyskyi Ave., Kyiv, 03057, Ukraine)

E-mail: ankulyk@kneu.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6629-0253>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/I-1894-2018>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56022245800>

Lisovska Valentyna P. – Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Associate Professor, Professor of the Department of Higher Mathematics, Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman (54/1 Beresteyskyi Ave., Kyiv, 03057, Ukraine)

E-mail: lisovska@kneu.edu.ua

Shchekan Nadiia P. – Senior Lecturer of the Department of Higher Mathematics, Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman (54/1 Beresteyskyi Ave., Kyiv, 03057, Ukraine)

E-mail: shchekan.nadiia@kneu.edu.ua

Вступ. Тваринництво є важливою складовою аграрного сектора, забезпечуючи населення такими харчовими продуктами, як м'ясо, молоко, яйця та інші необхідні для здоров'я та добробуту товари. Прогнозування розвитку тваринницької галузі є ключовим інструментом для забезпечення сталого виробництва продовольства, підвищення економічної ефективності та покращення умов утримання тварин. Свинарство відіграє провідну роль у тваринництві, створюючи робочі місця, підтримуючи експорт та сприяючи зростанню доходів сільських господарств. Впровадження сучасних технологій у свилярстві дозволяє поліпшувати умови утримання тварин, знижувати рівень стресу та підвищувати продуктивність. У зв'язку з цим прогнозування чисельності поголів'я свиней стає важливим завданням для розвитку аграрного сектора економіки.

Прогнозування обсягів продукції тваринництва за допомогою часових рядів є важливим інструментом підтримки управлінських рішень у сільському господарстві. Часові ряди представляють собою впорядковані у часі дані, що використовуються для аналізу тенденцій, сезонних коливань та прогнозування динаміки досліджуваних процесів. Аналіз минулих показників дозволяє визначити як довгострокові, так і короткострокові тренди у тваринництві, враховуючи коливання виробництва, зміни споживчих вподобань та вплив економічних чинників. Використовуючи історичні дані, можна створити прогнози щодо майбутнього попиту на тваринницьку продукцію. Це сприяє оптимізації виробничих процесів, ефективному розподілу ресурсів та вирішенню питань, пов'язаних із балансом попиту і пропозиції на ринку.

Потрібно зазначити, що ринок продукції тваринництва є складною системою з ієрархічною структурою, яка перебуває під впливом численних зовнішніх чинників. Моделювання тенденцій розвитку цього ринку є важливим елементом формування його трендів та обґрунтування

змін аграрної політики. Для створення адекватних сценарних прогнозів необхідно забезпечити повний цикл збору, підготовки й обробки даних. На основі розробленої методології моделювання проводиться практична перевірка її ефективності шляхом побудови системи регресійних моделей. Ці моделі описують ключові індикатори ринку продукції тваринництва, зокрема попит, пропозицію та ринкові ціни, і слугують інструментом для аналізу й прогнозування динаміки розвитку галузі [14, p.127].

Henchion et al в [6, p. 1702] проаналізували розвиток шляхів сталого тваринництва шляхом вивчення тенденцій у продуктах тваринного походження з 2000 року. Аналіз, проведений у цьому дослідженні, демонструє, як перехід до сталого шляху може передбачати зменшення споживання білка тваринного походження на душу населення в регіонах світу з високим споживанням разом зі збільшенням у регіонах з меншим споживанням. В [9, p. 180] дослідили ринок тваринництва Казахстану.

За результатами аналітичного огляду встановлено позитивну річну динаміку збільшення поголів'я більшості видів сільськогосподарських тварин країни. Kanthi & Vallabaneni в [8, p. 979] обговорили розвиток комерційного підприємництва, засновані на свилярстві. Окреслено стратегії сталого розвитку та урядові ініціативи, спрямовані на сприяння прогресу галузі свилярства. Надана інформація призначена для роботи як інструмент самооцінки знань і розуміння бізнесу.

У [3, p.178] зробили огляд наявних методів прогнозування часових рядів та їх можливого застосуванню у розумному сільському господарстві. Klaharn et al в [10, p. 9] проаналізували тенденції та сезонні закономірності та спрогнозували обсяги виробництва та експорту м'яса птиці за допомогою різних моделей часових рядів (SARIMA, NNAR, ETS, TBATS, STL і THETA). Їхні прогнозні показники були оцінені та порівняні між різними моделями. Ре-

зультати показують послідовні тенденції зростання виробництва та експорту м'яса птиці. Al Khatib et al в [2, р. 266] досліджено виробництво яєць в Індії за допомогою різних моделей часових рядів: ARIMA, BATS, TBATS, and Holt's linear trend. Показано, що модель Holt's linear trend є найкращою моделлю для прогнозування. Відповідно до цієї моделі, виробництво яєць в Індії зростає. В [11, р. 257] побудували модель прогнозу виробництва молока в Єгипті. Найбільш підходящою моделлю для прогнозування є модель ARIMA (1,1,3). Sharma et al в [13, р. 60] проаналізували методику прогнозування Prophet і порівняли її з традиційною моделлю ARIMA.

Показано, що модель Prophet забезпечує кращу точність прогнозування. Hasnain et al в [5 р. 4] на основі моделі Prophet зробили аналіз і прогноз якості повітря в провінції Цзянсу. В [7, р. 548] за допомогою бібліотеки Prophet побудували модель прогнозування часових рядів для продажів у супермаркетах.

Прогнозування розвитку аграрного сектора, який є важливим елементом економіки, має вирішальне значення як для розвинених країн, так і для тих, що розвиваються. Це також сприяє формуванню майбутньої сільськогосподарської політики, полегшує планування інвестицій та впровадження необхідних заходів. Таким чином, прогнозування в аграрному секторі є невід'ємним інструментом управління, що забезпечує сталий розвиток економіки, продовольчу безпеку та підвищення якості життя громадян.

Однак досі залишаються невирішеними питання щодо інтеграції сучасних технологій у прогнозуванні та адаптації моделей з врахуванням соціально-економічних чинників, які впливають на розвиток тваринництва. Крім того, існує потреба у створенні універсальних методик, які б могли бути ефективно використані з урахуванням специфіки аграрного бізнесу.

Метою цієї роботи є прогнозування динаміки розвитку поголів'я свиней в Полтавській області та визначення оптимального горизонту прогнозування.

У цьому дослідженні прогнозування модель Prophet використовувалася для прогнозування місячного поголів'я свиней. Ця модель дозволяє автоматично визначати річну сезонність. При зміні тренду Prophet дозволяє моделювати ці зміни завдяки своїй здатності будувати кусково-лінійні тренди, отримані результати легко візуалізувати і пояснити. Модель доступна для використання в мові програмування Python, що забезпечує широку інтеграцію у вже існуючі аналітичні середовища.

Запропонований підхід фокусується на підборі попередніх спостережень, що демонструють подібні значення оцінок. Додатково виконуються тестування всіх значущих сезонних чинників, що сприяє більш точному моделюванню сезонності в даних.

Дані дослідження про кількість поголів'я свиней в період з 1 січня 2007 року по 1 липня 2024 року отримані з сайту Головного управління статистики у Полтавській області України [1].

Модель Facebook's Prophet побудована на основі адаптивно-регресійної техніки [4, р. 4640; 12, р. 1847]. Вона складається з наступних компонент:

$$y(t) = g(t) + s(t) + \epsilon_t. \quad (1)$$

Тут $g(t)$ – тренд часового ряду, кусково-лінійна функція, $s(t)$ – сезонні компоненти, ϵ_t – помилка, яка містить інформацію, яка не врахована моделлю.

Для оцінювання якості прогнозування часових рядів у цьому дослідженні застосовуються такі метрики:

- середньоквадратичне відхилення (RMSE)

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (E_i - F_i)^2}, \quad (2)$$

- середня абсолютна помилка (MAE)

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |E_i - F_i|, \quad (3)$$

- та середня абсолютна відсоткова помилка

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|E_i - F_i|}{E_i} \cdot 100\%, \quad (4)$$

де E_t і F_t фактичні і прогнозовані значення,
 n – кількість значень.

Тестування різних значень вікна згладжування допомагає знайти баланс між точністю моделі та її здатністю виявляти ключові особливості даних. Це важливо для побудови надійних прогнозів і правильного аналізу часових рядів.

Візуалізація і обчислення виконані в програмному середовищі *Jupyter Notebook*.

Викладення основного матеріалу й отриманих наукових результатів. Розглянемо динаміку поголів'я свиней період з 1 січня 2007 року по 1 липня 2024 року в Полтавській області (рис. 1).

На рис. 1 можна побачити, що з 2007 по 2011 роки спостерігається загальне коливання чисельності поголів'я свиней, але переважає тенденція до зниження. Поголів'я падає до найнижчої точки у 2009 році (близько 300 тис. голів), після чого відбувається короточасний ріст до 2011 року. В період з 2011 по 2013 роки поголів'я демонструє різке зростання, досягнувши піку в 2013 році. Це є найвищим рівнем за весь період спостереження. З 2013 року поголів'я починає знижуватися, з деякими періодами стабілізації в 2015–2016 роках. Проте з 2017 року спостерігається значний спад, що продовжується до 2019 року, коли кількість свиней зменшується до найнижчого рівня за весь період. У 2020 році починається відновлення поголів'я свиней. Зростання триває до 2021 року, після чого кількість знову коливається, але загальна тенденція вказує на стабілізацію на рівні близько 330–350 тис. голів. Незначний ріст у першій половині 2024 року, що свідчить про поступове відновлення. З рис. 1 можна зробити висновок, що динаміка чисельності поголів'я свиней у Полтавській області характеризується періодами різких злетів і спадів. Після досягнення максимуму в 2013 році гаузь пережила тривалий спад, особливо помітний у 2017–2019 роках. Останні роки показують певну стабілізацію та незначне відновлення поголів'я, але показники все ще далекі від рівня 2013 року.

Таблиця 1 містить статистичні характеристики кількості поголів'я свиней (тис. голів) за вище зазначений період.

Загалом дані демонструють стабільний розподіл із помірними коливаннями кількості поголів'я свиней протягом досліджуваного періоду.

Тис. голів

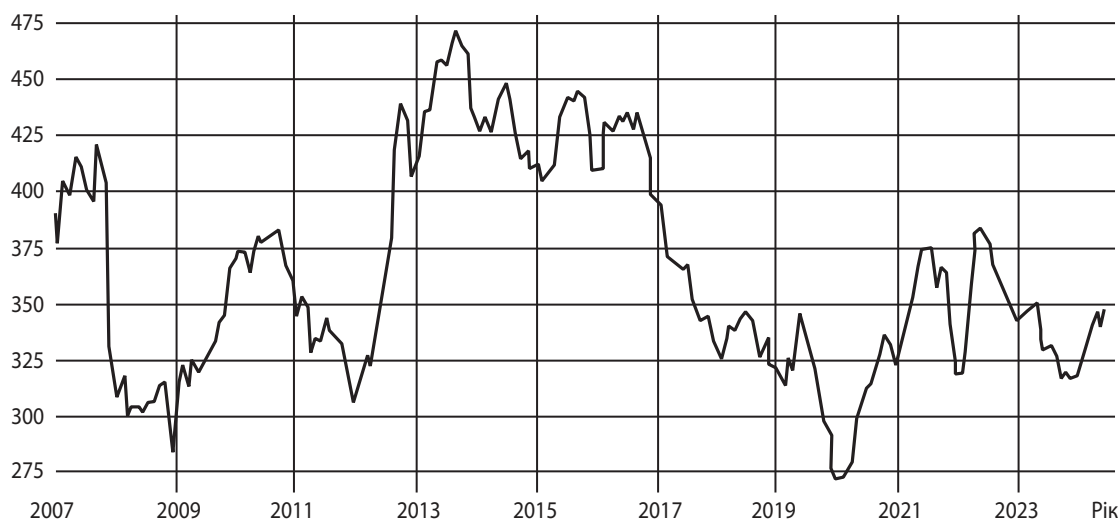


Рис. 1. Динаміка зміни поголів'я свиней (тис. голів) з 1 січня 2007 року по 1 липня 2024 року в Полтавській області

Джерело: авторська розробка згідно з [1]

Таблиця 1

Статистичні характеристики кількості поголів'я свиней (тис. голів) з 1 січня 2007 року по 1 липня 2024 року

Найменування	Кількість	Середнє	Середньоквадратичне відхилення	Мін.	Макс.	Асиметрія	Ексцес
Свині	210	363.1	47.3	271.2	468.8	0.39	-0.87

Джерело: авторська розробка

Для набору даних про кількість поголів'я свиней була застосована бібліотека Prophet мовою Python.

На рис. 2 наведено результати застосування методів бібліотеки Prophet для моделювання та прогнозування кількості поголів'я свиней у тисячах голів. На рисунку чорні точки – це реальні значення кількості свиней у вибірці. Синя лінія – прогноз моделі Prophet, який відображає тренд і сезонність даних. Синя область показує 95 %-й довірчий інтервал, що вказує на рівень невизначеності прогнозу.

У період з 2007 по 2015 рік спостерігається зростаюча тенденція кількості свиней, з максимумом близько 2014–2015 років. Починаючи з 2016 року, кількість поголів'я свиней демонструє стійке зменшення до прогнозованого періоду 2025 року. Найвні періодичні коливання, які вказують на сезонний характер зміни кількості свиней. З плином часу інтервали невизначеності стають ширшими, особливо ближче до 2025 року.

З рис. 2 можна зробити висновок, що бібліотека Prophet ефективно виявила загальні тенденції та сезонність у даних про кількість поголів'я свиней. Прогноз свідчить про подальше скорочення кількості свиней до 2025 року, продовжуючи тренд, що почався після 2015 року.

На рис. 3 представлено результати роботи бібліотеки Prophet у розрізі загального тренду та річної сезонності.

На верхньому графіку зображений тренд: з 2007 по 2015 рік спостерігається зростаючий тренд, що свід-

чить про збільшення кількості поголів'я свиней. Після 2015 року спостерігається спад, який триває до прогнозованого періоду 2025 року. Максимум тренду досягається у період 2015 року, коли кількість свиней була на піку. Після 2015 року відзначається поступове зменшення.

Нижній графік демонструє річні коливання у кількості поголів'я свиней. Найбільші коливання спостерігаються у березні: різкий стрибок до 100 %, що може бути пов'язано із сезонними особливостями відтворення поголів'я. Також помітні підвищення у вересні–жовтні та незначні коливання протягом року. Негативні значення вказують на періоди спадів, особливо у зимові місяці (грудень–січень), коли поголів'я може скорочуватися через природні або виробничі чинники.

Модель Prophet чітко виділила два важливі компоненти: тренд (зростання до 2015 року і подальше стабільне зниження кількості свиней) та сезонність (яскраво виражені річні коливання, із піком у березні та періодичними зростаннями протягом осені).

Таблиця 2 містить оцінки похибок прогнозування часового ряду поголів'я свиней за різними розмірами вікна ковзного середнього (RWS). Найменше значення RMSE (14.05) спостерігається при RWS=6 і 12, а потім починає зростати. Це вказує на те, що короткі вікна (6 і 12) дають точніші прогнози, а при збільшенні вікна прогноз стає менш точним. MAE поводить ся схоже на RMSE: стабільне значення (12.89 та 12.6) при RWS 6 і 12, після чого почи-

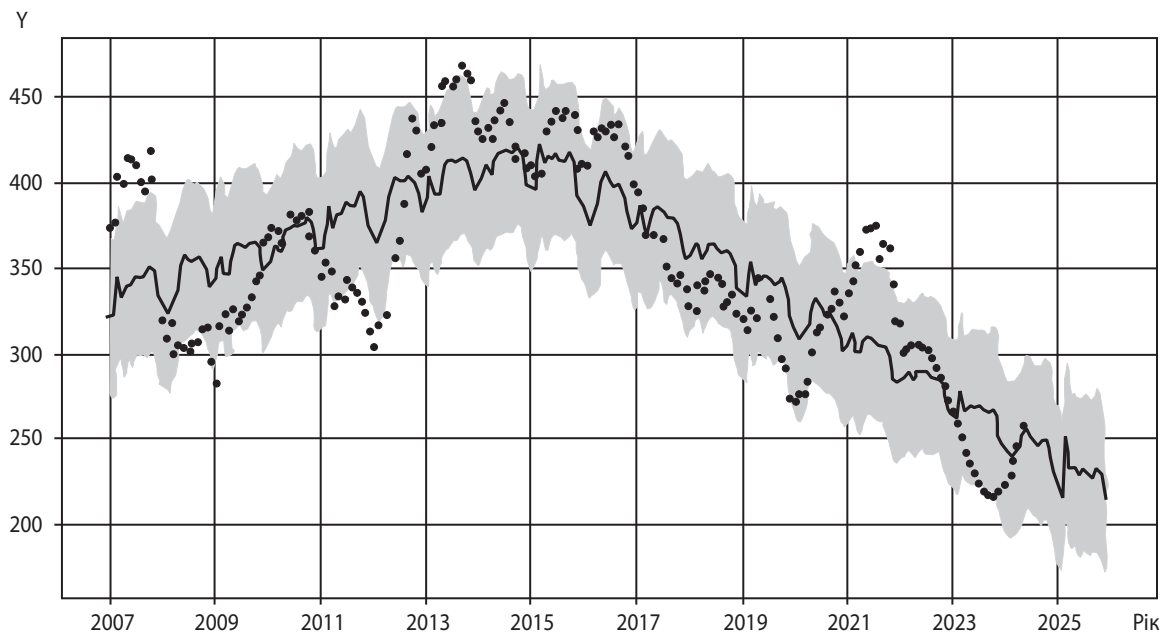


Рис. 2. Історичні та прогнозовані дані для часового ряду поголів'я свиней, побудовані за допомогою моделі Prophet

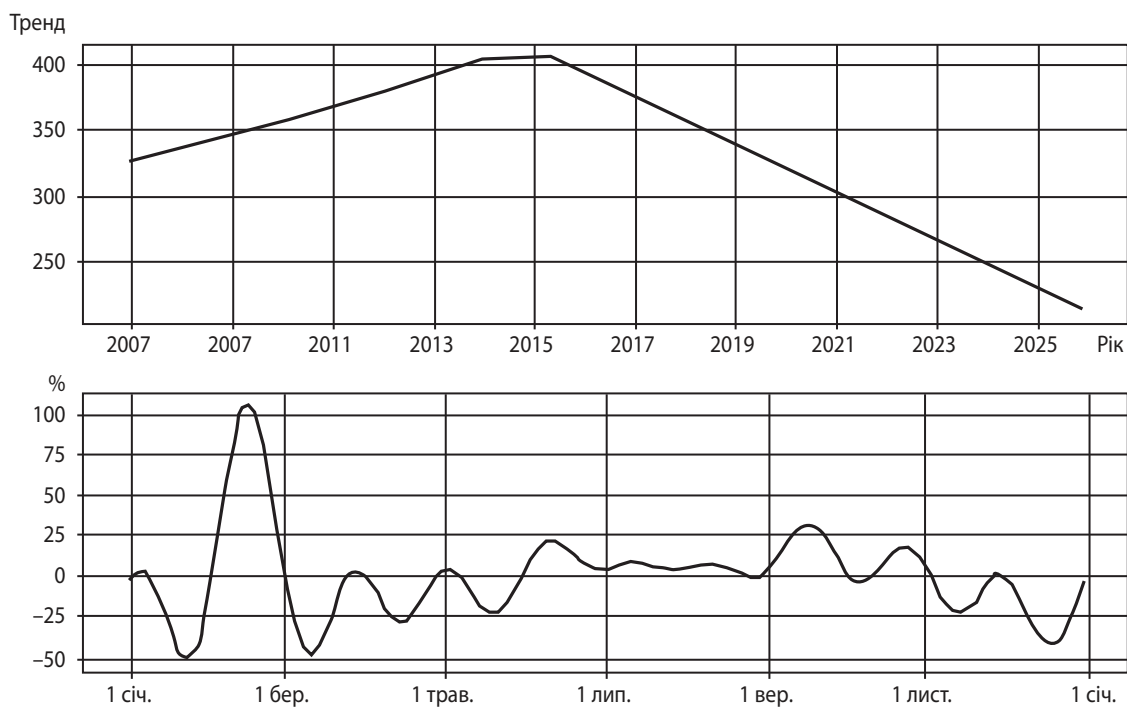


Рис. 3. Трендова та сезонна складові часового ряду поголів'я свиней

нається зростання. Це підтверджує, що коротші вікна призводять до менших середніх абсолютних похибок. Значення MAPE також зростає зі збільшенням RWS: від 3,82 % для $RWS=6$ до 5,12 % для $RWS=30$. Це означає, що відносні похибки також зростають, що може вказувати на погіршення прогнозу для довших вікон.

З таблиці 2 можна зробити висновок, що короткі вікна ($RWS=6$ і 12) забезпечують найменші похибки за всіма

метриками (RMSE, MAE, MAPE), що свідчить про більш точний прогноз, а довші вікна ($RWS=18, 24, 30$) погіршують результати, збільшуючи абсолютні та відносні похибки.

$RWS=6$ або 12 показують кращі результати для точного прогнозування, оскільки при цих значеннях похибки мінімальні за всіма метриками.

Зазвичай горизонт прогнозування повинен відповідати бізнес-завданню. Якщо структура даних сезонна,

рекомендується прогнозувати на кілька сезонних циклів (наприклад, 1 рік для місячних даних). Тому термін прогнозування (Rolling window size comparison RWS) вибираємо 12 місяців.

У таблиці 3 наведено прогнозні місячні значення чисельності поголів'я свиней. Дані вказують на чітку сезонну динаміку, зростання поголів'я навесні та восени і зниження взимку.

Прогнозування майбутнього розвитку аграрного сектора економіки, який відіграє важливу роль у національному господарстві, є надзвичайно актуальним як для розвинутих країн, так і для країн, що розвиваються. Воно дає змогу виявляти довгострокові тенденції, розробляти стратегії розвитку та сприяти сталому економічному зростанню. Завдяки прогнозуванню можна ефективно формувати аграрну політику, спрямовану на забезпечення продоволь-

Таблиця 3

Прогнозні щомісячні значення поголів'я свиней, тис. од.

Рік	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2025	214.2	249.9	230.0	230.6	226.4	231.1	227.8	224.7	231.4	227.8	213.2	210.0

Джерело: авторська розробка

чої безпеки, регулювання ринків сільськогосподарської продукції та підвищення конкурентоспроможності галузі. Це також сприяє залученню інвестицій у виробництво, інфраструктуру та інновації, забезпечуючи модернізацію аграрного сектора.

Крім того, прогнозування дозволяє оцінити можливі ризики, пов'язані з кліматичними змінами, коливаннями цін на світових ринках та іншими зовнішніми факторами. Це створює передумови для своєчасного впровадження заходів щодо пом'якшення наслідків кризових ситуацій. У короткостроковій перспективі оцінка кількості поголів'я свиней дає можливість оптимізувати виробничі процеси, регулювати обсяги експорту та імпорту, а також забезпечувати стабільність внутрішнього ринку. Це допомагає підтримувати баланс попиту і пропозиції, що є основою економічної стабільності та соціального благополуччя населення.

Для цього дослідження модель прогнозування Prophet обрана для оцінки щомісячної чисельності поголів'я свиней. Запропонований підхід зосереджується на відборі відповідних попередніх спостережень на основі схожих оцінок.

При побудові моделей часових рядів динаміки зміни кількості сільськогосподарських тварин враховувалися значення показників RMSE, MAE та MAPE. Використовуючи цей метод, було спрогнозовано щомісячну зміну поголів'я свиней в Полтавській області до кінця 2025 року.

Висновки. У цьому дослідженні проаналізована модель побудови часових рядів Prophet (additive regression model) для прогнозування динаміки кількості поголів'я свиней. Визначено оцінки точності прогнозів для різних термінів, що дало змогу встановити оптимальний часовий період прогнозування – 12 місяців). Отримані результати дозволяють глибше зрозуміти структуру змін у кількості сільськогосподарських тварин, виділити ключові тенденції та використовувати ці дані для прийняття обґрунтованих управлінських рішень у галузі тваринництва.

Перспективи подальшого дослідження включають розробку ансамблевих методів прогнозування, що враховуватимуть не лише сезонні коливання, але й специфічні фактори ведення бізнесу, такі як регіональні особливості, вплив ринкових умов тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. Головне управління статистики в Полтавській області. URL: <https://www.pl.ukrstat.gov.ua/>
2. Khatib A. M. G., Yonar H., Abotaleb M., Mishra P., Yonar A., Karakaya K., Badr A., Dhaka V. Modeling and forecasting of egg production in India using time series models. *Eurasian J Vet Sci*. 2021. Vol. 37 (4). P. 265–273.
DOI: <https://doi.org/10.15312/EurasianJVetSci.2021.352>
3. Bina V., Bartošová J., Příbyl V. Anomaly detection in time series for smart agriculture. *International Journal of Management, Knowledge and Learning*. 2022. Vol. 11.
DOI: <https://doi.org/10.53615/2232-5697.11.177-186>
4. Chadalavada R., Raghavendra S., Rekha V. Electricity requirement prediction using time series and Facebook's PROPHET. *Indian Journal of Science and Technology*. 2020. Vol. 13 (47). P. 4631–4645.
DOI: <https://doi.org/10.17485/IJST/v13i47.1847>
5. Hasnain A., Sheng Y., Hashmi M. Z., Bhatti U. A., Hussain A., Hameed M., ... Zha Y. Time series analysis and forecasting of air pollutants based on prophet forecasting model in Jiangsu province, China. *Frontiers in Environmental Science*. 2022. Vol. 10. 945628.
DOI: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.945628>
6. Henchion M., Moloney A., Hyland J., Zimmermann J., McCarthy S. Review: Trends for meat, milk and egg consumption for the next decades and the role played by livestock systems in the global production of proteins. *Animal*. 2021. Vol. 15 (1). 100287.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100287>
7. Jha B. K., Pande S. Time series forecasting model for supermarket sales using FB-prophet. *5th International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)*. IEEE, 2021. P. 547–554.
DOI: <https://doi.org/10.1109/ICCMC51019.2021.9418033>
8. Kanthi S. S., Vallabani S. Entrepreneur Development Through Pig Farming. In: Rana, T., Soto-Blanco, B. (eds) *Good Practices and Principles in Pig Farming. Livestock Diseases and Management*. Springer, Singapore, 2024.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-97-4665-1_12
9. Kassenbayev G., Kerimova U., Rakhimzhanova G., Shalgimbayeva K. Animal husbandry market in Kazakhstan: Dynamics and prognosis. *Scientific Horizons*. 2024. Vol. 27 (4). P. 176–188.
DOI: <https://doi.org/10.48077/scihor4.2024.176>

10. Klaharn K., Ngampak R., Chudam Y., Salvador R., Jainonthee C., Punyapornwithaya V. Analyzing and forecasting poultry meat production and export volumes in Thailand: a time series approach. *Cogent Food & Agriculture*. 2024. Vol. 10 (1). DOI: <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2378173>

11. Omar M. A., Hassan F. A., Shahin S. E., El-Shahat M. The usage of the autoregressive integrated moving average model for forecasting milk production in Egypt (2022–2025). *Open Veterinary Journal*. 2024. Vol. 14 (1). P. 256–265. DOI: <https://doi.org/10.5455/OVJ.2024.v14.i1.22>

12. Saiktishna C., Sumanth N. S. V., Rao M. M. S., Thangakumar J. Historical analysis and time series forecasting of stock market using FB prophet. *6th International conference on intelligent computing and control systems (ICICCS)*. IEEE, 2022. P. 1846–1851. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICICCS53718.2022.9788231>

13. Sharma K., Bhalla R., Ganesan G. Time series forecasting using FB-Prophet. *Algorithms Computing and Mathematics Conference (ACM-2022)*. Chennai, India, 2022. P. 59–65. URL: https://ceur-ws.org/Vol-3445/PAPER_07.pdf

14. Zakhodym V. Methodology of modeling trends of livestock products market development. *Podilian Bulletin: agriculture, engineering, economics*. 2023. Vol. 38 (1). P. 125–131. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.18>

REFERENCES

Bina, V., Bartosova, J., and Pribyl, V. "Anomaly detection in time series for smart agriculture". *International Journal of Management, Knowledge and Learning*, vol. 11 (2022).

DOI: <https://doi.org/10.53615/2232-5697.11.177-186>

Chadalavada, R., Raghavendra, S., and Rekha, V. "Electricity requirement prediction using time series and Facebook's PROPHET". *Indian Journal of Science and Technology*, vol. 13 (47) (2020): 4631-4645.

DOI: <https://doi.org/10.17485/IJST/v13i47.1847>

Hasnain, A. et al. "Time series analysis and forecasting of air pollutants based on prophet forecasting model in Jiangsu province, China". *Frontiers in Environmental Science*, vol. 10. 945628 (2022).

DOI: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.945628>

Henchion, M. et al. "Review: Trends for meat, milk and egg consumption for the next decades and the role played by livestock systems in the global production of proteins". *Animal*, vol. 15 (1). 100287 (2021).

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100287>

Holovne upravlinnia statystyky v Poltavskii oblasti. <https://www.pl.ukrstat.gov.ua/>

Jha, B. K., and Pande, S. "Time series forecasting model for supermarket sales using FB-prophet". *5th International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)*. IEEE, 2021. 547-554.

DOI: <https://doi.org/10.1109/ICCMC51019.2021.9418033>

Kanthi, S. S., and Vallabaneni, S. "Entrepreneur Development Through Pig Farming". In *Good Practices and Principles in Pig Farming. Livestock Diseases and Management*. Singapore: Springer, 2024.

DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-97-4665-1_12

Kassenbayev, G. et al. "Animal husbandry market in Kazakhstan: Dynamics and prognosis". *Scientific Horizons*, vol. 27 (4) (2024): 176-188.

DOI: <https://doi.org/10.48077/scihor4.2024.176>

Khatib, A. M. G. et al. "Modeling and forecasting of egg production in India using time series models". *Eurasian J Vet Sci.*, vol. 37 (4) (2021): 265-273.

DOI: <https://doi.org/10.15312/EurasianJVetSci.2021.352>

Klaharn, K. et al. "Analyzing and forecasting poultry meat production and export volumes in Thailand: a time series approach". *Cogent Food & Agriculture*, vol. 10 (1) (2024).

DOI: <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2378173>

Omar, M. A. et al. "The usage of the autoregressive integrated moving average model for forecasting milk production in Egypt (2022-2025)". *Open Veterinary Journal*, vol. 14 (1) (2024): 256-265.

DOI: <https://doi.org/10.5455/OVJ.2024.v14.i1.22>

Saiktishna, C. et al. "Historical analysis and time series forecasting of stock market using FB prophet". *6th International conference on intelligent computing and control systems (ICICCS)*. IEEE, 2022. 1846-1851.

DOI: <https://doi.org/10.1109/ICICCS53718.2022.9788231>

Sharma, K., Bhalla, R., and Ganesan, G. "Time series forecasting using FB-Prophet". *Algorithms Computing and Mathematics Conference (ACM-2022)*. Chennai, India, 2022. https://ceur-ws.org/Vol-3445/PAPER_07.pdf

Zakhodym, V. "Methodology of modeling trends of livestock products market development". *Podilian Bulletin: agriculture, engineering, economics*, vol. 38 (1) (2023): 125-131.

DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2023-1.18>

Стаття надійшла до редакції 05.12.2024 р.

Статтю прийнято до публікації 25.12.2024 р.