

Хмельницький національний університет  
Факультет програмування  
та комп'ютерних і телекомунікаційних систем  
Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

ДИПЛОМНА РОБОТА МАГІСТРА

Динамічні моделі розвитку малого і середнього бізнесу в Хмельницькій області  
Назва теми

Галузь знань \_\_\_\_\_ 11 – Математика та статистика \_\_\_\_\_

Спеціальність \_\_\_\_\_ 113 – Прикладна математика \_\_\_\_\_

ДРПМ 2019/087 01 29 00

Виконав: студент 2 курсу, група ПМм19-1

  
Підпис

А. В. Сирота

Керівник: к.ф.-м.н., доцент

  
Підпис, дата

Н. В. Грипинська

До захисту допускаю:

Зав. кафедри ТМІТ, д.т.н., доцент

  
Підпис, дата

С. К. Підченко

\_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Хмельницький, 2020

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ПРОГРАМУВАННЯ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ І ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Кафедра ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ, МЕДІЙНИХ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Освітній рівень МАГІСТР

Галузь знань 11 МАТЕМАТИКА ТА СТАТИСТИКА

Спеціальність 113 ПРИКЛАДНА МАТЕМАТИКА

Освітня програма ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА ПІДГОТОВКИ МАГІСТРА

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ 20\_\_ р

## ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ)

Сироті Антону Віталійовичу

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Динамічні моделі розвитку малого і середнього бізнесу в Хмельницькій області

Керівник проекту (роботи) Грипинська Надія Василівна, к.ф.-м.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджена наказом ректора університету від 01.09.2020 р. № 118

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 01.12.2020 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Авторегресійні моделі динаміки, оцінки похибки моделей, оцінки точності моделей за прогнозом, прогнозні значення ключових показників.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Дослідити актуальність задачі моделювання показників підприємництва; виконати огляд сучасних моделей нестационарних процесів; обрати та описати методи прогнозування; виконати обчислювальні експерименти для побудови моделей на основі часових рядів; порівняти побудовані моделі та вибрати найкращу; обчислити оцінки прогнозів та похибок; проаналізувати отримані результати.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) Фактори, що впливають на доцільність відкриття нового підприємства; ілюстрація динаміки факторів впливу; схеми підбору моделей множинних авторегресій; блок-схема розв'язання задачі моделювання розвитку МСБ на Хмельниччині; графічне представлення змодельованих часових рядів; графічне представлення прогнозів на наступні 3 роки.

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпи
		завдання видав
Розділ 1		
Розділ 2		
Розділ 3		

7. Дата видачі завдання « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)
Пошук літератури та поверхневе дослідження за темою	– 18.08.2020
Огляд сучасного стану й тенденцій розвитку малого і середнього бізнесу в Україні	– 02.09.2020
Визначення факторів розвитку малого й середнього бізнесу в Хмельницькій області та постановка проблеми дисертації	– 16.09.2020
Порівняльний аналіз економетричних моделей динаміки	17.09.2020 – 30.09.2020
Робота над статтею за результатами наукового дослідження	25.09.2020 – 16.10.2020
6. Проведення моделювання динаміки основних розвитку	05.10.2020 – 16.10.2020
7. Побудова прогнозу на наступні роки та аналіз отриманих результатів	17.10.2020 – 23.10.2020
Оформлення висновків і графічної частини магістерської дисертації	24.10.2020 – 30.10.2020
Оформлення записки кваліфікаційної роботи	3
10. Представлення роботи до захисту	04.12.2020 – 15.12.2020

Студент

  
Підпис

А. В.

Керівник проекту (роботи)

  
Підпис

Н. В.

## АНОТАЦІЯ

Тема дипломної роботи: Динамічні моделі розвитку малого і середнього бізнесу в Хмельницькій області.

Автор роботи: Сирота Антон Віталійович

Керівник роботи: Грипинська Надія Василівна

Загальний обсяг роботи: 121 сторінка, 49 рисунків, 21 таблиця, 6 додатків, 30 посилань

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ, ЕКОНОМЕТРИЧНА МОДЕЛЬ, ПРОГНОЗУВАННЯ, МАЛИЙ ТА СЕРЕДНІЙ БІЗНЕС, МНОЖИННА АВТОРЕГРЕСІЯ

Метою роботи є прогнозування розвитку малого й середнього бізнесу Хмельницької області з використанням динамічних економетричних моделей.

Дана дипломна робота присвячена задачі моделювання динаміки розвитку малого та середнього бізнесу в Хмельницькій області. Розроблено схему прогнозування основних економічних показників підприємницької діяльності в регіоні. У роботі описано процес побудови прогнозних економетричних моделей та вибору кращої моделі за точністю прогнозування. У результаті моделювання з'ясовано, що для розв'язання поставленої задачі найкращою є модель авторегресії та інтегрованого ковзного середнього з екзогенними змінними.

## ANNOTATION

a master's degree work of Anton Syrota

entitled «Dynamic models of small and medium business development in the Khmelnytskyi region».

Mentor: Nadiia Hrypynska

Total volume of work: 121 pages, 49 figures, 21 tables, 6 appendices, 30 references.

MATHEMATICAL MODELING, ECONOMETRIC MODEL, FORECASTING, SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES, MULTIPLE AUTOREGRESSION

The aim of the work is to forecast the development of small and medium-sized businesses of the Khmelnytskyi region using dynamic econometric models.

The thesis is devoted to modeling the dynamics of small and medium business development in the Khmelnytskyi region. The authors propose a scheme to forecast the crucial economic indicators of entrepreneurial activity in the region. This work describes the process of constructing econometric models and choosing the best model for forecasting accuracy. According to the modeling's results, the best solution to the problem is autoregression and integrated moving average with exogenous variables.

30.11

2020p.

Дата / Date

Підпис студента / Signature

## ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ .....	6
ВСТУП .....	7
1 СУЧАСНИЙ СТАН І АНАЛІЗ УМОВ РОЗВИТКУ МАЛОГО І СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ .....	11
1.1 Загальна характеристика стану малого і середнього бізнесу в Україні	11
1.2 Загальна характеристика та основні тенденції розвитку підприємництва в Хмельницькій області.....	22
1.3 Фактори розвитку малого і середнього бізнесу Хмельниччини.....	32
1.4 Постановка проблеми.....	34
2 ЕКОНОМЕТРИЧНІ МОДЕЛІ ДИНАМІКИ.....	36
2.1 Основні елементи часового ряду.....	36
2.2 Регресійні моделі для прогнозування часових рядів .....	43
2.2.1 Модель авторегресії та ковзного середнього (ARMA).....	43
2.2.2 Модифікована модель авторегресії та інтегрованого ковзного середнього (ARIMA).....	45
2.2.3 Модифікована модель авторегресії та інтегрованого ковзного середнього з екзогенними змінними (ARIMAX).....	46
2.3 Оцінка точності моделей.....	47
2.4 Похибки для оцінювання точності прогнозу .....	51
3 МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ПОКАЗНИКІВ ДІЯЛЬНОСТІ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	52
3.1 Опис та підготовки статистичних даних .....	52
3.2 Підготовки ознак до математичного моделювання .....	56
3.3 Вибір найбільш значущих параметрів.....	60
3.4 Моделювання динаміки розвитку суб'єктів малого та середнього підприємництва .....	63

3.5 Прогнозування ключових показників розвитку малого та середнього бізнесу в Хмельницькій області .....	75
ВИСНОВКИ.....	79
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....	81
ДОДАТОК А ТЕЗИ КОНФЕРЕНЦІЇ .....	85
ДОДАТОК Б СТАТТЯ.....	90
ДОДАТОК В ТАБЛИЧНІ ЗНАЧЕННЯ КРИТЕРІЇВ ТОЧНОСТІ МОДЕЛЕЙ .	97
ДОДАТОК Г СТАТИСТИЧНІ ДАНІ .....	98
ДОДАТОК Д ЛІСТИНГ ПРОГРАМНОГО КОДУ .....	102
ДОДАТОК Е СЛАЙДИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ.....	107

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

AIC – інформаційний критерій Акаїке

ARMA – модель авторегресії та ковзного середнього

ARIMA – модель авторегресії та інтегрованого ковзного середнього

ARIMAX – модель авторегресії та інтегрованого ковзного середнього з

екзогенними змінними

BIC – інформаційний критерій Байєса

DW – статистичний критерій Дарбіна-Уотсона

MAE – середня абсолютна похибка

MAPE – середня абсолютна похибка у відсотках

MASE – середня абсолютна масштабована похибка

$R^2$  – коефіцієнт множинної детермінації

RMSE – середня квадратична похибка

МНК – метод найменших квадратів

МСБ – малий та середній бізнес

МСП – мале та середнє підприємство

ЧР – часовий ряд

## ВСТУП

**Актуальність теми.** На сьогодні ключове місце в розвитку економіки України посідає проблема трансформації ринкових інститутів, головним із яких є розвиток підприємництва. Становлення й розвиток різних форм малого й середнього підприємництва, поряд із великим бізнесом, є стратегічною проблемою економічної політики в умовах модернізації економіки, її наближення до передових світових стандартів.

Закордонний досвід ведення підприємництва свідчить, що в структурі економік країн із ринковою економікою вагоме місце належить малому й середньому підприємству, як найбільш масовій, гнучкій та динамічній формі господарювання. Так, за даними ООН, тільки у виробничій сфері малі та середні підприємства створюють від 30 % до 70 % національного продукту та забезпечують зайнятість майже 50 % працездатного населення. На частку малого бізнесу припадає майже половина приросту нових робітничих місць.

На основі малого та середнього підприємництва визначаються темпи економічного й соціального розвитку країни, структура і якість валового національного продукту, рівень демократизації суспільства. Його розвиток є ефективним засобом пом'якшення соціальної напруги й ослаблення майнової нерівності. Успішне функціонування малого та середнього бізнесу формує конкурентне середовище, зумовлюючи стрімкий розвиток економіки країни. Продуктивна робота малих та середніх підприємств сприяє розвитку країни та є значним джерелом поповнення державного та місцевого бюджетів.

Отже, сталий економічний розвиток країни та її регіонів має ґрунтуватися насамперед на розвитку суб'єктів малого та середнього бізнесу. Проте наразі стагнація політичної та економічної політик України на фоні пандемії COVID-19 зумовлює негативний вплив на функціонування малих та середніх підприємств. Брак дієвої державної та регіональної підтримки разом зі значним податковим тиском спричинили поступовий занепад діяльності суб'єктів

малого та середнього підприємництва. Проте, здавалося б, саме малий та середній бізнес є тим соціально-економічним фундаментом, на основі якого має розвиватися будь-яка європейська держава, зокрема, Україна.

Підвищення конкурентоспроможності економіки нашої держави на регіональному рівні має стати пріоритетною економічною політикою. Зокрема, одним з ефективних напрямів такої діяльності є створення сприятливих умов для динамічного розвитку малого та середнього підприємництва в регіонах, зокрема, у Хмельницькій області. Тому наразі актуальним завдання є дослідження особливостей та моделювання розвитку суб'єктів малого та середнього бізнесу Хмельниччини.

**Метою** дипломної магістерської роботи є прогнозування розвитку малого і середнього бізнесу Хмельницької області з використанням динамічних економетричних моделей.

Поставлена мета досягається вирішенням наступних **завдань**:

1. Провести аналітичний огляд і виявити ключові чинники розвитку суб'єктів малого та середнього підприємництва в регіоні.
2. Проаналізувати методи економіко-математичного моделювання та обрати ті, які найкраще описують задачу динаміки.
3. Підготувати статистичні дані та обрати найбільш значущі чинники функціонування малого та середнього бізнесу.
4. Побудувати економетричну модель для прогнозування ключових показників розвитку малого та середнього бізнесу в Хмельницькій області.

**Об'єктом** дослідження є розвиток малих та середніх підприємств у Хмельницькій області.

**Предметом** дослідження є методи економетричного моделювання для прогнозування розвитку малого й середнього бізнесу.

**Гіпотеза дослідження.** Розвиток малого та середнього підприємництва, як один із важливих економічних чинників, потребує сприятливих умов для сталого розвитку економіки країни. Використання традиційних методів прогнозування не забезпечує необхідного рівня надійності економічних

показників, що пов'язано з діяльністю суб'єктів малого й середнього бізнесу в умовах невизначеності та за браком стабільності на ринку України. У результаті аналітичного огляду закордонних та вітчизняних джерел виявлено, що моделювання ключових економічних показників розвитку малого та середнього підприємств із високим рівнем адекватності можливе з використанням часових рядів за механічними методами. Тому застосування економетричних моделей динаміки може бути відмінним рішенням для дослідження функціонування суб'єктів малого й середнього бізнесу на території Хмельницької області.

**Науково-практична новизна** полягає в тому, що на основі зібраного набору статистичних даних Хмельницького регіону, було побудовано нові моделі часових рядів, а саме ARMA, ARIMA та ARIMAX. Водночас порівняльний аналіз побудованих моделей показав, що найкращою є модель ARIMAX. Тому економетричну модель авторегресії ARIMAX варто використовувати для подальшого моделювання економічних показників підприємництва на території Хмельницької області.

**Структура та обсяг роботи.** Дипломна робота магістра складається з завдання, реферату, змісту, переліку скорочень, вступу, 3 розділів, висновків, переліку посилань із 30 найменувань та 6 додатків. Загальний обсяг дипломної роботи магістра становить 121 сторінка, з них 86 сторінок основного тексту та 36 сторінок додатків. У роботі наведено 49 рисунків та 21 таблиця.

Основна частина складається з трьох розділів.

У першому розділі проведено огляд сучасного стану та основних тенденцій розвитку підприємництва на Хмельниччині. У результаті аналітичного огляду встановлено інструментарій підтримки малого та середнього бізнесу, виявлено основні економічні показники розвитку малого й середнього бізнесу в регіоні, визначено динаміку розвитку ключових показників підприємств упродовж 2015–2019 років. На основі проведено аналізу визначено ключові фактори розвитку суб'єктів малого та середнього підприємництва в регіоні та сформульовано постановку проблеми.

У другому розділі проведено аналітичний огляд моделей динаміки розвитку найважливіших характеристик підприємницької діяльності на Хмельниччині. Зокрема, описано методи часових рядів для прогнозування параметрів динаміки розвитку суб'єктів малого та середнього бізнесу та визначено основні оцінки для порівняння економетричних моделей. На основі проведеного аналізу обрано моделі множинної авторегресії ARMA, ARIMA та ARIMAX для побудови прогнозу.

У третьому розділі проведено моделювання з метою побудови прогнозу ключових показників підприємницької діяльності суб'єктів малого та середнього бізнесу. Моделювання проведено за двома ключовими показниками підприємницької діяльності: обсяг реалізованої продукції (сукупний дохід) усіх суб'єктів МСП та загальна кількість суб'єктів МСП у Хмельницькій області. Виявлено, що для практичного використання варто застосовувати саме модель ARIMAX, оскільки для розв'язання поставленої задачі вона виявилася кращою за інші моделі.

**Публікації та апробація результатів дослідження.** За темою роботи опубліковано:

1) тези (Додаток А) – Грипинська Н. В., Сирота А. В. Математичне моделювання динаміки показників діяльності малого та середнього бізнесу хмельницької області. VII Міжнародна науково-практична конференція “Стратегії, Моделі та Технології Управління Економічними Системами”, (СМТУЕС-2020) : матеріали VII міжнар. наук.-практ. конф. (м. Хмельницький, 8-9 жовт. 2020 р.). Хмельницький : Хмельницький національний університет, 2020. С. 115–119.

2) стаття (Додаток Б) – Грипинська Н. В. Модель прогнозу показників діяльності малого та середнього бізнесу в хмельницькій області / Н. В. Грипинська, А. В. Сирота // Вісник Хмельницького національного університету. Серія «Економічні науки». – Хмельницький: ХНУ, 2020. С. 67–73.

# 1 СУЧАСНИЙ СТАН І АНАЛІЗ УМОВ РОЗВИТКУ МАЛОГО І СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ

## 1.1 Загальна характеристика стану малого і середнього бізнесу в Україні

Малий і середній бізнес (МСБ) – головний сектор, який в багато чому визначає темпи економічного зростання та займає особливе місце в розвитку України. Без підвищення підприємницької діяльності неможливо сформувати економіку європейського типу до якої прагне Україна. Розвиток малого і середнього бізнесу має ряд переваг: забезпечує зайнятність населення, сприяє формуванню конкурентного середовища, впливає на збільшення виробництва валового регіонального продукту та росту реальних доходів населення, підвищує якість життя, а також поповнення прибутків місцевих та регіональних бюджетів.

Відповідно до Закону України «Про розвиток та державну підтримку малого і середнього підприємництва в Україні», суб'єктами малого та середнього підприємництва (МСП) вважаються [1]:

– фізичні особи, зареєстровані в установленому законом порядку як фізичні особи – підприємці, у яких середня кількість працівників за звітний період (календарний рік) не перевищує 50 осіб та річний дохід від будь-якої діяльності не перевищує суму, еквівалентну 10 мільйонам євро, визначену за середньорічним курсом Національного банку України;

– юридичні особи – суб'єкти господарювання будь-якої організаційно-правової форми та форми власності, у яких середня кількість працівників за звітний період (календарний рік) не перевищує 50 осіб та річний дохід від будь-якої діяльності не перевищує суму, еквівалентну 10 мільйонам євро, визначену за середньорічним курсом Національного банку України.

До категорії суб'єктів середнього підприємництва відносяться підприємства на яких працює менше 250 чоловік і які мають річний оборот, що

не перевищує 50 млн. євро, та / або загальний річний баланс, що не перевищує 43 млн. євро.

Україна щороку покращує тенденцій розвитку в сфері підприємництва, і як минулого року, на початок 2020 року, знову поліпшила свою позицію, піднявшись на 64 позицію серед 190 країн (рис. 1.1) у щорічному рейтингу Світового банку Doing Business. Рейтинг Doing business визначає інвестиційну привабливість 190 країн світу та оцінює простоту ведення підприємницької діяльності на основі 10 індикаторів. Один з авторів дослідження, директор Світового банку у справах України, Білорусі та Молдови Чімяо Фан зазначає, що Україна має досить високий потенціал для розвитку підприємництва. За результатами в 2020 році в Україні покращилися 5 показників з 10, а саме [2]:

- система сплати податків;
- реєстрація бізнесу;
- доступ до електроенергії;
- доступ до кредитів;
- дозвіл неплатоспроможності.

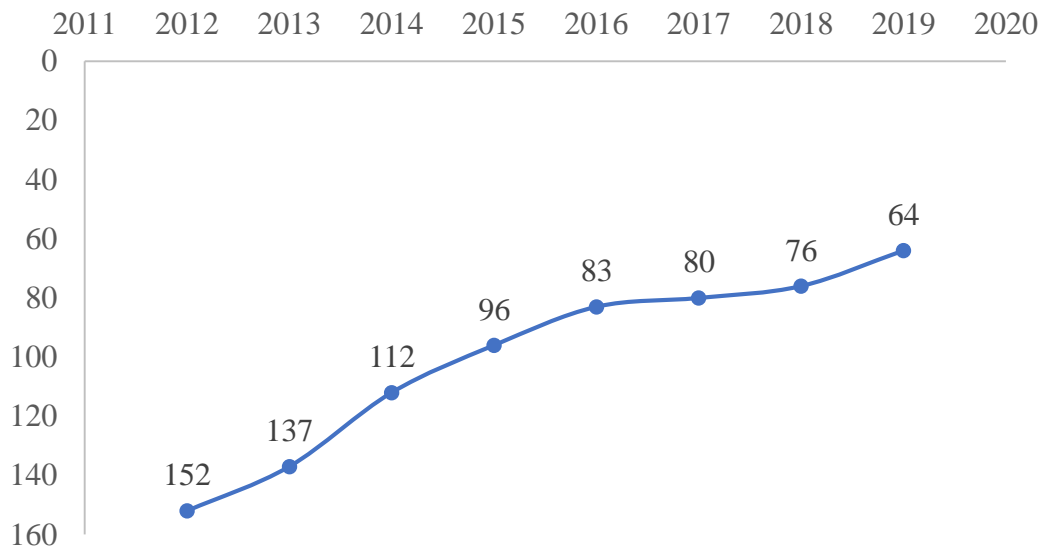


Рисунок 1.1 – Україна в рейтингах Doing business

Для того щоб прослідкувати тенденцію та охарактеризувати стан розвитку вітчизняних підприємств, було проаналізовано динаміку показників кількості

суб'єктів господарювання малого та середнього підприємництва в Україні протягом 2010–2019 рр. (табл. 1.1) [3].

Таблиця 1.1 – Динаміка основних показників діяльності суб'єктів малого та середнього бізнесу в Україні протягом 2010-2019 рр. [3]

Роки	Показники			
	Малі підприємства (МП), од	МП у % до базового року	Середні підприємства (СП), од	СП у % до базового року
2010	357241	100%	20983	100%
2011	354283	99,2%	20753	98,9%
2012	344048	96,3%	20189	96,2%
2013	373809	104,6%	18859	89,9%
2014	324598	90,9%	15906	75,8%
2015	327814	91,8%	15203	72,5%
2016	291154	81,5%	14832	70,7%
2017	322920	90,4%	14937	71,2%
2018	339382	95,0%	16124	76,8%
2019	362336	101,4%	17745	84,6%

Згідно з даними табл. 1.1 було виявлено, що динаміка розвитку малих підприємств протягом 2010–2016 рр. поступово зменшилась і у 2016 р. становила 291154 одиниць, що на 18,5 % менше порівняно з 2010 р. Незважаючи на вплив соціально-економічних чинників у 2013 році була найбільша кількість суб'єктів малого бізнесу, і становила 373809 одиниць, що на 4,6 % більше від базового 2010 року. У 2017–2019 рр. простежувався ріст після стрімкого спаду, і кількість суб'єктів малого бізнесу становила 322920 од. у 2017 р., 339382 од. у 2018 р. та 362336 од. у 2019 р. відповідно.

Щодо середніх підприємств, то у 2010–2016 рр. простежується стрімке скорочення діяльності з 20983 од. в 2010 р. до 14832 од. в 2016 р., що становить 29,3 %, а потім поступово підвищується до 17745 од. у 2019 р.

За статистичними даними щорічно створюються чи припиняють діяльність десятки тисяч малих і середніх підприємств через неякісне управління, а саме 44% невдач є причиною некомпетентності через нездатність

вести справу, 17% складає відсутність досвіду управління працівниками та іншими ресурсами до початку своєї справи, 16% – незбалансований досвід через брак досвіду в сфері маркетингу, фінансах, 15% – відсутність досвіду у виробництві власної продукції або послуги до початку своєї справи [8].

Поряд з негативними сторонами розвитку малого і середнього бізнесу є і позитивні переваги, а саме малі і середні підприємства:

- реалізують структурну перебудову економіки;
- сприяють послабленню процесів монополізму;
- створюють додаткові робочі місця;
- забезпечують здорову конкуренцію на ринку;
- сприяють прискореному впровадженню технічних і комерційних інноваційних ідей;
- своєчасно реагують на зміну попиту, що надає ринковій економіці гнучкість і стійкість;
- допомагають наповнити ринок товарами й послугами та забезпечують швидку окупність витрат.

З багатьох досліджень відомо, що малий та середній бізнес постійно виступає роботодавцем у партнерстві, як з державними, так і громадськими установами в сфері зайнятості, тим самим зменшуючи відсоток безробіття.

Станом 1 лютого 2019 року на обліку в Україні перебуває 1778 тис. фізичних осіб підприємців (ФОП). За 2018 рік було відкрито 272438 ФОП, а закрито 178646. Також у 2018 році в Україні було відкрито 80491 компаній, що на 10 тисяч більше ніж в минулому році. Щотижня в Україні реєструється 1548 компаній та закривається 298.

З кожним роком кількість ФОПів зростає і за останній рік з 01.05.2018 до 01.05.2019 кількість ФОП збільшилась на 79399. Так на початок обраного періоду в Україні було зареєстровано 1 768 953 ФОП, і вже станом на кінець обраного періоду активних приватних підприємців нараховується 1 848 352. Динаміка відкриття та закриття ФОПів представлено на рис. 1.2.

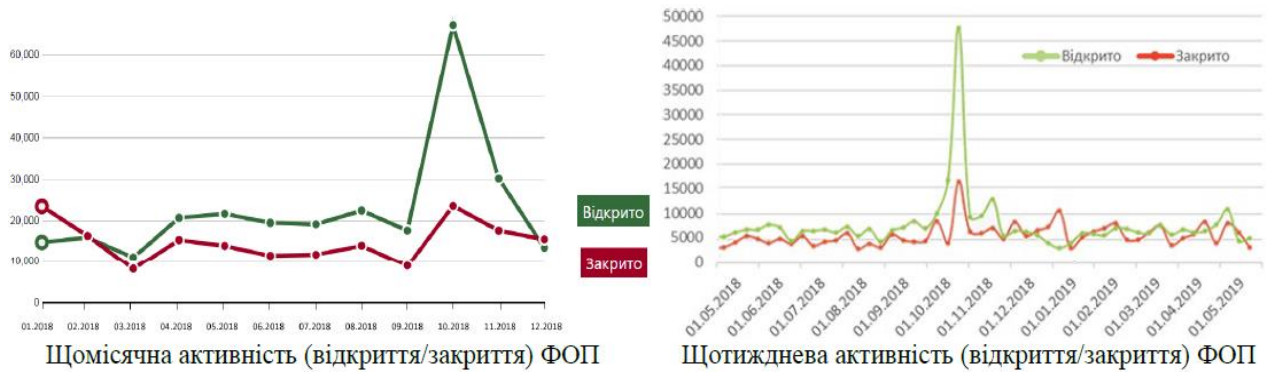


Рисунок 1.2 – Динаміка відкриття та закриття ФОП за 2018-2019 рр.[4]

Так за кількістю закритих ФОП на з 01.05.2018 по 01.05.2019 року лідирують Київська, Дніпропетровська та Харківська області (рис. 1.3).

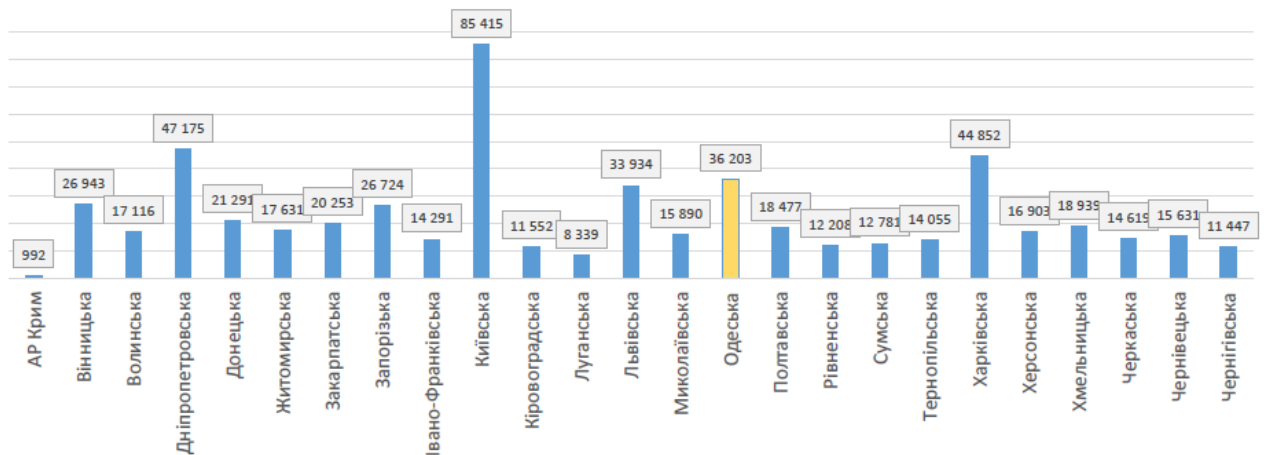


Рисунок 1.3 – Припинення роботи ФОП за областями України [4]

Зокрема, досліджено що в Україні на малих підприємствах зайнято не більше 25 % працюючого населення, а питома вага малих підприємств в загальному обсязі реалізованої продукції з кожним роком знижується. Тоді як питома вага працюючих на малих і середніх підприємствах в загальній кількості зайнятих осіб в інших країнах складає: у США – 54 %, у Великій Британії – 58 %, в Японії – 78 %, у Польщі – 61 %, в Угорщині – 65 %, а частка малих і середніх підприємств у ВВП цих країн перевищує 50 %. У розвинутих країнах на малий бізнес припадає в середньому 50 % всіх зайнятих та до 70-80 % новостворених

робочих місць. В Україні цей показник сягає 50 % від усього працездатного населення [8].

У IV кварталі 2019р. обсяг послуг реалізованих підприємствами становив 239,4 млрд. грн, або 100,2% від обсягу відповідного кварталу 2018р. Водночас послуги, реалізовані населенню, становили 20,4% від загального обсягу реалізованих послуг (у IV кварталі 2018р. – 20,8%) (рис. 1.4) [3].

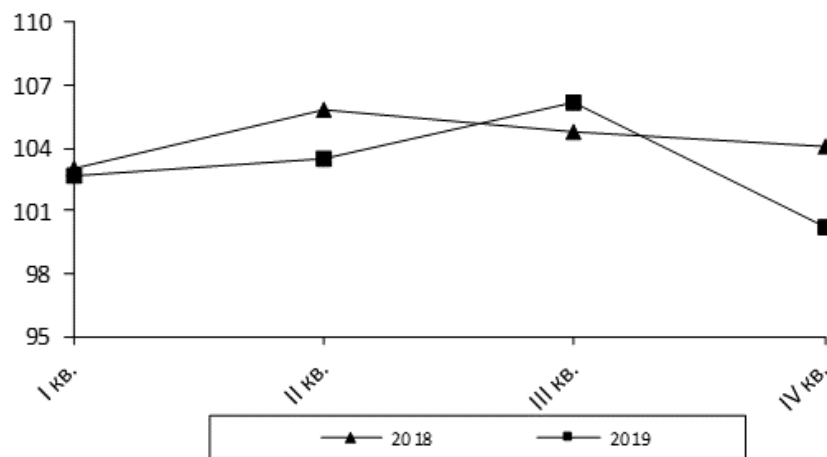


Рисунок 1.4 – Темпи зростання (зниження) обсягу реалізованих послуг

Обсяг реалізованої продукції (товарів, послуг) підприємств в Україні в 2019 році за видами економічної діяльності представлено на рис. 1.5.



Рисунок 1.5 – Обсяг реалізованої продукції (товарів, послуг) підприємств за видами економічної діяльності

Найбільш розвинуті види економічної діяльності в Україні: промисловість, оптова та роздрібна торгівля; сільське, лісове та рибне господарство, будівництво, ремонт автотранспортних засобів та мотоциклів; діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування.

Невід’ємною частиною розвитку малого і середнього бізнесу є іноземні інвестиції. Впродовж 2010 – 2019 років обсяги прямих іноземних інвестицій (ПІІ) (рис. 1.6), в яких кінцевим контролюючим інвестором є резидент (round tripping) оцінено у 9.4 млрд дол. США, що становить 22.8 % від припливу ПІІ в Україну (41.3 млрд дол. США). У 2016 – 2019 роках спостерігається поступове наростання чистого притоку коштів за операціями round tripping, але вже в менших обсягах, ніж напередодні кризи. В 2016 році вони забезпечили 4.1%, у 2017 – 10.4%, у 2018 – 20.6% приливу ПІІ в Україну. У 2019 році операції round tripping оцінено в 1 млрд дол. США, що становить 34.1% притоку ПІІ в Україну (88.9% їх обсягу – інвестиції до реального сектору). Найбільші обсяги операцій round tripping здійснювались через Кіпр, Нідерланди, Швейцарію та Австрію [5].

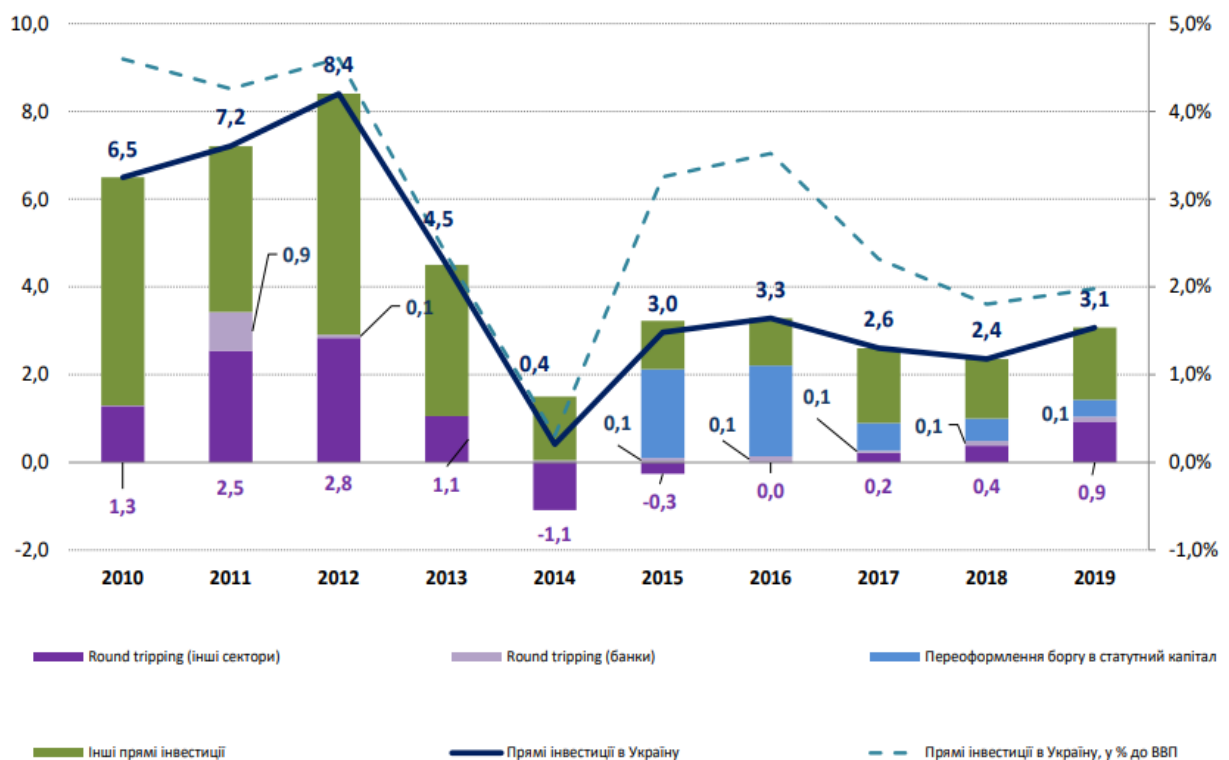


Рисунок 1.6 – Прямі іноземні інвестиції в Україну (ПІІ), млрд. дол. США [5]

Причини, що перешкоджають розвитку малого і середнього підприємництва в цілому в Україні це [4]:

- політична проблема, з якою стикається бізнес в Україні, полягає в тому, що наявне в нас державне регулювання, з одного боку, є дуже детальним й обтяжливим, через що просто необхідні розробка і реалізація заходів дерегуляції;

- неприпустимі терміни проходження офіційних процедур при створенні нового бізнесу, та ліквідація бізнесу також вимагає великих фінансових витрат від його власника;

- нестача внутрішніх фінансових ресурсів, складність доступу до зовнішніх джерел фінансування та залучення інвестицій, високі банківські відсотки за кредитами, нерозвиненість інституту овердрафту;

- неналежний рівень розвитку інфраструктури підтримки малого і середнього підприємництва, ускладнено реєстрацію права власності на різні об'єкти нерухомості;

- нормативно-адміністративні проблеми, які зустрічаються у законодавстві, відмінності в застосуванні наявної нормативної бази, повільність правоохоронної та судової систем і, звичайно, корупція;

- нестабільність податкового законодавства у сфері розвитку малого і середнього підприємництва, що не дає можливості суб'єктам підприємництва планувати свою діяльність на тривалий період;

- засади, які пов'язані з непрофесійною хаотичною розробкою і впровадженням системи моніторингу критеріїв оцінки ризику (СМКОР) і подальшим масовим блокуванням податкових накладних;

- недостатній розвиток статистичного і податкового обліку, низька економічна ефективність всієї системи державної статистики;

- складність процедур сертифікації і стандартизації товарів та послуг, зростання грошових витрат на проходження дозвільних процедур;

- низький рівень активності суб'єктів малого і середнього підприємництва щодо захисту власних інтересів;

– неналежний рівень інформаційного, консультативного та методичного забезпечення підприємницької діяльності.

Також спостерігаються умови господарювання, які характеризуються динамічним розвитком ринків товарів та послуг, постійними змінами в зовнішньому середовищі та виробничих відносинах, зростанням конкуренції. Такі умови визначають пошук нових інструментів та методів управління підприємством.

Модель Бартоля та Мартінса (1998) стосовно відкриття нового підприємства виділяла наступні фактори, які мотивують людей до здійснення підприємницької діяльності: особистісні характеристики, обставини життєвого шляху, фактори середовища та супутні фактори (рис. 1.7) [6].



Рисунок 1.7 – Фактори, що впливають на доцільність відкриття нового підприємства [6]

Дослідники продемонстрували вплив особистісних характеристик людей на підприємницьку діяльність з точки зору з двох напрямків – внутрішні чинники (включають характеристики особистості) та зовнішні (формують характеристики особистості). Більшість людей розпочали власний бізнес внаслідок особистої потреби у досягненнях і самореалізації, завдяки високому внутрішньому контролю й умінню перебороти власну нерішучість. У той час як зовнішні характеристики, які можуть впливати на підприємців, включають: сімейне середовище, освіту, вік і робочий досвід. Ще одним важливим фактором, який зазвичай впливає на підприємців, є життєві обставини. Передумовами, що значною мірою обумовлюють виникнення цього фактору, можуть бути: незадовільне робоче середовище, пониження у посаді, кар'єрні переходи та позитивний досвід.

Фактори середовища та супутні фактори – це фактори, які мають відношення до сприятливих умов і виступають основою для започаткування бізнесу. До таких факторів відносять: достатнє фінансування, наявність кваліфікованої робочої сили, доступність матеріалів, наявність вільної ринкової ніші, наявність інфраструктури (наприклад, землі, транспорту, електроенергії тощо) та підтримуючої системи обслуговування. Оцінка задумів і можливостей реалізації підприємницької діяльності є важливим етапом на шляху відкриття підприємницької діяльності. Усі перелічені фактори впливають на доцільність та можливість відкриття нового підприємства. Чим вища інтенсивність цих факторів, тим більші можливості для виникнення нового підприємства [6].

Ключове значення для підвищення ефективності функціонування малих і середніх підприємств України має створення гідних умов для їх існування, що стане можливим унаслідок створення ефективної системи відтворення підприємництва та застосування необхідних інструментів його підтримки. Підвищення ефективності підтримки та стимулювання розвитку малих і середніх підприємств потребують системного підходу до вирішення цієї проблеми в контексті управління розвитком малих і середніх підприємств як на зовнішньому, так і на внутрішньому рівнях. Окремі інструменти підтримки

малих і середніх підприємств у зовнішньому та внутрішньому середовищі в системі регіонального ринкового простору наведено на рис. 1.8 [7].



Рисунок 1.8 – Інструменти підтримки малого та середнього бізнесу [7]

Однією з принципових відмінностей національного рівня розвитку МСБ від європейського є недостатній рівень наукової та інноваційної активності цього сектору, фінансово-кредитна «неспроможність», відсутність належної державної підтримки та стимулу до відкриття і необхідного захисту ризикованої підприємницької діяльності. В Україні головним джерелом підтримки сфери бізнесу має бути держава, тому інструменти державної підтримки МСБ мають будуватися на принципах якісного та безперервного стимулювання і підтримки підприємств МСБ.

## 1.2 Загальна характеристика та основні тенденції розвитку підприємництва в Хмельницькій області

Створення сприятливого бізнес-середовища є одним з основних напрямів політики як для окремого Хмельницького регіону, так і країни загалом.

Мале та середнє підприємництво має цілу низку специфічних економічних властивостей, які у своїй сукупності формують економічний потенціал сектору малого та середнього підприємництва, а саме [14]:

- спроможність порівняно швидко створювати робочі місця;
- гнучкість у плані адаптації до нових ринкових вимог, що має особливе значення в період глибоких структурних змін;
- високий інноваційний потенціал завдяки вузькій спеціалізації виробництва;
- спроможність ідентифікувати нові ринки завдяки наявності потенціалу розширення виробництва та виходу на зовнішні ринки.

Враховуючи складні умови, які в останні роки визначають основні економічні вектори, стан і тенденції розвитку малого і середнього підприємництва в області характеризуються як позитивними, так і негативними тенденціями.

Стан розвитку підприємництва за підсумками 2019 року характеризується наступною динамікою основних фінансово-економічних показників діяльності суб'єктів малого та середнього бізнесу (табл. 1.2).

За даними Головного управління Державної податкової служби в області кількість діючих малих та середніх підприємств з початку 2019 року збільшилася на 5% (на 675 одиниць) і станом на 1 січня 2020 року становила 13505 одиниць, у тому числі [13]:

13100 малих підприємств (на 400 одиниць більше або на 3,05 %);

405 середніх підприємств (на 9 одиниць більше або на 2,25 %);

53770 фізичних осіб-підприємців (на 902 особи більше або на 1,68%)



Динаміка кількості малих та середніх підприємств протягом 2015-2019 років зображена на рис. 1.9.



Рисунок 1.9 – Динаміка кількості МСП протягом 2015-2019 рр.

Після різкого скорочення приватних підприємців у 2017 році на 1,8 тис. осіб до кінця 2018 року приріст зріс на 2,2 тис. осіб, а у 2019 році – на 902 особи. Динаміка діючих фізичних осіб-підприємців області у 2015-2019 роках представлена на рис. 1.10.



Рисунок 1.10 – Кількість діючих фізичних осіб-підприємців

За підсумками 2019 року в малому та середньому бізнесі спостерігалась зайнятість на рівні 188,8 тис. осіб, що на 1,4 тис. осіб менше ніж у 2018 році. Питома вага зайнятих у малому та середньому бізнесі до загальної кількості зайнятих у суб'єктів підприємництва становить 91%.

Економіка Хмельницької області має індустріально-аграрний характер, тому можна виділити такі пріоритетні напрями діяльності суб'єктів малого і середнього підприємництва в Хмельницькій області [10]:

- виробництво сільськогосподарської продукції (у тому числі вирощування нових та нетрадиційних для регіону видів продукції, тваринництво, рослинництво, бджільництво тощо);

- переробка сільськогосподарської продукції (виробництво продуктів харчування, еко- та біопродуктів, виробництво з переробки сировини рослинного і тваринного походження тощо);

- машинобудування, устаткування та готових металевих виробів;

- упровадження енергозберігаючих технологій та реалізація енергоефективних проектів;

- виробництво електричного, електронного та оптичного устаткування, приладобудування;

- освоєння та розробка високотехнологічних виробів, впровадження інновацій, розвиток інформаційних технологій;

- легка промисловість (виготовлення швейних виробів та взуття);

- деревообробна промисловість (виготовлення дерев'яних конструкцій для житлового будівництва, меблів, столярних виробів, виробництво інших виробів з деревини);

- виробництво будівельних матеріалів (будівельні суміші, оздоблювальні матеріали та конструкції, цегла, керамічні та бетонні вироби);

- будівництво та ремонтно-будівельні роботи;

- туристична та рекреаційна сфери (розвиток готельного бізнесу, сільського зеленого туризму, виготовлення сувенірної продукції, відродження народних промислів);

– надання соціально-побутових послуг населенню у сільській місцевості;

– роздрібна торгівля продовольчими та непродовольчими товарами у сільській місцевості.

Розподіл зайнятих працівників у 2019 році за видами економічної діяльності на малих та середніх підприємствах майже не змінився у порівнянні з минулим роком та здійснюється наступним чином. Найбільшу кількість зайнятих на малих та середніх підприємствах зосереджено у п'яти галузях: промисловість, сільське господарство, торгівля, будівництво і транспорт. Промислове виробництво в основному зосереджено у містах: Хмельницький, Кам'янець Подільський, Шепетівка, Славута, Нетішин. Хмельницькій області належать провідні місця у загально державному виробництві електроенергії, цементу, проводів та кабелів електричних низьковольтних, причепів та напівпричепів, котлів центрального опалення, швейних виробів, взуття, масла вершкового, цукру-піску, макаронних виробів, тощо. Хмельниччина створює 2 відсотки валового регіонального продукту України.

Якщо на середніх підприємствах питома вага кількості зайнятих у цих галузях становить 58,9% (73,4 тис. осіб), то для малих підприємств зазначений показник від загальної кількості зайнятих на малих підприємствах становить 32,1% (39,9 тис. осіб).

Кількість зайнятих працівників на підприємствах за видами економічної діяльності з розподілом на середні та малі у 2019 році зображено на рис. 1.11 – 1.12.

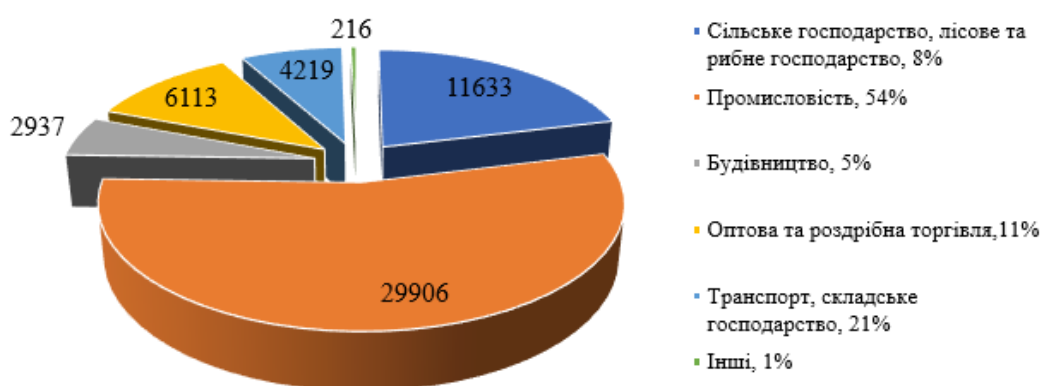


Рисунок 1.11 – Кількість зайнятих працівників на середніх підприємствах

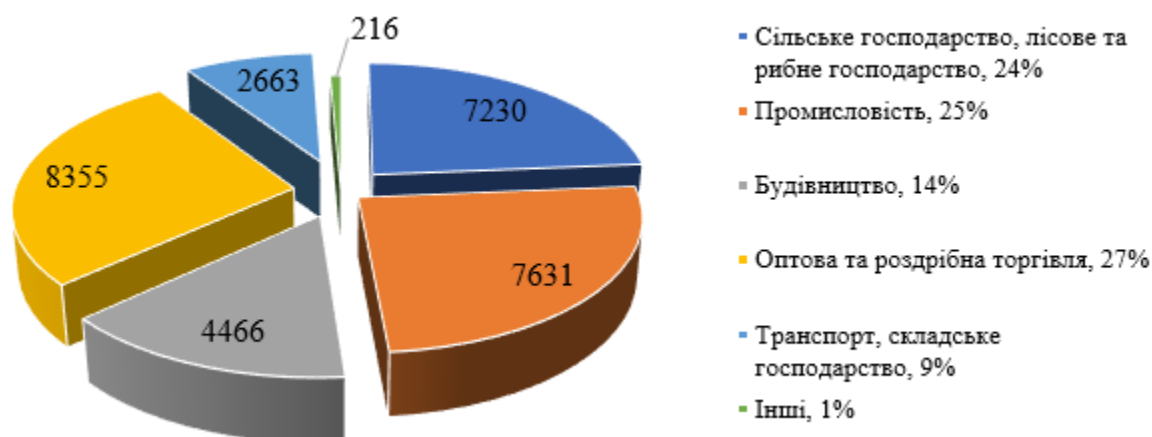


Рисунок 1.12 – Кількість зайнятих працівників на малих підприємствах

Висока питома вага зайнятих у промислових малих та середніх підприємствах зберігається і надалі. Адже з початку 2020 року зареєстровано нові суб'єкти підприємництва, більшість з яких спеціалізується на виробництві харчових продуктів та напоїв, гумових і пластмасових виробів, продукції добувної та легкої промисловості [14].

Підприємництво відіграє значну роль у поповненні бюджетів всіх рівнів. Загальний обсяг надходжень від суб'єктів малого та середнього підприємництва підприємницьких структур до надходжень загального фонду міського бюджету складає 56,7%.

Протягом 2019 року до бюджетів усіх рівнів від суб'єктів малого та середнього підприємництва надійшло 5907,5 млн. грн. податкових платежів, що на 545,1 млн. грн. або на 10,2% більше, ніж за 2018 рік, у тому числі:

- від суб'єктів малого підприємництва – 3047,5 млн. грн. (на 397,5 млн. грн. більше або на 13%);
- від суб'єктів середнього підприємництва – 2860,0 млн. грн. (на 560 млн. грн. більше або на 19,6%).

Обсяги надходжень до бюджету усіх рівнів від суб'єктів малого і середнього підприємництва за останні 5 років зображені на рис. 1.13.

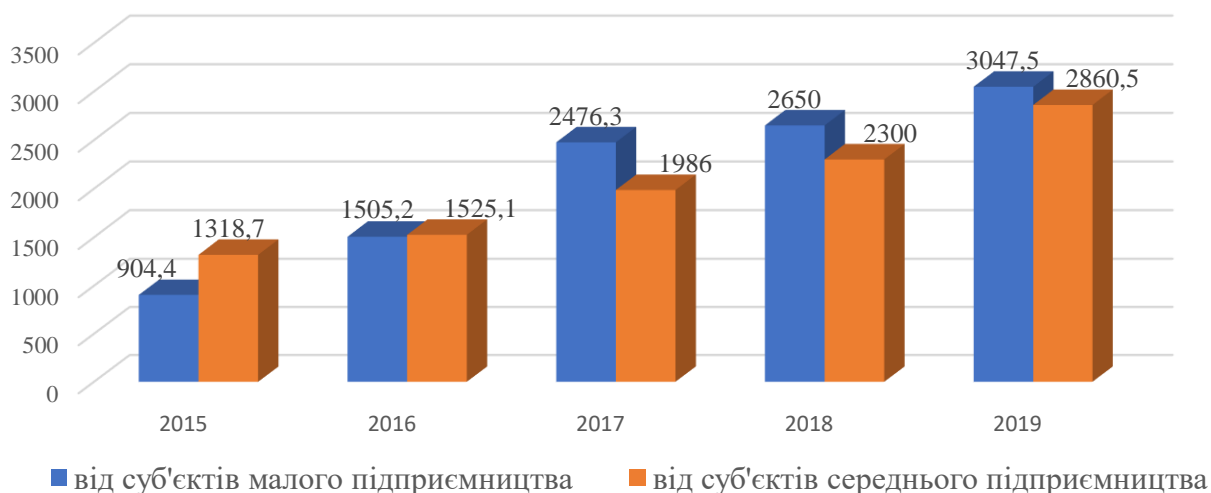


Рисунок 1.13 – Обсяги надходжень до бюджету, млн грн

Ще одним джерелом збільшення надходжень до місцевих бюджетів є підвищення заробітної плати та її своєчасна виплата.

У січні – липні 2020 року розмір середньої номінальної заробітної плати штатних працівників підприємств, установ, організацій (із кількістю працюючих 10 осіб і більше) становив 9302 грн, що в 2,0 рази більше мінімальної заробітної плати (4723 грн) і на 11,7% більше порівняно з відповідним періодом 2019 року.

До видів економічної діяльності з найвищим рівнем оплати праці відносяться підприємства фінансової та страхової діяльності, а серед промислових видів діяльності – підприємства із постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря, де заробітна плата перевищила середній показник по області в 1,6 та 2,1 рази відповідно.

Найнижчий рівень заробітної плати спостерігався на підприємствах з тимчасового розміщування й організації харчування та текстильного виробництва, виробництва одягу, шкіри, виробів зі шкіри та інших матеріалів (відповідно 28,4% та 49,7% від середнього рівня по області). Індекс реальної заробітної плати в січні – липні 2020 року порівняно з відповідним періодом 2019 року становив 108,5%.

Загальна сума заборгованості із виплати заробітної плати на 1 серпня 2020 року становила 10,8 млн. грн (на 5,7% менше, ніж на 1 липня 2020 року), або 0,5% фонду оплати праці, нарахованого за липень 2020 року, водночас 51,2% загальної суми заборгованості утворено на економічно активних підприємствах, 43,2% – на підприємствах, до яких упроваджена процедура відновлення платоспроможності боржника або визнання його банкрутом, 5,6% – на економічно неактивних підприємствах.

На початок серпня 2020 року на економічно активних підприємствах вчасно не отримали заробітну плату 240 працівників. Кожному з них не виплачена в середньому по 22963 грн, що в 2,3 рази більше середньої заробітної плати за липень 2020 року.

За підсумками 2019 року відслідковується позитивна динаміка щодо зростання обсягів реалізованої продукції (товарів, послуг) (рис. 1.14) по містах і районах Хмельницької області склав 109599912,4 тис. грн, що на 36% більше показника 2018 року.

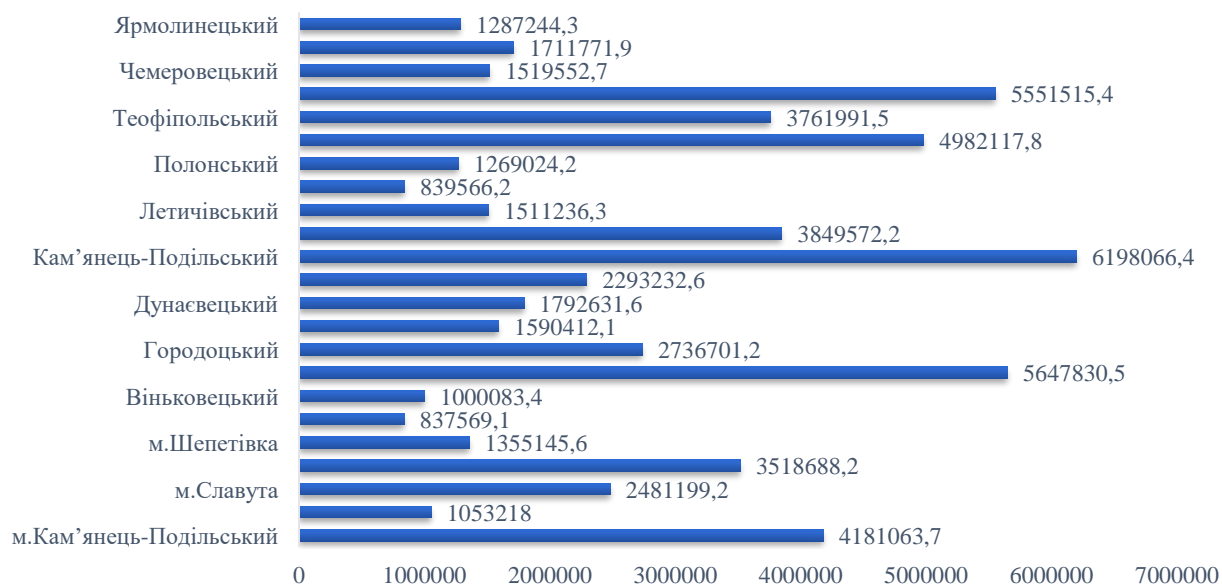


Рисунок 1.14 – Обсяг реалізованої продукції, тис. грн

Особлива увага приділялася залученню інвестицій в економіку Хмельницької області. У 2019 іноземними інвесторами вкладено 6599,3 тис.

дол. США прямих інвестицій (акціонерного капіталу). Обсяг залучених із початку інвестування прямих інвестицій (акціонерного капіталу) в економіку області на 31 грудня 2019 року становив 203,0 млн. дол., в розрахунку на одну особу населення – 161,6 дол.

Інвестиції надійшли з 35 країн світу. Із країн Європейського Союзу з початку інвестування внесені 185,1 млн. дол. (91,2% загального обсягу акціонерного капіталу), з інших країн світу – 17,9 млн. дол. (8,8%). Переважна частина загального обсягу прямих інвестицій (65,4%) належить інвесторам із Нідерландів, ще 23,4% припадає на країни-інвестори: Кіпр, Польщу, Німеччину, Британські Віргінські острови.

На підприємствах промисловості зосереджено 160,6 млн. дол. (79,3% загального обсягу прямих інвестицій в області), у тому числі переробної промисловості – 160,4 млн. дол. У підприємства оптової та роздрібною торгівлі, ремонту автотранспортних засобів і мотоциклів внесені 24,3 млн. дол. (12,0%), у сферу здійснення операцій з нерухомим майном – 8,9 млн. дол. (4,4%), сільського, лісового та рибного господарств – 7,0 млн. дол. (3,4%).

У 2019 році підприємствами та організаціями області за рахунок усіх джерел фінансування освоєно 9580,6 млн. грн. капітальних інвестицій, що в порівнянних цінах на 5,8% менше від обсягу капітальних інвестицій за відповідний період 2018р.

Найвагомішу частку капітальних інвестицій (98,8% загального обсягу) освоєно в матеріальні активи, з яких у машини, обладнання та інвентар і транспортні засоби – 49,6% усіх інвестицій, у будівлі та споруди – 44,8%.

Головним джерелом капітальних інвестицій, як і раніше, залишаються власні кошти підприємств і організацій, за рахунок яких освоєно 62,1% загального обсягу. Частка залучених і запозичених коштів, зокрема, кредитів банків та інших позик, становила 4,3%. За рахунок коштів державного та місцевих бюджетів освоєно 24,3% капітальних інвестицій, коштів населення, витрачених на будівництво житла, – 7,7%.

Суттєву частку капітальних інвестицій освоєно підприємствами промисловості (32,5%), сільського, лісового та рибного господарств (26,0%).

Особливу увагу також необхідно приділити підприємствам, зорієнтованим на експортні та імпорتنі поставки. У 2019 році обсяги експорту та імпорту товарів становили відповідно 642,4 млн. дол. і 563,9 млн. дол. США. Порівняно з 2018 роком експорт збільшився на 0,7% (4,2 млн. дол.), імпорт – на 26,3% (117,3 млн. дол.). Додатне сальдо зовнішньої торгівлі товарами становило 78,5 млн. дол. Коефіцієнт покриття експортом імпорту дорівнював 1,14. Зовнішньоторговельні операції проводились із партнерами зі 131 країни світу. Обсяг експорту товарів до країн Європейського Союзу збільшився порівняно з 2018 року. на 6,1% та становив 322,8 млн. дол., або 50,3% від загального обсягу експорту.

До топ-списку найважливіших експортних партнерів хмельницького бізнесу поставки товарів серед країн-членів ЄС здійснювалися до Німеччини, Польщі, Іспанії, Нідерландів, Бельгії, Італії. Серед інших країн світу найбільше експортувалися товари до Єгипту, Туреччини, Білорусі.

У загальному обсязі експорту товарів порівняно з 2018 роком збільшилась частка насіння і плодів олійних рослин; зернових культур; жирів та олій тваринного або рослинного походження; залишків і відходів харчової промисловості. Натомість зменшилась частка молока та молочних продуктів, яєць птиці, натурального меду; електричних машин; цукру і кондитерських виробів з цукру; їстівних плодів та горіхів; пластмас, полімерних матеріалів.

У загальному обсязі імпорту товарів збільшилась частка механічних машин; електричних машин; засобів наземного транспорту, крім залізничного; палив мінеральних, нафти і продуктів її перегонки. Зменшилась частка пластмас, полімерних матеріалів; продуктів неорганічної хімії; чорних металів.

Упродовж 2019 року економіка області, як і країни в цілому, розвивалась під впливом зовнішніх та внутрішніх факторів, що різноспрямовано позначилися на загальних показниках розвитку, тому розглянемо ці фактори детальніше.

### 1.3 Фактори розвитку малого і середнього бізнесу Хмельниччини

Малі і середні підприємницькі структури є досить нестійкими. Статистичні дослідження, проведені в США та інших західних країнах, свідчать, що з 100 фірм, які розпочинають діяльність одночасно, у перший рік свого існування зазнають невдачі 20 фірм, в другий – 17, на кінець третього року продовжують функціонувати близько половини фірм, а на кінець п'ятого – тільки 33%. Ще більш нестійкими є малі та середні підприємства України, а саме Хмельницької області.

На процес формування, розвитку та стабілізації роботи малих форм підприємництва впливає велика кількість різноманітних факторів, які доцільно класифікувати за сферою та характером впливу. У той час як внутрішні проблеми можуть часто вирішуватися самими малими підприємствами на місцевому рівні, подолання багатьох зовнішніх бар'єрів потребує дій з боку держави на регіональному рівні. Зовнішні фактори – це компоненти середовища, в якому функціонує приватне підприємство, зокрема, малий і середній бізнес. Вони поділяються на базові та доповнюючі. Основним базовим фактором є наявність законів, якими держава регулює діяльність малих форм підприємства. Труднощі при вирішенні «зовнішніх» проблем полягають у тому, що заходи підтримки малого та середнього підприємництва, вжиті різними державними установами, та програми дій для їх упровадження зазвичай погано скоординовані.

До інших базових факторів можна віднести наявність та доступність основних компонентів для організації підприємницької діяльності (кошти, приміщення, обладнання, сировина, матеріали тощо), співвідношення фіскальної та економічної функції податків, яке б давало змогу здійснювати розширене відтворення виробничого процесу; загальна економічна стабільність у державі тощо.

Внутрішні фактори охоплюють особисті та професійні здібності людей, які стають на шлях підприємницької діяльності. Це й рівень їх психологічної готовності, і рівень мотивації, і професійна підготовка та інші фактори.

Соціально-психологічні, організаційно-правові та фінансово-економічні фактори є взаємозалежними і характеризуються значним впливом один на одного. До групи соціально-психологічних факторів належать ті з них, що характеризують сприйняття підприємництва суспільством загалом та окремими його громадянами, як тими, що прагнуть займатися бізнесом, так і тими, хто їх оточують.

Серед організаційно-правових факторів, які визначають розвиток малих і середніх форм підприємництва, одним з основних є наявність законодавчих актів, що регламентують правові засади малого і середнього бізнесу, тобто сукупність законів, нормативних та інструктивних документів, які визначають порядок створення підприємств, їх правові та організаційні форми, порядок організації виробництва, забезпечення його необхідними ресурсами, збут, систему оподаткування тощо.

Останньою групою факторів, які визначають розвиток малих і середніх форм підприємництва, є група фінансово-економічних факторів, яка поділяється на три підгрупи: економічні, фінансові та ресурсні фактори. На розвиток МСБ в Хмельницькій області значний вплив має система фінансування, кредитування, оподаткування та страхування, а також можливість залучення виробничих та фінансових ресурсів.

Отже, можемо виділити найважливіші фактори, які мають найбільший вплив на розвиток малого та середнього підприємництва в Хмельницькій області:

- легкість реєстрації підприємницької діяльності;
- висококваліфіковані трудові ресурси;
- великий внутрішній ринок;
- спрощена система оподаткування;
- сприятлива макроекономічна ситуація;

- доступне та довготривале фінансування;
- низький рівень тіньової економіки;
- підвищення рівня купівельної спроможності населення;
- підтримка з боку міжнародної спільноти;
- високі темпи зростання інформаційно-телекомунікаційних технологій та інформатизації суспільства;
- запровадження програм кредитування МСП;
- розвиток інвестиційної привабливості регіону;
- покращення геополітичного стану в країні.

#### 1.4 Постановка проблеми

Розвиток та підтримка малого й середнього бізнесу критично необхідні на сьогодні. Малі та середні підприємства наповнюють ринок різноманітними товарами та послугами, забезпечують нові робочі місця, сприяють зменшенню рівня безробіття. Продуктивна та ефективна робота малих підприємств є джерелом значних надходжень, як у бюджети регіонів, зокрема, Хмельниччини, так і бюджет усієї країни. З огляду на складну економіко-політичну ситуацію в Україні виникає потреба дослідити сучасний стан МСП в Хмельницькій області. Дослідження динаміки розвитку суб'єктів малого та середнього підприємництва дасть змогу з'ясувати напрями їхнього подальшого розвитку та визначити шляхи покращення підприємницької діяльності в регіоні.

Особливістю нинішнього етапу розвитку вітчизняної економіки є повсюдне застосування економіко-математичних методів і моделей до розв'язання економічних проблем. Для забезпечення ефективного управління підприємством та прийняття науково обґрунтованих рішень в економіці виникає потреба у використанні методів економіко-математичного моделювання. Подібні методи вимагають ретельного врахування всіх

можливих ситуацій, що дає нагоду повніше і глибше обґрунтовувати тенденції розвитку малого й середнього бізнесу. Водночас поміж цих методів необхідно виділити такі, що дають змогу визначати кількісні співвідношення між економічними показниками та прогнозувати фінансову діяльність підприємства, тобто, сучасні методи управління економічними системами і процесами та прогнозування їх майбутнього стану на основі широкого використання економетричних моделей та методів.

## 2 ЕКОНОМЕТРИЧНІ МОДЕЛІ ДИНАМІКИ

На сьогодні все більш актуальними стають економетричні дослідження в різних галузях економіко-соціальних відносин. Економетричне моделювання застосовують до різноманітних сфер економічної діяльності: макро- і мікроменеджмент, прогнозування ключових показників, ціноутворення, дослідження розвитку малого й середнього бізнесу. Водночас під економетричною моделлю розуміють деяку функцію чи систему функцій (рівнянь), що описує кореляційно-регресійний зв'язок між економічними показниками, один чи декілька з яких є залежною змінною, а всі інші – незалежними змінними [17].

Моделі, побудовані за даними, що характеризують сукупність різних об'єктів у певний період часу називаються просторовими моделями. Моделі, побудовані за даними, що характеризують один об'єкт за низку послідовних періодів часу називають моделями часових рядів. Моделі ЧР детально розглянуто в наступних пунктах.

### 2.1 Основні елементи часового ряду

Часовий (динамічний) ряд (ЧР) – значення показників, які послідовно впорядковані і вимірюються через деякі (бажано рівні) проміжки часу [18]. Час є одним із визначальних чинників, що відрізняє динамічний ряд від випадкової вибірки, де порядок не є суттєвим. ЧР можна записати у вигляді формули:

$$y_t, t = 1, 2, \dots, n, \quad (2.1)$$

де  $t$  – показник часу, який може вимірюватися, наприклад, в годинах, днях, місяцях, роках, тощо.

Також ЧР можна представити у вигляді табл. (табл. 2.1) і графіка (рис. 2.1).

Таблиця 2.1. – Типове табличне представлення часового ряду

$t$	$t_1$	$t_2$	...	$t_i$	...	$t_n$
$y$	$y_1$	$y_2$	...	$y_i$	...	$y_n$

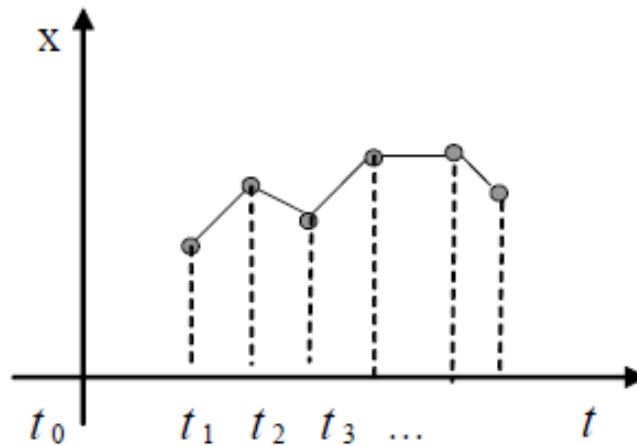


Рисунок 2.1 – Графічне представлення часового ряду [19]

Прикладами застосування ЧР до реальних показників на практиці можуть бути: об'єм торгів на фондовій біржі, щоденний курс валют, щомісячний об'єм опадів, обсяг продажів, середньомісячний дохід у регіоні, квартальний обсяг виробництва, будь-яка звітність, тобто змінні, значення яких змінюються з часом [19].

Водночас залежно від наявності основної тенденції досліджуваного процесу динамічні ряди поділяються на стаціонарні та нестаціонарні. Якщо математичне сподівання значень досліджуваного показника та дисперсія постійні (не залежать від часу), то процес є стаціонарним, отже, і ряд динаміки є стаціонарним. Однак, економічні процеси зазвичай не є стаціонарними та характеризуються певною тенденцією зміни показника в часі. На рис. 2.2 та 2.3 наведено приклад стаціонарного та нестаціонарного ряду динаміки [18].

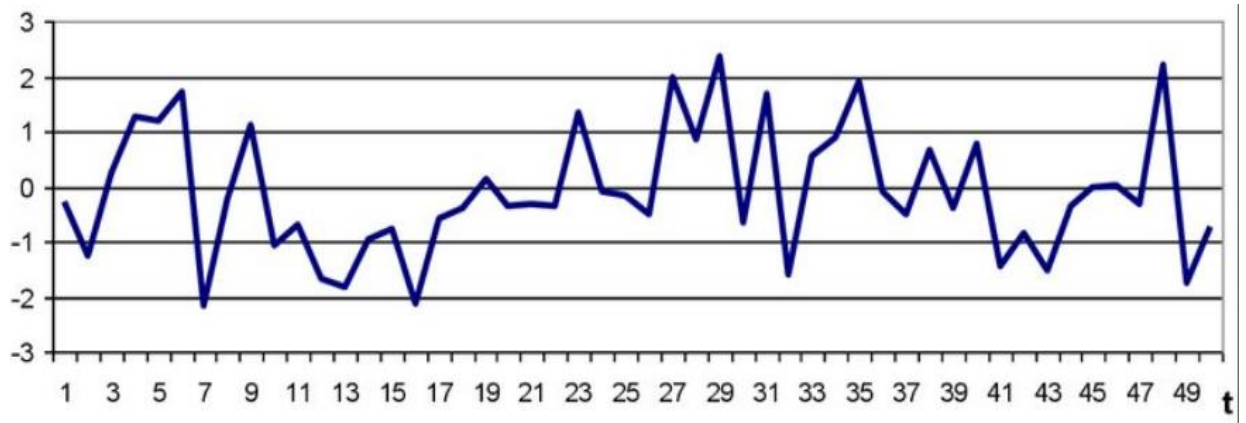


Рисунок 2.2 – Приклад стаціонарного часового ряду [18]

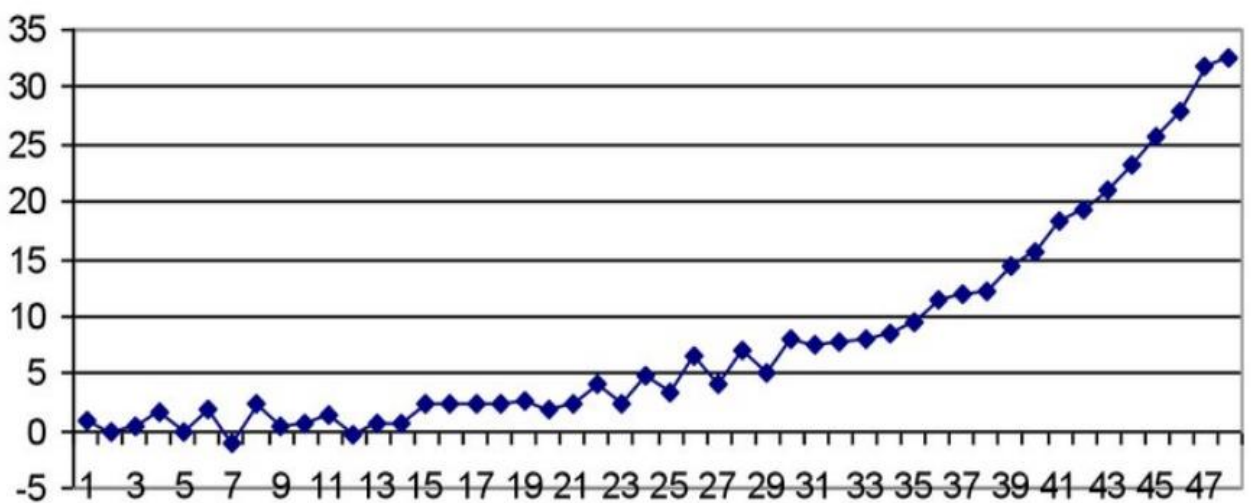


Рисунок 2.3 – Приклад нестаціонарного часового ряду [18]

Залежно від взаємозв'язку між основними компонентами динамічного ряду розрізняють адитивну та мультиплікативну моделі ЧР. Модель, у якій тимчасовий ряд представлений, як сума трендової, сезонної й випадкової компонент, називається адитивною моделлю ЧР. Модель, у якій кожен рівень ЧР представлений, як добуток трендової, сезонної та випадкової компонент, називається мультиплікативною моделлю ЧР.

Моделі декомпозиції ЧР можна представити так [28]:

– адитивна модель:

$$Y_t = T + C + S + R; \quad (2.2)$$

– мультиплікативна модель:

$$Y_t = T \cdot C \cdot S \cdot R; \quad (2.3)$$

– змішана (мультиплікативно-адитивна) модель:

$$Y_t = T \cdot C \cdot S + R; \quad (2.4)$$

де  $T$  – трендова складова;

$C$  – циклічна складова;

$S$  – сезонна складова;

$R$  – випадкова складова.

Вибір однієї з двох моделей проводиться на основі аналізу структури сезонних коливань. Якщо характер циклічних і сезонних флуктуацій приблизно постійна в часі, будують адитивну модель тимчасового ряду, у якій значення сезонної компоненти передбачаються постійними для різних циклів. Якщо амплітуда сезонних коливань зростає або зменшується, будують мультиплікативну модель тимчасового ряду, яка ставить рівні ряду в залежність від значень сезонної компоненти [20].

Приклад динамічного ряду за адитивною та мультиплікативною моделлю ЧР наведено на рис. 2.4.

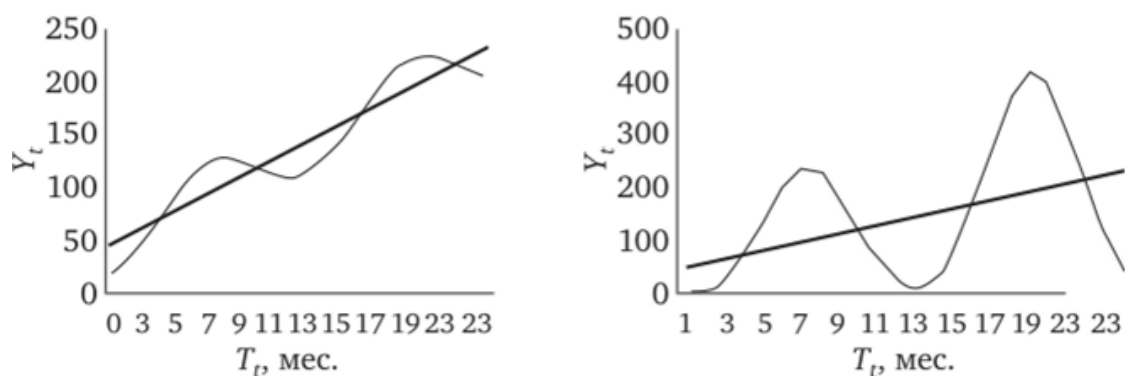


Рисунок 2.4 – Приклад адитивної і мультиплікативної моделей ЧР [19]

Основні складові ЧР:

$T$ –трендова складова (тренд) – це складова, яка плавно змінюється з часом та показує загальну тенденцію (зростає або спадає, але не повторюється регулярним чином), описує вплив довготривалих чинників, ефект яких виявляється поступово, наприклад, зростання населення, зростання споживання, зміна структури споживання, економічний розвиток тощо. На рис. 2.5 показаний гіпотетичний ЧР, що містить зростаючу тенденцію.

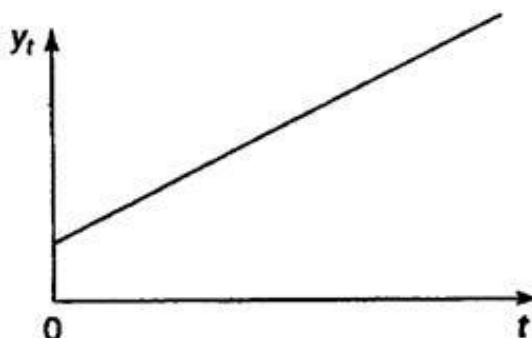


Рисунок 2.5 – Часовий ряд із зростаючою тенденцією

$S$ –циклічна складова – це складова, що описує тривалі періоди відносного зростання і спадання. Вона складається з циклів, які змінюються за амплітудою і протяжністю, отже, її сутність в тому, що значення досліджуваного показника впродовж деякого часу зростає, досягаючи певного максимуму, потім знижується, досягаючи певного мінімуму, потім знову змінюється до попереднього рівня. ЧР, що містить циклічну компоненту представлений на рис. 2.6.

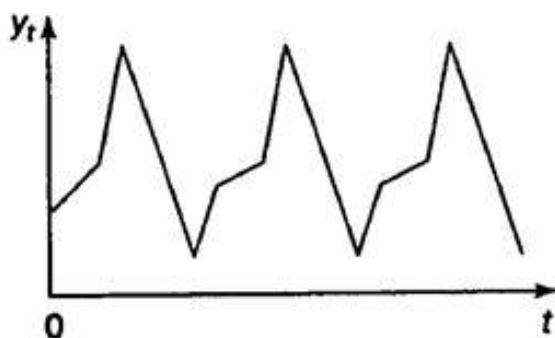


Рисунок 2.6 – Часовий ряд, що містить циклічну компоненту

На циклічну складову впливають такі чинники (що складно ідентифікуються формальними методами) як зростання і виснаження ресурсів, тривало діючі несприятливі погодні умови, зміни у фінансовій і податковій політиці та інші. Для аналізу цієї складової ЧР зазвичай залучається додаткова інформація про інші ЧР, наприклад, про перенасиченість ринку, прийняття законів про податкові пільги тощо [20].

Для моделювання циклічної компоненти використовується певна періодична функція з періодами, що кратні циклам, в аналітичний вираз функції повинні бути включені гармоніки (тригонометричні функції), періодичність яких зумовлена змістовною сутністю задачі.

S-сезонна складова – це складова, що визначається коливаннями, які періодично повторюються за деякий певний період кожного року, місяця, тижня чи дня, отже відображує повторюваність процесу протягом не досить тривалого часу. Сезонна складова описує поведінку, що регулярно змінюється протягом заданого періоду (наприклад, обсяг продажів шампанського наприкінці грудня кожного року, обсяг перевезень пасажирів зранку та ввечері, попит на морозиво в літні місяці, тощо). ЧР, що містить тільки сезонну компоненту представлений на рис. 2.7.



Рисунок 2.7 – Часовий ряд, що містить тільки сезонну компоненту [29]

Типовим прикладом сезонного ефекту є обсяг продажів в грудні кожного року напередодні Різдва і Нового року; обсяг продажів товарів для школярів на початок навчального року; обсяг перевезень пасажирів міським транспортом, що має два характерних піки вранці і ввечері. Сезонні ефекти притаманні багатьом сферам діяльності: багато виробництв мають сезонний характер виробництва, зокрема споживання товарів має яскраво виражену сезонність [19].

Відзначимо, що динамічний ряд не завжди містить сезонну чи циклічну компоненти. Перевірку на наявність чи відсутність сезонних коливань проводять за допомогою відповідних критеріїв або візуально при побудові графіків. Значення сезонної компоненти розраховуються методом ковзної середньої і побудовою адитивної чи мультиплікативної моделі.

*R*-випадкова складова – це складова, що обумовлює стохастичну природу елементів ЧР та відображає вплив випадкових чинників, що не піддаються обліку та реєстрації [18].

Для опису випадкової складової ЧР використовуються стохастичні (ймовірнісні) моделі, зокрема моделі стаціонарних випадкових процесів з дискретним часом (стаціонарні послідовності). ЧР, що містить випадкову компоненту представлений на рис. 2.8.

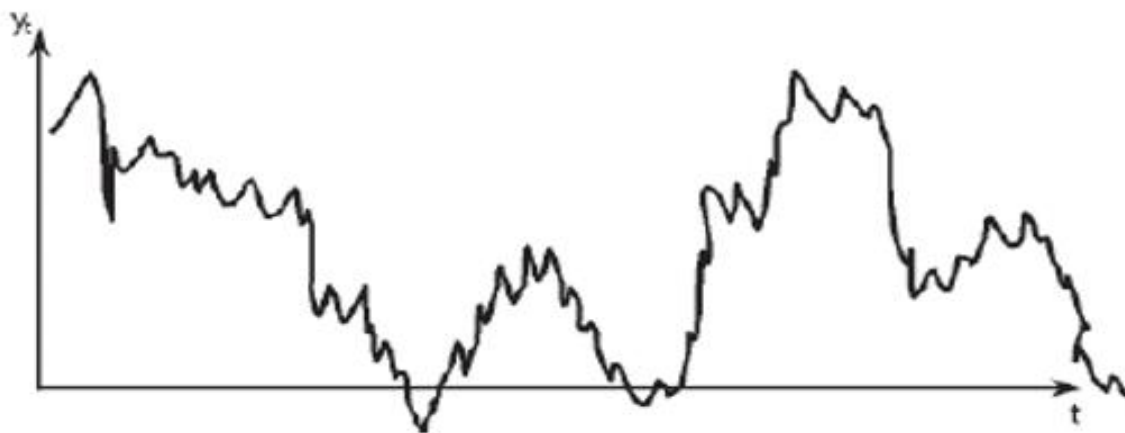


Рисунок 2.8 – Часовий ряд, що містить випадкову компоненту

## 2.2 Регресійні моделі для прогнозування часових рядів

### 2.2.1 Модель авторегресії та ковзного середнього (ARMA)

ARMA (AutoRegressive-Moving Average) – один із найпопулярніших статистичних методів для прогнозування ЧР. Для наочності опису аналізованого економічного процесу в модель включені як члени, що описують авторегресійні складові, так і члени, що моделюють залишок у вигляді процесу ковзають середніх. Такий процес називається змішаним процесом авторегресії-ковзного середнього і складається з двох компонентів – AR (AutoRegressive) та MA(Moving Average). Параметри  $p$  і  $q$  визначають відповідно порядок авторегресійної складової і порядок ковзних середніх [21].

Модель ARMA( $p, q$ ) має вигляд (2.5):

$$x_t = \varphi x_{t-1} + \dots + \varphi_p x_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}. \quad (2.5)$$

Така модель може інтерпретуватися як лінійна множинна регресія. В якості пояснювальних змінних в ній виступають значення залежної змінної, а в якості регресійного залишку – ковзаючі середні з елементів білого шуму [22].

Щоб процес (2.5) був стаціонарним, необхідно і достатньо, щоб всі корені характеристичного рівняння AR( $p$ ) – процесу і MA( $q$ ) – процесу лежали поза одиничним колом (2.6):

$$1 - \varphi_1 z - \varphi_2 z^2 - \dots - \varphi_p z^p = 0. \quad (2.6)$$

Найпростіший змішаний процес ARMA(1,1) представлений на формулі (2.7):

$$x_t = \varphi x_{t-1} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}. \quad (2.7)$$

Це рівняння можна представити у вигляді (2.8):

$$x_t + \varphi x_{t-1} = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1}. \quad (2.8)$$

Стаціонарність процесу ARMA(1,1) забезпечується умовою  $|\alpha| < 1$ , а оборотність, в свою чергу, гарантується виконанням умови  $|\theta| < 1$  [22].

Автоковаріаційні функції процесу ARMA(1,1) розраховуються за формулами (2.9 – 2.10):

$$\gamma(0) = \frac{(1 + \theta^2 - 2\varphi\theta)\sigma_0^2}{1 - \varphi^2}, \quad (2.9)$$

$$\gamma(0) = \frac{(1 + \varphi\theta)(\varphi - \theta)\sigma_0^2}{1 - \varphi^2}. \quad (2.10)$$

Значення автоковаріаційної функції (АКФ) для лага  $\tau$  більше 1 визначається наступним рекурентним співвідношенням (2.11):

$$\gamma(\tau) = \varphi\gamma(\tau - 1) \text{ при } \tau > 1. \quad (2.11)$$

Отже, значення АКФ матимуть вигляд (2.12 – 2.13):

$$\rho(1) = \frac{(1 - \varphi\theta)(\varphi - \theta)}{1 + \theta^2 - 2\varphi\theta}, \quad (2.12)$$

$$\rho(\tau) = \varphi\rho(\tau - 1) = \alpha^{\tau-1}\rho(1) \text{ при } \tau > 1. \quad (2.13)$$

З (2.12 – 2.13) видно, що, хоча вираз для  $\rho(1)$  відрізняється від відповідного виразу для процесу AR(1), співвідношення між  $\rho(1)$  і наступними значеннями АКФ таке ж. Отже, для процесу ARMA(1,1) значення АКФ будуть експоненціально спадати від значення  $\rho(1)$ , причому якщо  $\alpha$  позитивна, – то монотонно, якщо негативна, – то знакозмінно.

## 2.2.2 Модифікована модель авторегресії та інтегрованого ковзного середнього (ARIMA)

Економічні ЧР за рідкісним винятком нестационарні. Нестационарність найчастіше проявляється в наявності залежної іноді не випадкової складової  $f(t)$ . Якщо випадковий залишок, отриманий з обрахунків вихідного ряду його не випадковою складовою  $f(t)$ , представляє собою стаціонарний ЧР, то вихідний ряд називається нестационарним однорідним. Для опису таких рядів використовується модель авторегресії – проінтегрованої змінного середнього (АРПСС  $(p, d, q)$ ).

Модель ARIMA (autoregressive integrated moving average) – інтегрована модель авторегресії і методологія аналізу ЧР, яку запропонували Бокс-Дженкінс і містить параметри як авторегресії, так і параметри ковзного середнього [23].

Для побудови моделі ARIMA використовується модель ARMA. Об'єднавши дві моделі, а саме AR і MA отримуємо модуль авторегресії і ковзного середнього порядку – ARMA( $p, q$ ), яка містить  $p+q+1$  параметрів (2.14):

$$X_t = c + \sum_{i=1}^p a_i X_{t-1} + \sum_{j=1}^q b_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t, \quad (2.14)$$

У разі якщо спостережуваний ряд  $X_t$  має ознаки нестационарності, то модель не може бути адекватною. Проте в цьому випадку, деяка різниця процесу порядку  $d$ , що спостерігається може виявитися стаціонарною  $\Delta^d X_t$ : де  $\Delta$  – оператор різності,  $\Delta X = X_t - X_{t-1}$  – різниця першого порядку (аналог диференціювання),  $\Delta^d$  – послідовне взяття першої різності  $d$  раз. Тепер для опису отриманого процесу  $\Delta^d X_t$  можна застосовувати ARMA – модель. В

результаті, отримали модель авторегресії і проінтегрованого ковзного середнього порядку. Водночас модель містить три типи параметрів моделі:

$p$  – параметр AR (авторегресії);

$d$  – степінь інтеграції;

$q$  – параметр MA(ковзного середнього).

Модель –  $ARIMA(p, d, q)$  має наступний вигляд (2.15):

$$\Delta^d X_t = c + \sum_{i=1}^p a_i X_{t-1} + \sum_{j=1}^q b_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t. \quad (2.15)$$

Популярність моделі класу  $ARIMA$  обумовлена декількома факторами [24]:

- модель дозволяє спростити процес розробки моделі ЧР;
- отримати моделі широкого класу ЧР (стаціонарних і нестаціонарних) з прийнятними показниками точності;
- реалізована в поширених статистичних пакетах.

### 2.2.3 Модифікована модель авторегресії та інтегрованого ковзного середнього з екзогенними змінними (ARIMAX)

Розвитком моделі  $ARIMA$  є модель  $ARIMAX$  (AutoRegressive Integrated Moving Average eXtended) – математична модель для аналізу ЧР, яка об'єднує в себе інтегровану авторегресію, ковзну середню з можливістю врахування додаткових зовнішніх чинників [25], яку описують наступним рівнянням (2.16):

$$\Delta^d X_t = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i \Delta^d X_{t-i} + \sum_{j=1}^q b_j \varepsilon_{t-j} + a_1 F_1(t) + \dots + a_s F_s(t), \quad (2.16)$$

де  $a_i$  – авторегресійні параметри;

$b_j$  – коефіцієнти ковзаючого середнього;

$\Delta^d$  – оператор різності ЧР порядку  $d$ ;

$a_1, \dots, a_s$  – коефіцієнти зовнішніх чинників  $F_1(t), \dots, F_s(t)$ .

### 2.3 Оцінка точності моделей

Верифікація і аналіз якості побудованої моделі ЧР відповідно до системної методології в статистичному підході засновані на проведенні імітаційних експериментів, в процесі яких реалізується багатокритеріальне оцінювання якості моделі. При цьому обчислюються внутрішні і зовнішні оцінки якості моделі на основі стандартизованих критеріїв. До таких критеріїв відносять, в першу чергу, критерії точності моделювання, що дозволяють порівнювати конкуруючі моделі ЧР [20].

Виділяють наступні найбільш розповсюджені критерії, які використовуються для оцінювання точності моделей:

- коефіцієнт множинної детермінації ( $R^2$ );
- статистичний критерій Дарбіна-Уотсона (DW);
- інформаційний критерій Акаїке (AIC);
- інформаційний критерій Байєса (BIC).

Коефіцієнт детермінації ( $R^2$ ) – статистичний показник, який визначає ступінь тісноти зв'язку між показниками. Для розрахунку коефіцієнта детермінації використовується формула (2.17):

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \tilde{Y})^2}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}, \quad (2.17)$$

де  $Y_i$  – фактичне значення результативної ознаки за  $i$ -тий період;

$\tilde{Y}$  – розрахункове значення результативної ознаки за  $i$ -тий період;

$\bar{Y}$  – середнє значення результативної ознаки за період, що розглядається.

Коефіцієнт детермінації завжди додатний і перебуває у діапазоні від нуля до одиниці. Чим ближче коефіцієнт детермінації до 1, тим краще підібрана модель [26].

Для перевірки значущості коефіцієнта  $R^2$  для авторегресійних моделей використано критерій Фішера. До розгляду приймаємо нульову гіпотезу, тобто припускаємо, що всі коефіцієнти біля параметрів авторегресійних моделей рівні нулю. Після обрахунку значень  $F$ -Фішера, їх порівнюють із критичними значення, що наведені у табл. В.1.

Критерій Дарбіна-Уотсона (DW) – найбільш відомий і поширений критерій перевірки моделі на наявність автокореляції залишків. Тест Дарбіна-Уотсона базується на простій ідеї: якщо кореляція похибок регресії не дорівнює нулю, то вона присутня в залишках регресії  $u_i$ , що отримуються в результаті застосування методу найменшого квадрату (МНК).

Алгоритм розрахунку критерію Дарбіна-Уотсона (DW) [27]:

1. На першому кроці, виходячи з відсутності автокореляції залишків, на основі методу найменших квадратів будується економетрична модель і обчислюються її залишки  $e_i (i = \overline{1, n})$ .

2. Розраховується статистика (критерій) Дарбіна-Уотсона за наступною формулою (2.18):

$$DW = \frac{\sum_{i=2}^n (u_i - u_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n u_i^2}. \quad (2.18)$$

3. Задаючись рівнем значимості  $\alpha$ , для числа факторів моделі  $m$  і числа спостережень  $n$  за критичними значеннями (табл. В.2) DW-розподілу Дарбіна-Уотсона, визначаються два критичні значення  $d$ -статистики (нижня ( $d_n$ ) та верхня ( $d_B$ ) межа).

4. Будуються зони автокореляційного зв'язку, які схематично можна представити в наступному вигляді (рис. 2.9).

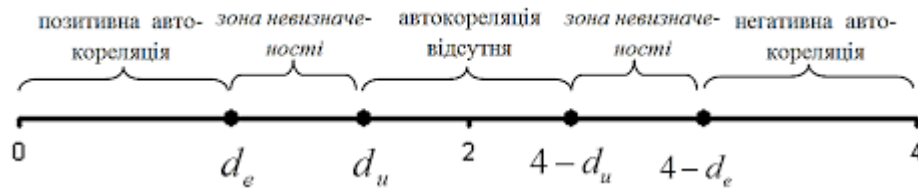


Рисунок 2.9 – Зони автокореляційного зв'язку

5. На основі розрахункового значення критерію DW роблять висновок щодо наявності або відсутності автокореляції залишків. Для даного критерію існує два порогових значення  $d_H$  і  $d_B$ , що залежать тільки від кількості спостережень, регресорів і рівня значимості.

Якщо фактично спостережуване значення  $d$ :

а)  $d_B < d < 4 - d_B$ , то гіпотеза про відсутність автокореляції не відхиляється (приймається);

б)  $d_H < d < d_B$  чи  $4 - d_B < d < 4 - d_H$ , то питання про прийняття гіпотези залишається відкритим (область невизначеності критерію);

в)  $0 < d < d_H$ , то приймається альтернативна гіпотеза про позитивну автокореляцію;

г)  $4 - d_H < d < 4$ , то приймається альтернативна гіпотеза про негативну автокореляцію.

Критерій Акаїке (AIC) і Байєса (BIC) широко використовуються для аналізу ЧР з вибором найбільш простої моделі, але з високою точністю апроксимації. Байєсівський інформаційний критерій (BIC) використовується для вибору моделі з класу параметризованих моделей, які залежать від різного числа параметрів. Основна відмінність від критерію Акаїке полягає в тому, що цей критерій накладає штраф на збільшення кількості параметрів, так як  $\ln n$  більше двох вже при восьми спостереженнях [22].

Критерій Акаїке (AIC) розраховується за формулою 2.20:

$$AIC = \ln \left( \frac{\sum_{t=1}^n \varepsilon_i^2}{n} + \frac{2k}{n} \right), \quad (2.20)$$

де  $n$  – число спостережень,

$\varepsilon_i^2$  – квадрат залишків,

$k$  – число ступенів свободи.

Критерій Байєса (BIC) розраховується за формулою 2.21:

$$BIC = \ln \left( \frac{\sum_{t=1}^n \varepsilon_i^2}{n} \right) + \frac{k \cdot \ln n}{n}, \quad (2.21)$$

де  $n$  – число спостережень,

$\varepsilon_i^2$  – квадрат залишків,

$k$  – число ступенів свободи.

У випадку, якщо маємо процес ARIMA, то критерії AIC та BIC будуть мати наступний вигляд (2.22 – 2.23):

$$AIC = (1 + \ln 2\pi) + \ln \sigma_e^2 + 2 \frac{p+q}{n}, \quad (2.22)$$

$$BIC = (1 + \ln 2\pi) + \ln \sigma_e^2 + 2 \frac{p+q}{n} \ln n. \quad (2.23)$$

Після обрахування всіх оцінок точності моделей розраховуються похибки для оцінювання точності побудованого прогнозу.

## 2.4 Похибки для оцінювання точності прогнозу

Помилки на навчальній вибірці називаються внутрішніми помилками моделі, а помилки на частині тестувальної вибірці, що не бере участь в навчанні – зовнішніми помилками. Кількість майбутніх значень задається глибиною прогнозу [20]. За критерії точності моделювання числових рядів використаємо традиційні похибки, що наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Похибки точності моделей часових рядів

Критерій	Формула
Середня абсолютна похибка у відсотках	$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^N \left  \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right  \cdot 100\% \quad (2.24)$
Середня абсолютна похибка	$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (2.25)$
Середня квадратична похибка	$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2} \quad (2.26)$
Середня абсолютна масштабована похибка	$MASE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^N \left  \frac{y_t - \hat{y}_t}{(y_t - \hat{y}_t)/2} \right  \cdot 100\% \quad (2.27)$

де  $y_t$  – фактичне значення ЧР,

$\hat{y}_t$  – прогнозоване значення ЧР,

$n$  – кількість спостережень.

На основі обчислених похибок (2.24) – (2.27) прогнозовані значення порівнюються між собою, в результаті чого обирається найкраща модель, яку надалі можна застосовувати для прогнозування на практиці.

### **3 МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ПОКАЗНИКІВ ДІЯЛЬНОСТІ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

#### **3.1 Опис та підготовлення статистичних даних**

Актуальність розвитку МСБ зумовлюється, зокрема, тим, що сьогодні в Хмельницькій області динамічно розвивається торговельна мережа, заклади ресторанного господарства та сфери розваг, побутового обслуговування. Характерною ознакою для підприємницьких структур роздрібної торгівлі, ресторанного господарства та побутовою обслуговування населення на Хмельниччині є процес оновлення та зміни форм і методів ведення торгівлі, впровадження нових технологій, динамічний розвиток торговельної мережі магазинів/супермаркетів тощо [13]. На рис. 3.1 наведено внутрішні фактори, що мотивують людей займатися підприємницькою діяльністю й відповідно розвивати МСБ у своєму регіоні; на рис. 3.2 описано зовнішні фактори стійкого функціонування та розвитку суб'єктів МСБ на регіональному рівні.

Загалом МСБ мають цілу низку специфічних економічних властивостей, які у своїй сукупності формують економічний потенціал сектору малого та середнього підприємництва, а саме:

- а) спроможність порівняно швидко створювати робочі місця;
- б) гнучкість у плані адаптації до нових ринкових вимог, що має особливе значення в період глибоких структурних змін;
- в) високий інноваційний потенціал завдяки вузькій спеціалізації виробництва;
- г) спроможність ідентифікувати нові ринки завдяки наявності потенціалу розширення виробництва та виходу на зовнішні ринки.



Рисунок 3.1 – Внутрішні фактори, що мають вплив на стійкість функціонування й розвитку суб'єктів підприємництва

З огляду на складні умови, які в останні роки визначають основні економічні вектори, стан і тенденції розвитку МСБ в області характеризуються як позитивними, так і негативними тенденціями. Статистичні дані для моделювання взято із головного управління статистики в Хмельницькій області [15]. Служба статистики надає низку ознак, які певним чином мають вплив на два контрольних показники – обсяг реалізованої продукції суб'єктами МСБ (Дохід) за звітний рік та кількість суб'єктів МСБ, що зареєстровані на кінець звітного року. Отже, задача даного дисертаційного дослідження полягає у побудові прогнозних моделей доходу та кількості суб'єктів підприємницької діяльності на Хмельниччині.

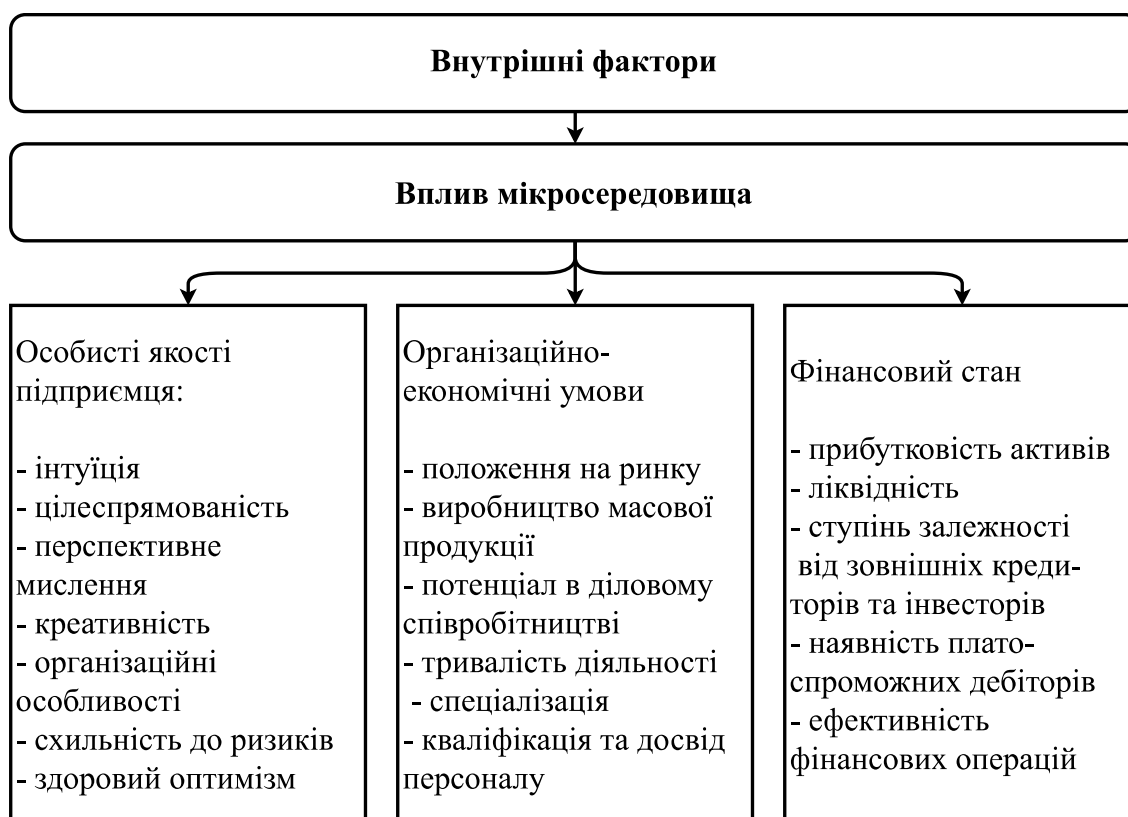


Рисунок 3.2 – Зовнішні фактори, що мають вплив на розвиток суб'єктів МСБ в регіонах

Для перевірки точності побудованих моделей, генеральну сукупність розбито на дві частини: навчальну та тестову у співвідношенні 90% та 10% відповідно. Тобто для перевірки значущості результатів прогнозування буде використано 10% значень генеральної сукупності даних. Далі, в результаті обрання кращої моделі побудуємо будувати прогнози «наперед» на усій генеральній сукупності даних.

Наведемо графічні представлення часових рядів для контрольних показників доходу й кількості суб'єктів та зобразимо їхнє розбиття на навчальну та тестову підвибірки.

Результати розбиття наведено на рисунках 3.3 – 3.4.

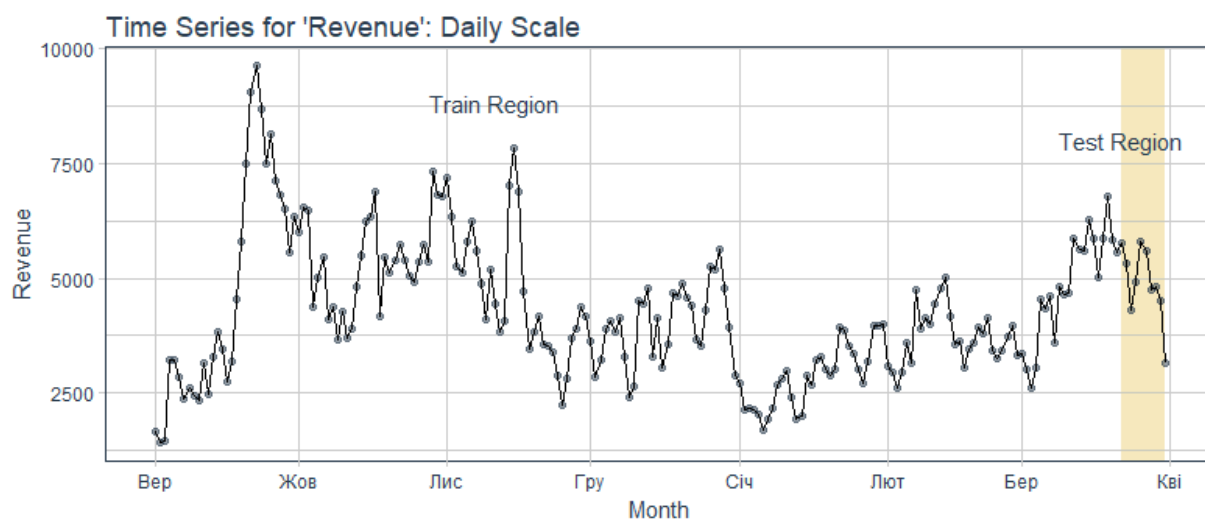


Рисунок 3.3 – Графічне представлення частини статистичних даних для контрольного показника «Обсяг реалізованої продукції» (Дохід)

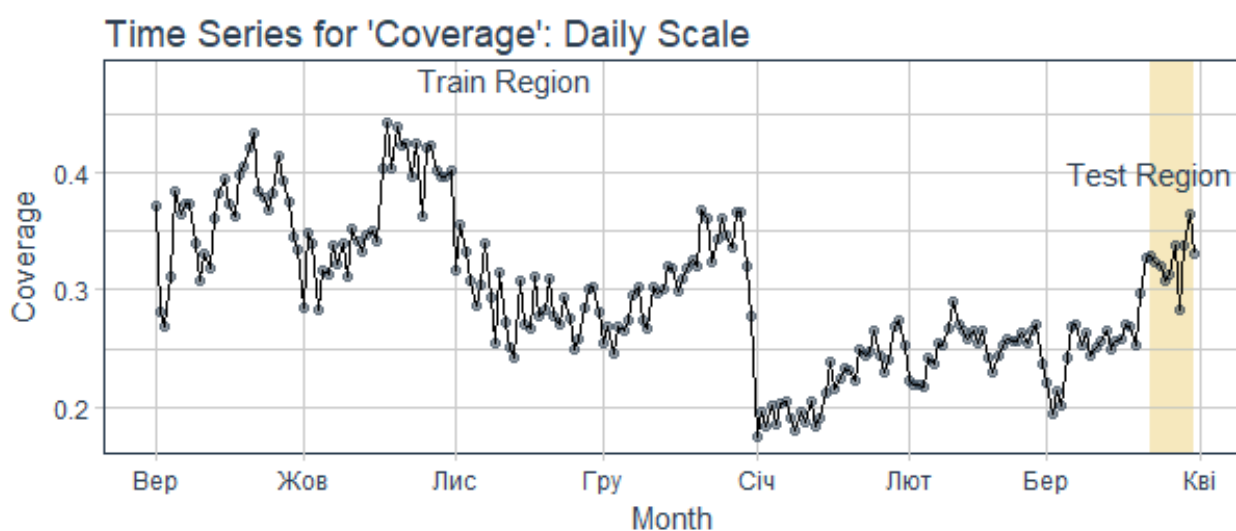


Рисунок 3.4 – Графічне представлення частини статистичних даних для контрольного показника «Кількість суб'єктів МСБ»

Відповідно до роз'яснень Служби статистики України [15], статистичні дані у кожній області збираються циклічно, через рівні проміжки. Тому у результаті візуального аналізу рисунків 3.3 – 3.4 висунуто припущення, що наявні статистичні дані можуть бути описані часовими рядами. Отже, сформоване вище завдання зводиться до побудови моделей часових рядів для прогнозу контрольних показників доходу та кількості суб'єктів МСБ.

### 3.2 Підготовки ознак до математичного моделювання

Розглядуваний статистичний набір даних містить статистичні показники, що характеризують діяльність МСБ на території Хмельницькій області протягом 2014-2019 років. За основні показники, взято такі ознаки МСБ [16]:

- а) кількість суб'єктів МСП (на кінець року), од;
- б) кількість зайнятих працівників (без зовнішніх сумісників), од;
- в) кількість найманих працівників, од;
- г) обсяг виробленої продукції (товарів, послуг);
- д) обсяг реалізованої продукції, тис грн;
- е) витрати на виробництво продукції, тис грн;
- є) витрати на оплату праці, тис грн;
- ж) витрати на персонал, тис грн;
- з) фінансовий результат (загальне сальдо), тис грн;
- и) фінансовий результат підприємств, які одержали прибуток, тис грн;
- і) фінансовий результат підприємств, які одержали збиток, тис грн;

Значення статистичних показників наведено у табл. Г.1 – Г.11.

Методом математичного моделювання було вибрано параметричне моделювання динаміки кожного показника. Позначимо спостереження тимчасового ряду, як  $Y_t$ , де  $t = \overline{1, N}$  – номери спостережень,  $N$  – обсяг вибірки. Певний обсяг економічних факторів здійснює найбільший вплив на реальну економічну динаміку. Тому в моделі ці фактори представлені, як детерміновані процеси, наприклад, тренд, циклічність, сезонність тощо [30]. Інші фактори, вплив яких незначний або короткочасний, формують стохастичну компоненту  $\varepsilon_t$ .

Із проведеного аналітичного огляду методів прогнозування (див. розділ 2) отримали, що найбільш ефективними для побудови прогнозів є регресійні моделі. Крім того, для досягнення поставленої мети потрібно побудувати дві

моделі прогнозу для двох показників, а саме модель прогнозу доходу та модель прогнозу кількості суб'єктів підприємницької діяльності.

Перед побудовою моделей, необхідно підгодувати початкові дані. Зокрема, потрібно зазначити, що набір даних, який був взятий до аналізу дещо відрізняється від того, який нам потрібен для виконання моделювання. Опишемо проблему більш детально. У початковому наборі даних є 11 параметрів, із яких 2 залежні та 9 незалежних змінних. Проте, для виконання прогнозування потрібний накопичений набір даних по місяцях, тобто треба виконати агрегацію початкового набору даних по місяцях. Водночас параметри необхідно агрегувати за допомогою суми, а ті параметри, що є певним відсотковим відношенням потрібно агрегувати за допомогою середнього значення.

Крім того, щоби досягти задовільних значень прогнозу було проведено очищення даних та приведення типів. Зокрема, спочатку потрібно провести процедуру приведення типів даних до статистичних метрик. Вона полягає у тому, щоб для відповідних параметрів були підібрані найбільш підходящі типи даних. Тобто для параметрів, які характеризують кількість, використовуємо цілочисельний тип даних, а для параметрів, що є співвідношеннями – тип даних для дійсних чисел, тобто із десятковою крапкою. Для дати потрібно використати тип даних, що характеризує дату.

Після переведення параметрів до відповідних типів даних, проведено обробку порожніх значень. У нашому випадку ми будемо замінювати порожні значення на «0». Після цього потрібно виконати очищення набору даних від так званих «викидів», тобто ймовірно помилкових значень, що були записані в поле певної метрики. У нашому випадку було виявлено наступні «викиди»: значення статистичних метрик, які менші від нуля. Початковий набір даних сформовано у табличному виді у форматі .csv. На рис. 3.5 представлено фрагмент статистичних даних.

A	B	C	D	E	F
Роки	Показник	Середні підприємства	Малі підприємства	Мікро-підприємства	Разом
2014	кількість суб'єктів МСП (на к	370	1050	5539	6959
2015	кількість суб'єктів МСП (на к	358	1002	5625	6985
2016	кількість суб'єктів МСП (на к	357	1042	4823	6222
2017	кількість суб'єктів МСП (на к	372	1051	5524	6947
2018	кількість суб'єктів МСП (на к	385	1079	5960	7424
2019	кількість суб'єктів МСП (на к	436	1109	6309	7854
2014	кількість зайнятих працівни	59374	23436	16038	98848
2015	кількість зайнятих працівни	59522	22667	15125	97314
2016	кількість зайнятих працівни	59148	23306	14131	96585
2017	кількість зайнятих працівни	59449	23167	15200	97816
2018	кількість зайнятих працівни	64636	23468	15689	103793
2019	кількість зайнятих працівни	73355	21009	18984	113348
2014	кількість найманих працівни	59321	23268	13610	96199
2015	кількість найманих працівни	59476	22525	12269	94270
2016	кількість найманих працівни	59098	23138	11988	94224
2017	кількість найманих працівни	59404	23014	12646	95064
2018	кількість найманих працівни	64592	23284	13134	101010
2019	кількість найманих працівни	73305	20802	15445	109552

Рисунок 3.5 – Початковий фрагмент вхідного набору даних

Процес побудови прогнозу вирішено організувати з використанням підходу поступового ускладнення моделі. Перш за все, будуємо просту модель, вибір якої обґрунтовано у розділі 2, а далі на її основі будуємо складнішу прогнозу модель, що може показати більшу точність. Припускаємо, що з використанням подібної ітеративної процедури вдасться побудувати модель, що буде найкращою для розв'язання даної задачі. Усі етапи проведеного моделювання зображено, як блок-схема на рис. 3.6.

На основі порівняльного аналізу методів прогнозування (див. розділ 2) для подальшого моделювання прийнято такі моделі:

- модель авторегресії та ковзного середнього (ARMA);
- модель авторегресії та інтегрованого ковзного середнього (ARIMA);
- модель авторегресії та інтегрованого ковзного середнього з екзогенними змінними (ARIMAX).

У представленому дослідженні для оцінювання точності моделей застосовано такі метрики:

- а) коефіцієнт множинної детермінації ( $R^2$ );
- б) статистичний критерій Дарбіна-Уотсона (DW);

в) інформаційний критерій Акаїке (AIC);

г) інформаційний критерій Байєса (BIC).

Для оцінювання точності прогнозу використано такі похибки:

а) середня квадратична похибка (RMSE);

б) середня абсолютна похибка (MAE);

в) середня абсолютна похибка у відсотках (MAPE);

г) середня абсолютна масштабована похибка (MASE).

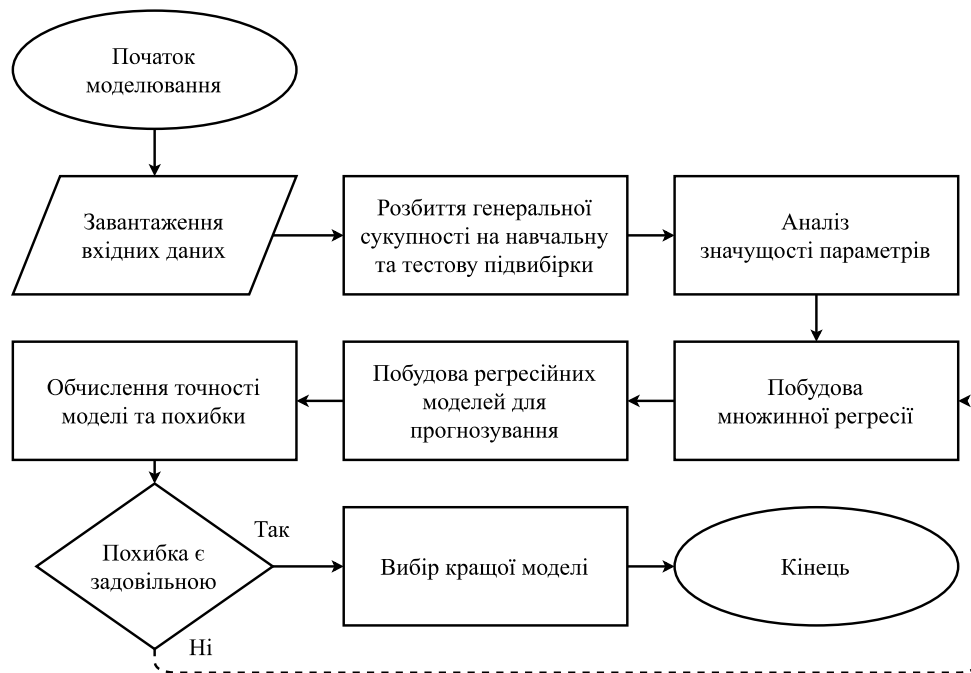


Рисунок 3.6 – Блок-схема розв’язання задачі моделювання розвитку МСБ на Хмельниччині

Оцінки MAE, MAPE та MASE можуть бути обраховані за умови наявності майбутніх значень динаміки показника. Оскільки таких даних ще немає, то для оцінювання очікуваної точності прогнозу моделі в роботі пропонується застосовувати таку процедуру.

а) початковий ряд показників розбивається на дві частини: навчальну та контрольну;

б) для побудови моделі використовуються лише дані навчальної частини вибірки, а на контрольному набору даних розраховується значення показника точності прогнозу;

в) число спостережень, які виносяться в контрольну частину вибірки, встановлюється рівним горизонту прогнозу (у такому випадку – три спостереження для річних даних, і чотири – для квартальних);

г) перевіряються прогнозні можливості моделі на наявних даних і передбачається, що в майбутньому буде отримана точність прогнозу того ж порядку;

д) для формування фінальної моделі та побудови кінцевих прогнозів використовується повний обсяг початкових даних, тобто контрольна вибірка об'єднується з навчальною.

Далі на основі статистичних критеріїв обирається найкраща модель для подальшого прогнозування. Разом із статистичними метриками, у роботі використано інформаційні критерії для порівняння всіх побудованих моделей. Усі наведені вище маніпуляції здійснюються двічі для кожного із контрольних показників. У результаті такої процедури отримуємо дві прогнозних моделі для контрольних показників «Дохід» та «Кількість суб'єктів МСБ». Побудовані моделі характеризуються середнім значенням отриманого прогнозу та інтервалами прогнозу у 80% й 95%.

### 3.3 Вибір найбільш значущих параметрів

Зауважимо, що у початковому наборі даних кількість параметрів є досить великою, тобто можлива мультиколінеарність. У зв'язку з цим, проведено аналіз значущості параметрів для кожної моделі прогнозу окремо з допомогою двох методів: на основі кореляційної матриці та градієнтного бустингу XGBoost, що адаптований для визначення важливості параметрів моделі. Результати проведеного аналізу наведено в табл. 3.1 – 3.4.

Таблиця 3.1 – Коефіцієнти кореляції для показника «Дохід»

Параметри	Revenue
кількість суб'єктів МСП (на кінець року)	0,123
кількість зайнятих працівників (без зовнішніх сумісників)	0,62
кількість найманих працівників	0,124
обсяг виробленої продукції (товарів, послуг)	0,123
обсяг реалізованої продукції	–
витрати на виробництво продукції	0,659
витрати на оплату праці	0,132
витрати на персонал	0,322
фінансовий результат (загальне сальдо)	0,297
фінансовий результат підприємств, які одержали прибуток	0,245
фінансовий результат підприємств, які одержали збиток	0,134

Таблиця 3.2 – Коефіцієнти кореляції для показника «Кількість суб'єктів МСБ»

Параметри	Subjects
кількість суб'єктів МСП (на кінець року)	–
кількість зайнятих працівників (без зовнішніх сумісників)	0,337
кількість найманих працівників	0,559
обсяг виробленої продукції (товарів, послуг)	0,487
обсяг реалізованої продукції	0,486
витрати на виробництво продукції	0,455
витрати на оплату праці	0,001
витрати на персонал	0,432
фінансовий результат (загальне сальдо)	0,413
фінансовий результат підприємств, які одержали прибуток	0,172
фінансовий результат підприємств, які одержали збиток	0,211

Таблиця 3.3 – Значущість параметрів для показника «Дохід» за XGBoost

Параметри	Revenue
кількість суб'єктів МСП (на кінець року)	0,156
кількість зайнятих працівників (без зовнішніх сумісників)	0,502
кількість найманих працівників	0,313
обсяг виробленої продукції (товарів, послуг)	0,247
обсяг реалізованої продукції	–
витрати на виробництво продукції	0,682
витрати на оплату праці	0,235
витрати на персонал	0,426
фінансовий результат (загальне сальдо)	0,31
фінансовий результат підприємств, які одержали прибуток	0,348
фінансовий результат підприємств, які одержали збиток	0,237

Таблиця 3.4 – Значущість параметрів для показника «Кількість суб'єктів МСБ» за XGBoost

Параметри	Subjects
кількість суб'єктів МСП (на кінець року)	–
кількість зайнятих працівників (без зовнішніх сумісників)	0,402
кількість найманих працівників	0,663
обсяг виробленої продукції (товарів, послуг)	0,341
обсяг реалізованої продукції	0,379
витрати на виробництво продукції	0,354
витрати на оплату праці	0,053
витрати на персонал	0,386
фінансовий результат (загальне сальдо)	0,148
фінансовий результат підприємств, які одержали прибуток	0,081
фінансовий результат підприємств, які одержали збиток	0,017

Кореляційний аналіз дає змогу отримати надійні показники значущості, проте лише для лінійних залежностей. Водночас метод XGBoost не дає такі надійні результати, як кореляційна матриця, проте враховує всі види залежностей між розглядуваними параметрами.

Зазначимо, що на етапі визначення значущих параметрів можемо змінювати кількість параметрів, і у такий спосіб зменшувати складність або підвищувати точність моделей.

### 3.4 Моделювання динаміки розвитку суб'єктів малого та середнього підприємництва

Математичне моделювання динаміки розвитку МСБ виконано з використанням середовища моделювання STATISTA. Лістинг програмного коду наведено в додатку Д.

На цьому етапі виконується моделювання множинних регресій для двох ключових показників: дохід та кількість суб'єктів МСБ. Для показника «Дохід» моделі будуються на основі всіх числових параметрів, окрім самого доходу, для показника «Кількість суб'єктів МСБ» – окрім кількості суб'єктів. На рис. 3.7 – 3.8 наведено коефіцієнти, що отримані в результаті моделювання.

```

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1571.5  -417.1   -79.4    401.8   3631.6

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -6.874e+03  1.358e+03  -5.062  9.58e-07 ***
ad_requests  9.037e-05  2.454e-05   3.683  0.000298 ***
matched_ad_requests 2.308e-03  3.151e-04  7.326  6.14e-12 ***
clicks       8.406e-04  1.440e-03   0.584  0.560077
ad_impressions -9.377e-03  9.668e-03  -0.970  0.333320
video_ad_skippable_views -6.305e-04  2.006e-03  -0.314  0.753569
active_view_eligible_count 6.660e-03  1.019e-02   0.654  0.514142
active_view_measurable_count 6.776e-04  3.179e-03   0.213  0.831417
active_view_viewable_count -9.326e-04  3.429e-04  -2.719  0.007129 **
ad_requests_coverage 7.609e+03  1.929e+03   3.945  0.000111 ***
ad_requests_ctr -2.959e+04  3.106e+04  -0.953  0.341933
matched_ad_requests_ctr 1.059e+05  3.742e+04   2.829  0.005157 **
individual_ad_impressions_ctr -7.035e+04  1.916e+04  -3.671  0.000312 ***
cost_per_click 2.094e+01  3.417e+02   0.061  0.951206
ad_impressions_rpm 1.215e+03  2.053e+02   5.917  1.45e-08 ***
video_ad_skippable_skip_ratio 8.857e+03  3.065e+03   2.890  0.004295 **
video_ad_skippable_vtr -7.553e+03  5.304e+03  -1.424  0.156081
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 724.5 on 195 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7839,    Adjusted R-squared:  0.7662
F-statistic: 44.21 on 16 and 195 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

Рисунок 3.7 – Модель множинної регресії для контрольного показника «Дохід»

```

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.07776 -0.01933 -0.00228  0.01832  0.10078

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    2.615e-01  5.401e-02  4.843 2.58e-06 ***
clicks         -8.561e-08  5.995e-08 -1.428 0.154908
earnings        9.233e-06  2.086e-06  4.426 1.59e-05 ***
ad_impressions  2.148e-07  4.075e-07  0.527 0.598615
video_ad_skippable_views 4.771e-07  6.994e-08  6.822 1.08e-10 ***
active_view_eligible_count -1.203e-07  4.286e-07 -0.281 0.779261
active_view_measurable_count -9.687e-08  1.316e-07 -0.736 0.462565
active_view_viewable_count -3.540e-08  1.397e-08 -2.535 0.012029 *
ad_requests_ctr  9.119e+00  1.144e+00  7.971 1.25e-13 ***
matched_ad_requests_ctr -8.229e+00  1.428e+00 -5.760 3.19e-08 ***
individual_ad_impressions_ctr 3.238e+00  7.529e-01  4.300 2.68e-05 ***
cost_per_click  6.262e-02  1.338e-02  4.682 5.28e-06 ***
ad_impressions_rpm -4.075e-02  8.397e-03 -4.853 2.47e-06 ***
video_ad_skippable_skip_ratio 4.671e-01  1.272e-01  3.674 0.000308 ***
video_ad_skippable_vtr -4.863e-01  2.118e-01 -2.296 0.022721 *
---
signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.03073 on 197 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7726,    Adjusted R-squared:  0.7564
F-statistic: 47.8 on 14 and 197 DF,  p-value: < 2.2e-16

```

Рисунок 3.8 – Модель множинної регресії для контрольного показника  
«Кількість суб'єктів МСБ»

На рис. 3.9 – 3.10 зображено графіки часових рядів, що отримані на основі побудованих моделей.

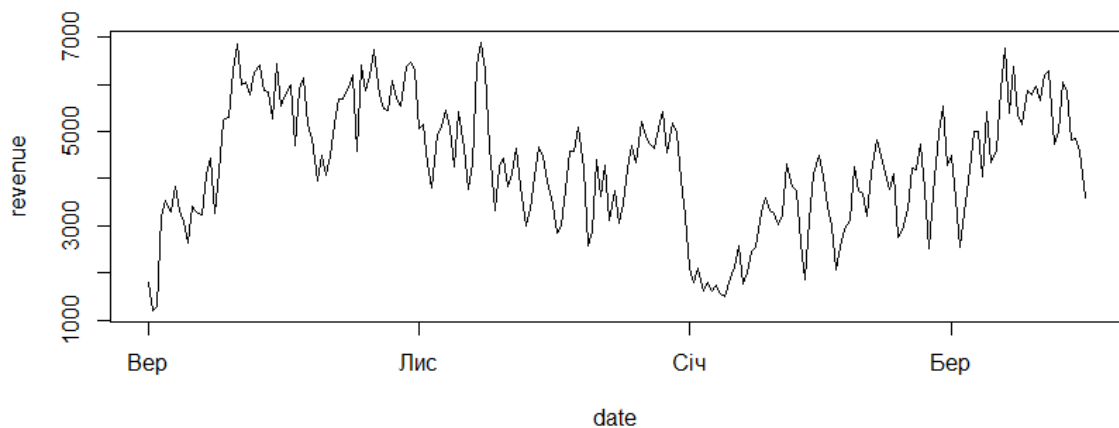


Рисунок 3.9 – Графічне представлення часового ряду для змодельованого  
доходу

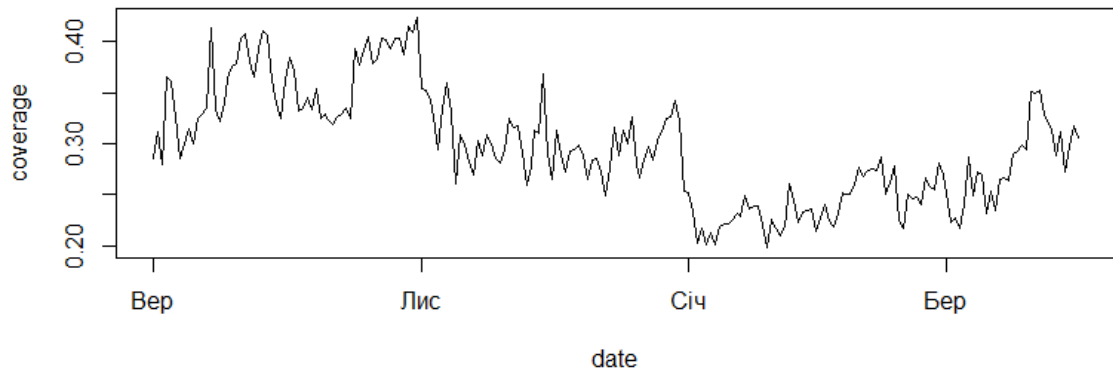


Рисунок 3.10 – Графічне представлення часового ряду для змодельованого контрольного показника «Кількість суб'єктів МСБ»

Нижче описано процес прогнозування моделями ARMA, ARIMA та ARIMAX.

Модель ARMA. Спершу побудовано моделі для двох ключових показників, далі обраховано значення показників адекватності й інформативності моделей. Насамкінець, обраховано залишки моделей на навчальній вибірці та значення похибок і прогноз на тестовій вибірці.

Для контрольного показника «Дохід» отримано модель ARMA(1, 0), а для «Кількість суб'єктів МСБ» – ARMA(2, 3). Результати моделювання зображено на рисунках 3.11 – 3.14.

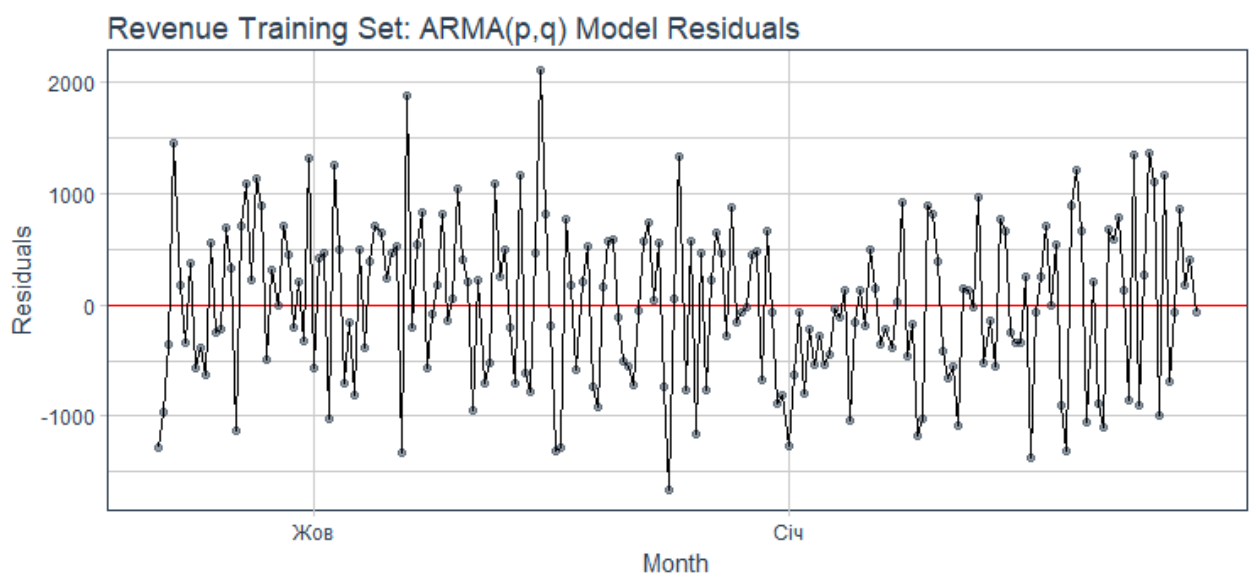


Рисунок 3.11 – Залишки моделі ARMA для контрольного показника «Дохід»

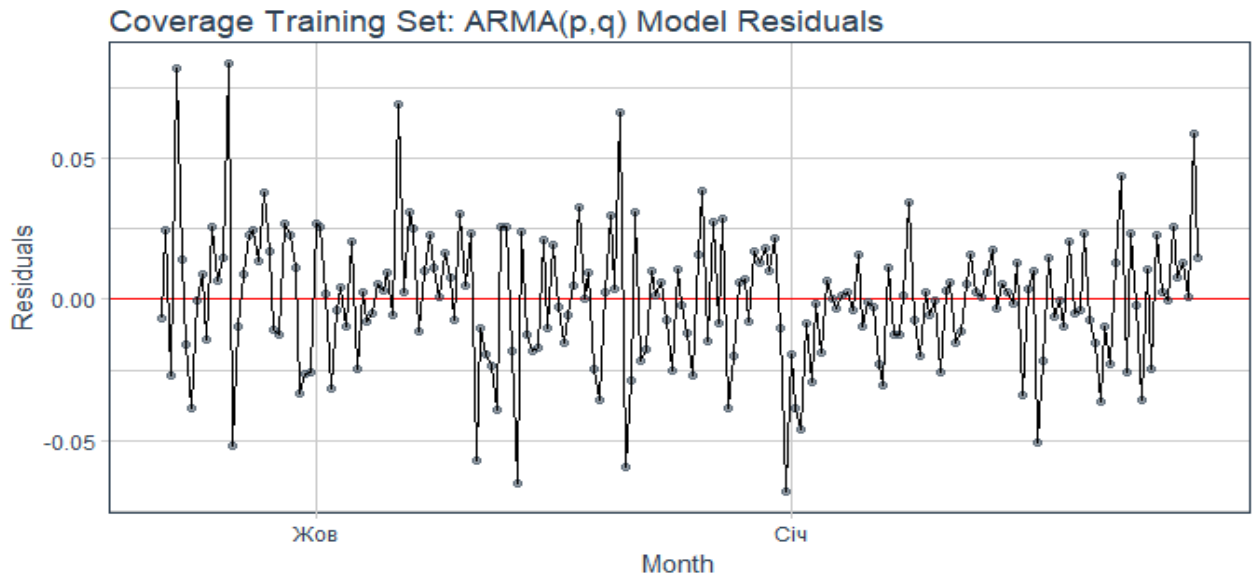


Рисунок 3.12 – Залишки моделі ARMA для контрольного показника «Кількість суб'єктів МСБ»

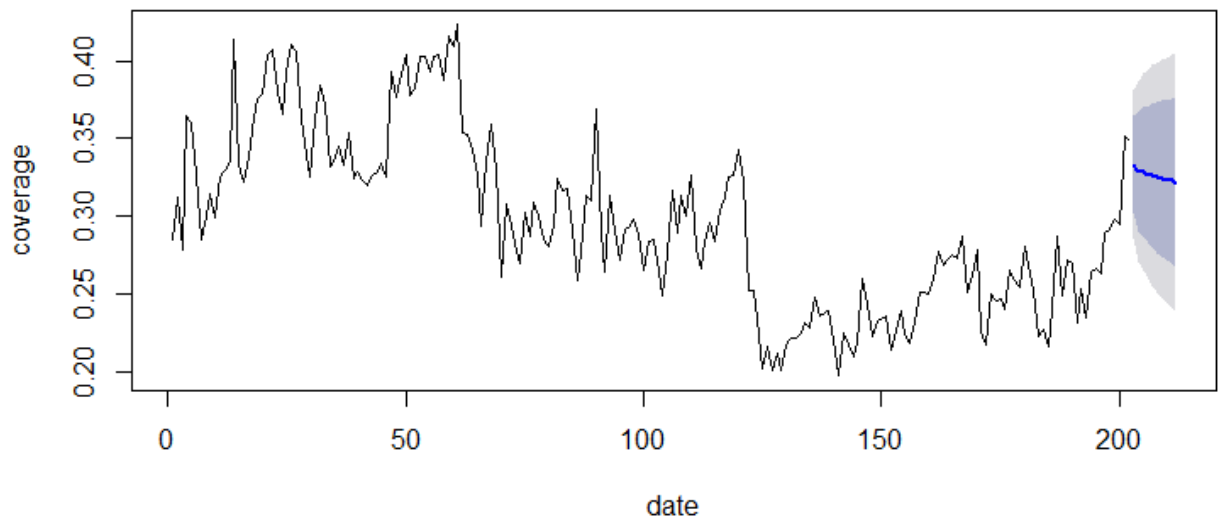


Рисунок 3.13 – Прогноз на тестовій вибірці за моделлю ARMA для контрольного показника «Кількість суб'єктів МСБ»

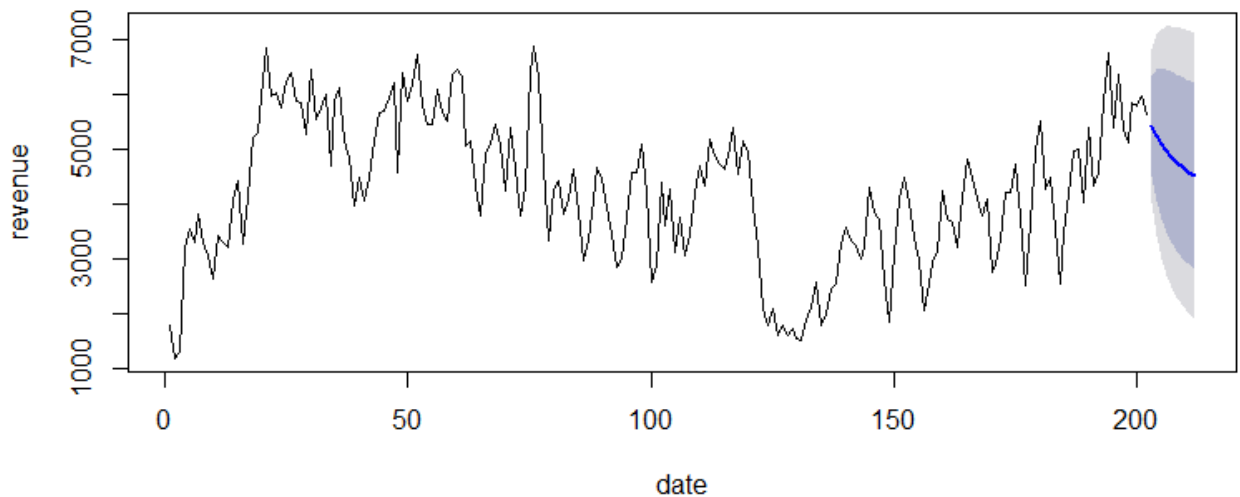


Рисунок 3.14 – Прогноз на тестовій вибірці за моделлю ARMA для контрольного показника «Дохід»

У табл. 3.5 наведено результати обчислення критеріїв, а в табл. 3.6 – результати обчислення похибок для моделі ARMA.

Таблиця 3.5 – Значення критеріїв для контрольних показників «Дохід» та «Кількість суб'єктів МСБ» (ARMA)

Критерій	Дохід	Кількість суб'єктів МСБ
AIC	3413,071	-912,84
BIC	3157023	-879,67
R <sup>2</sup>	0,615	0,821
DW	1,773	2,013

Таблиця 3.6 – Значення похибок для контрольних показників «Дохід» та «Кількість суб'єктів МСБ» (ARMA)

Похибка	Дохід	Кількість суб'єктів МСБ
RMSE	709,329	0,028
MAE	557,096	0,017
MAPE	14,995	6,044
MASE	0,958	0,963

Модель ARIMA. Побудовано дві моделі типу ARIMA для контрольних показників «Дохід» та «Кількість суб'єктів МСБ». Обраховано значення показників адекватності й інформативності моделей. Крім того, знайдено значення залишків моделей на навчальній вибірці та значення похибок та прогноз на тестовій вибірці.

Для контрольного показника «Дохід» побудовано модель ARIMA(2, 1, 3), для показника «Кількість суб'єктів МСБ» – модель ARIMA(1, 1, 3). Результати моделювання відображено на рисунках 3.15 – 3.18.

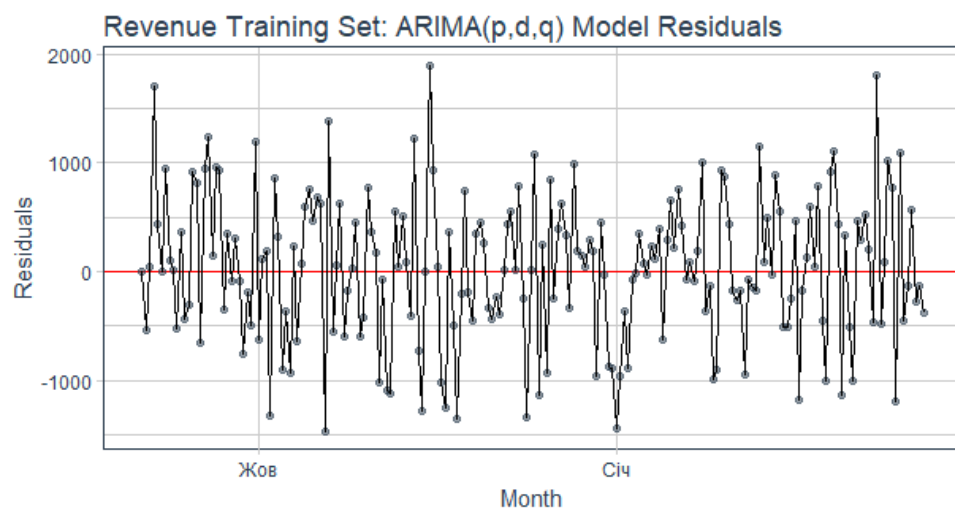


Рисунок 3.15 – Залишки для моделі ARIMA для контрольного показника «Дохід»

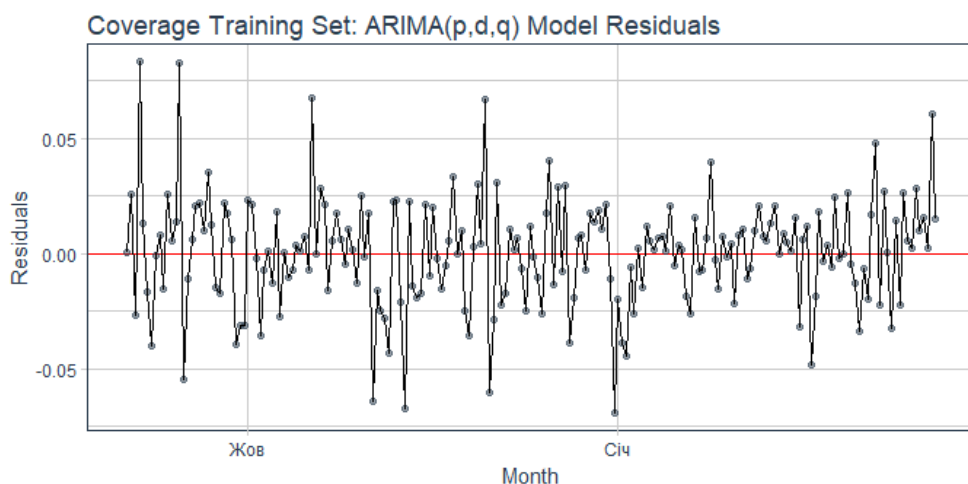


Рисунок 3.16 – Залишки для моделі ARIMA для контрольного показника «Кількість суб'єктів МСБ»

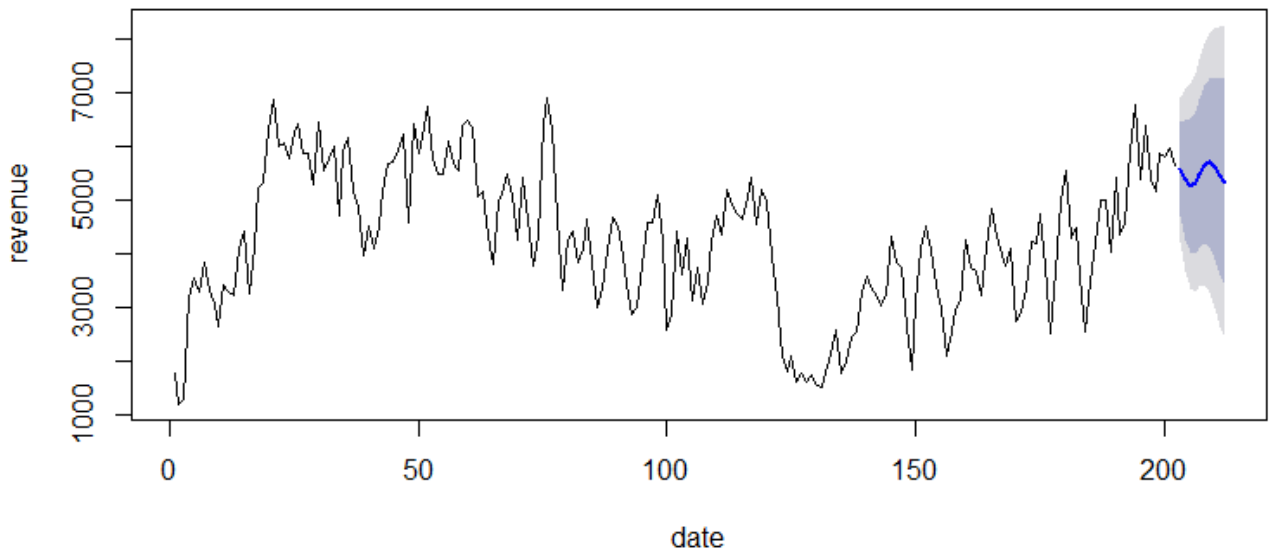


Рисунок 3.17 – Прогноз на тестовій вибірці за моделлю ARIMA для контрольного показника «Дохід»

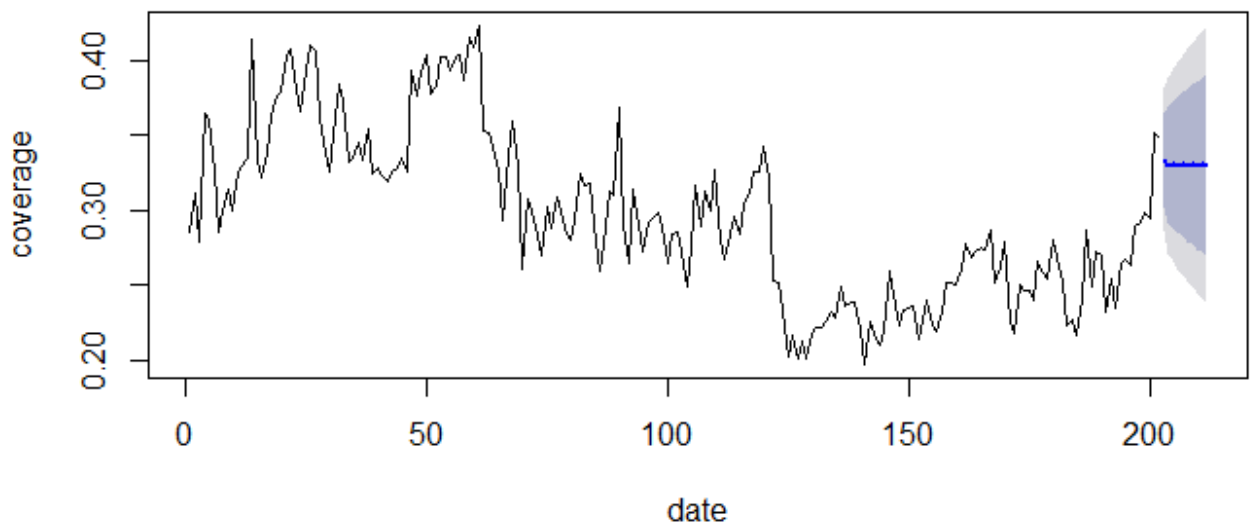


Рисунок 3.18 – Прогноз на тестовій вибірці за моделлю ARIMA для контрольного показника «Дохід»

У табл. 3.7 показано результати обчислення критеріїв, а в табл. 3.8 – результати обчислення похибок для моделі ARIMA.

Таблиця 3.7 – Значення критеріїв для контрольних показників «Дохід» та «Кількість суб'єктів МСБ» (ARIMA)

Критерій	Дохід	Кількість суб'єктів МСБ
AIC	3193,211	-915,52
BIC	3206,019	-904,34
R <sup>2</sup>	0,748	0,816
DW	1,963	2,004

Таблиця 3.8 – Значення похибок для контрольних показників «Дохід» та «Кількість суб'єктів МСБ» (ARIMA)

Похибка	Дохід	Кількість суб'єктів МСБ
RMSE	661,172	0,033
MAE	535,187	0,017
MAPE	13,915	6,091
MASE	0,884	0,937

Модель ARIMAX. Насамкінець, побудовано дві моделі типу ARIMAX для двох контрольних показників – «Дохід» та «Кількість суб'єктів МСБ», та обраховано значення показників адекватності й інформативності моделей, залишки моделей на навчальній вибірці та значення похибок і прогнозне значення та тестовій вибірці.

Для контрольного показника «Дохід» отримано модель ARIMAX(2, 1, 3, 3), для показника «Кількість суб'єктів» МСБ – ARIMAX(1, 1, 3, 3). Результати моделювання за ARIMAX зображено на рисунках 3.19 – 3.22.

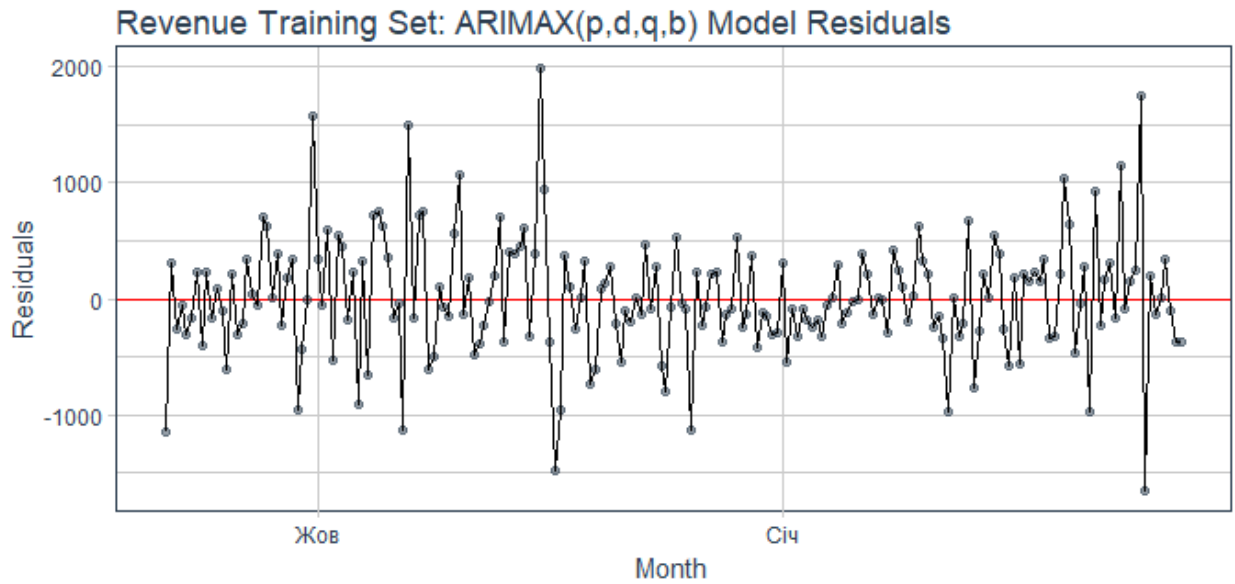


Рисунок 3.19 – Залишки для моделі ARIMAX для контрольного показника «Дохід»

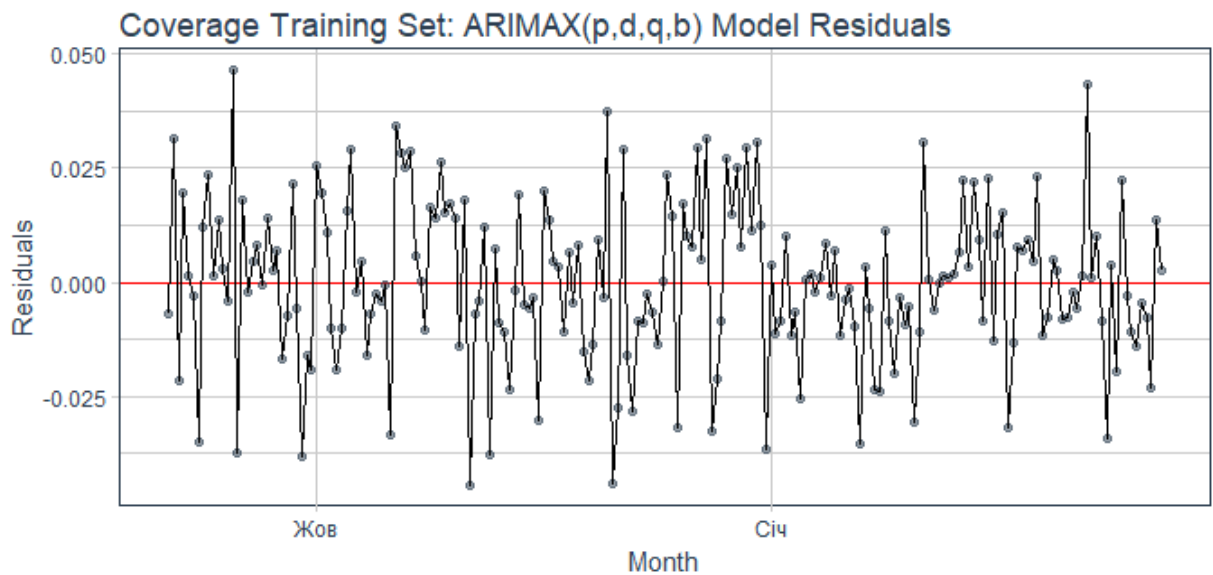


Рисунок 3.20 – Залишки для моделі ARIMAX для контрольного показника «Кількість суб'єктів МСБ»

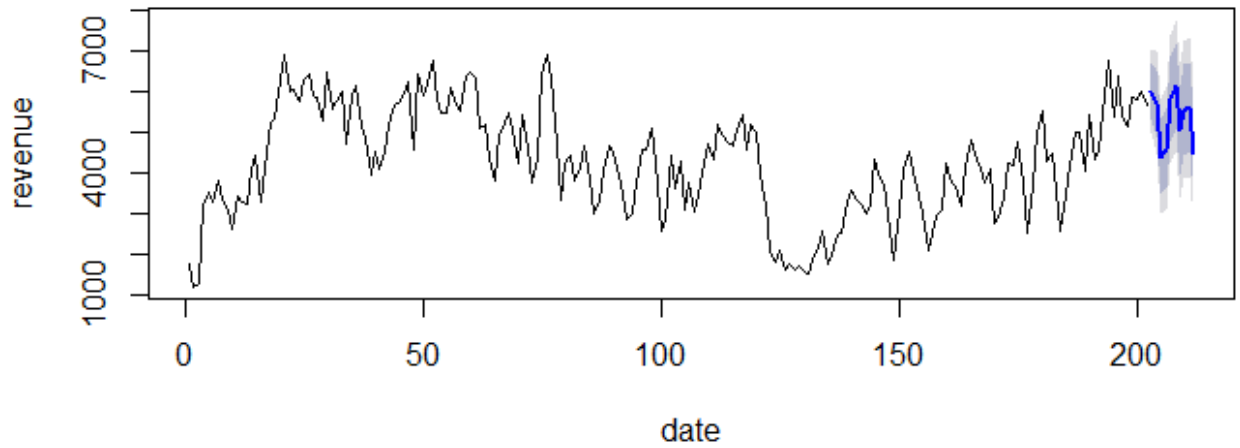


Рисунок 3.21 – Прогноз на тестовій вибірці за моделлю ARIMAX для контрольного показника «Дохід»

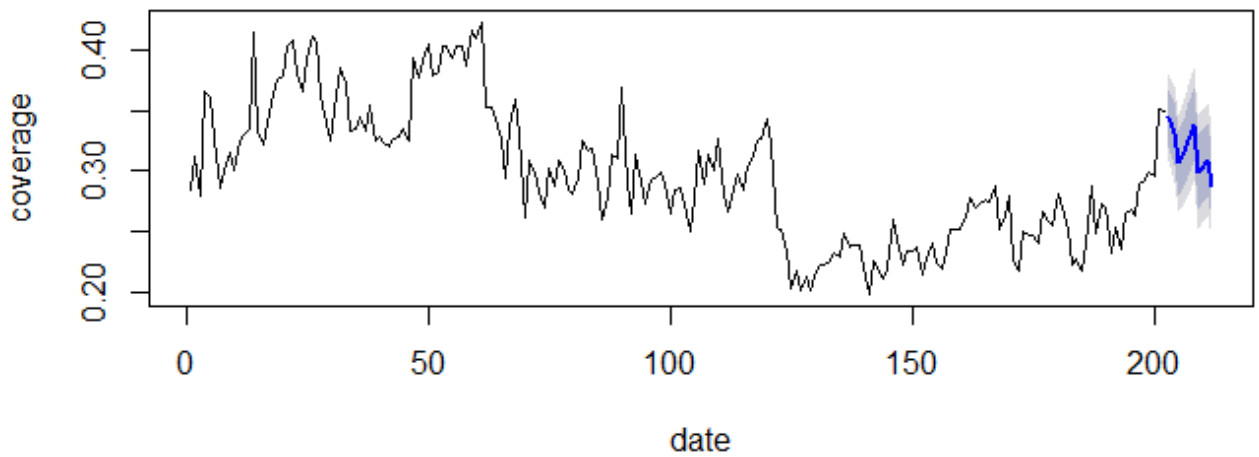


Рисунок 3.22 – Прогноз на тестовій вибірці за моделлю ARIMAX для контрольного показника «Кількість суб'єктів МСБ»

У табл. 3.9 наведено результати обчислення критеріїв, а в табл. 3.10 – результати обчислення похибок для моделі ARIMAX.

Таблиця 3.9 – Значення критеріїв для контрольних показників «Дохід» та «Кількість суб'єктів МСБ» (ARIMAX)

Критерій	Дохід	Кількість суб'єктів МСБ
AIC	3139,241	-1034,511
BIC	3125,382	-968,5
R <sup>2</sup>	0,874	0,873
DW	2,011	1,974

Таблиця 3.10 – Значення похибок для контрольних показників «Дохід» та «Кількість суб'єктів МСБ» (ARIMAX)

Похибка	Дохід	Кількість суб'єктів МСБ
RMSE	509.021	0,017
MAE	373.767	0,014
MAPE	9.326	4,715
MASE	0,615	0,736

Далі виконано порівняльний аналіз побудованих моделей, щоби найкращу із них використати для подальшого прогнозування. Результати порівняльного аналізу наведено в табл. 3.11 – 3.14.

Таблиця 3.11 – Порівняння побудованих моделей для контрольного показника «Дохід» за критеріями

Модель	AIC	BIC	R <sup>2</sup>	DW
ARMA	3413,071	3157,023	0,615	1,773
ARIMA	3193,211	3206,019	0,748	1,963
ARIMAX	3139,241	3125,382	0,874	2,011

Таблиця 3.12 – Порівняння побудованих моделей для контрольного показника «Дохід» за похибками

Модель	RMSE	MAE	MAPE	MASE
ARMA	709,329	557,096	14,995	0,958
ARIMA	661,172	535,187	13,915	0,884
ARIMAX	509,021	373,767	9,326	0,615

Таблиця 3.13 – Порівняння побудованих моделей для контрольного показника «Кількість суб'єктів МСБ» за критеріями

Модель	AIC	BIC	R <sup>2</sup>	DW
ARMA	-912,84	-879,67	0,821	2,013
ARIMA	-915,52	-904,34	0,816	2,004
ARIMAX	-1034,511	-968,5	0,873	1,974

Таблиця 3.14 – Порівняння побудованих для контрольного показника «Кількість суб'єктів МСБ» за похибками

Модель	RMSE	MAE	MAPE	MASE
ARMA	0,028	0,017	6,044	0,963
ARIMA	0,033	0,017	6,091	0,937
ARIMAX	0,017	0,014	4,715	0,736

Отже, у результаті аналізу та порівняння значень із табл. 3.11 – 3.14 дійшли до висновку, що для розв'язання поставленої задачі варто використовувати модель ARIMAX, адже саме вона показала найкращі результати за статистичними й інформаційними критеріями та основними похибками.

### 3.5 Прогнозування ключових показників розвитку малого та середнього бізнесу в Хмельницькій області

На цьому етапі моделювання побудовано прогнози на 3 роки вперед. В пункті 3.7 з'ясували, що найкращі результати для даної задачі показує модель ARIMAX. Тому цю модель використано для побудови прогнозу на всьому наборі даних. Результати прогнозування наведемо на рисунках 3.23 – 3.26.

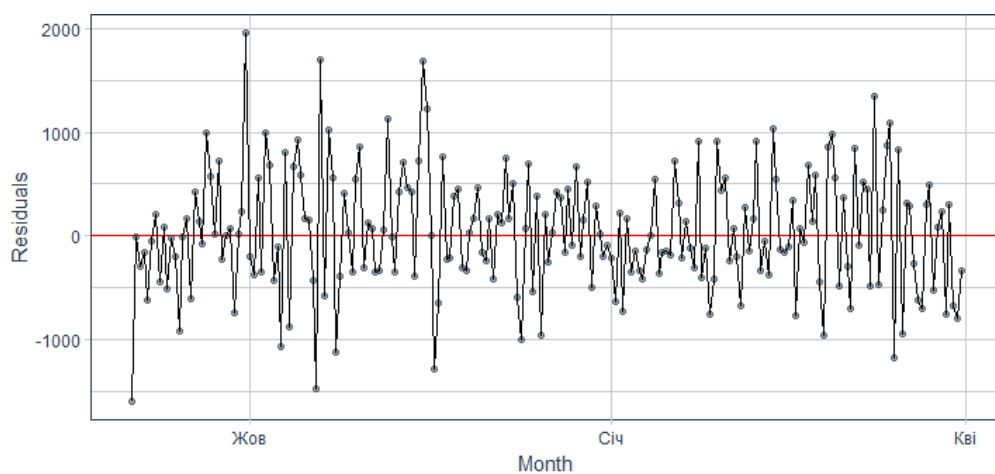


Рисунок 3.23 – Залишки на повній вибірці для прогнозування на основі ARIMAX для контрольного показника «Дохід»

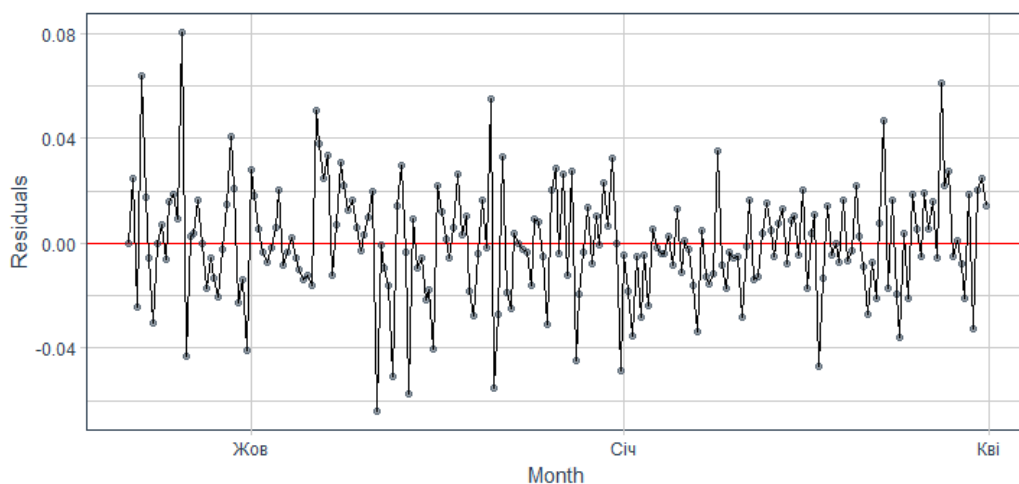


Рисунок 3.24 – Залишки на повній вибірці для прогнозування на основі ARIMAX для контрольного показника «Кількість суб'єктів МСБ»

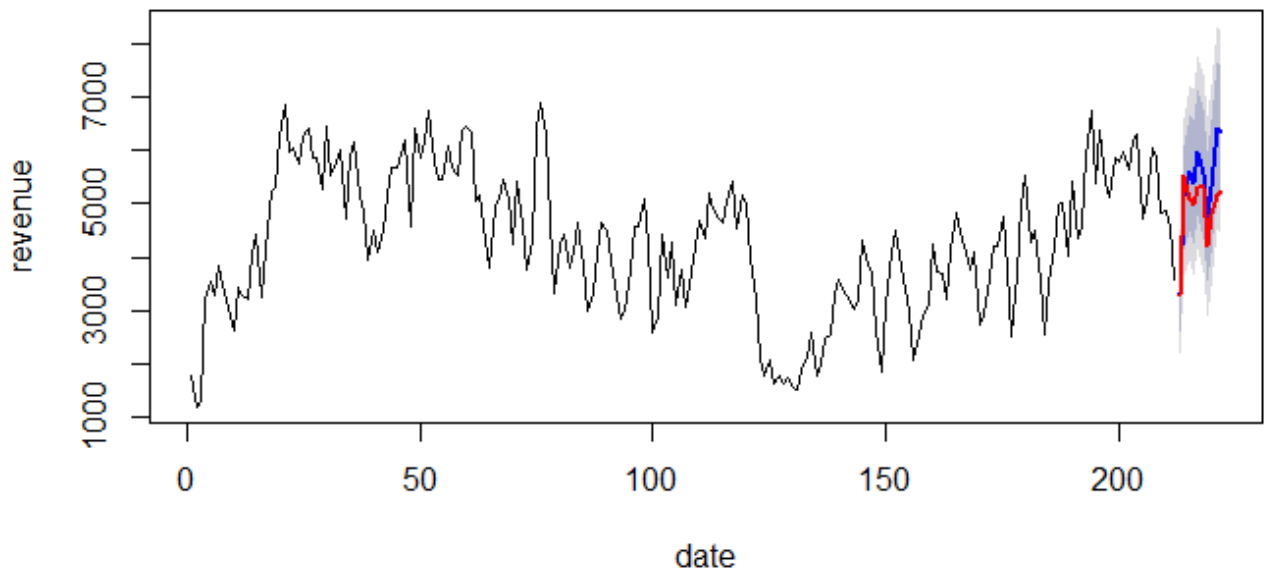


Рисунок 3.25 – Прогноз на 3 роки вперед на основі ARIMAX для контрольного показника «Дохід»

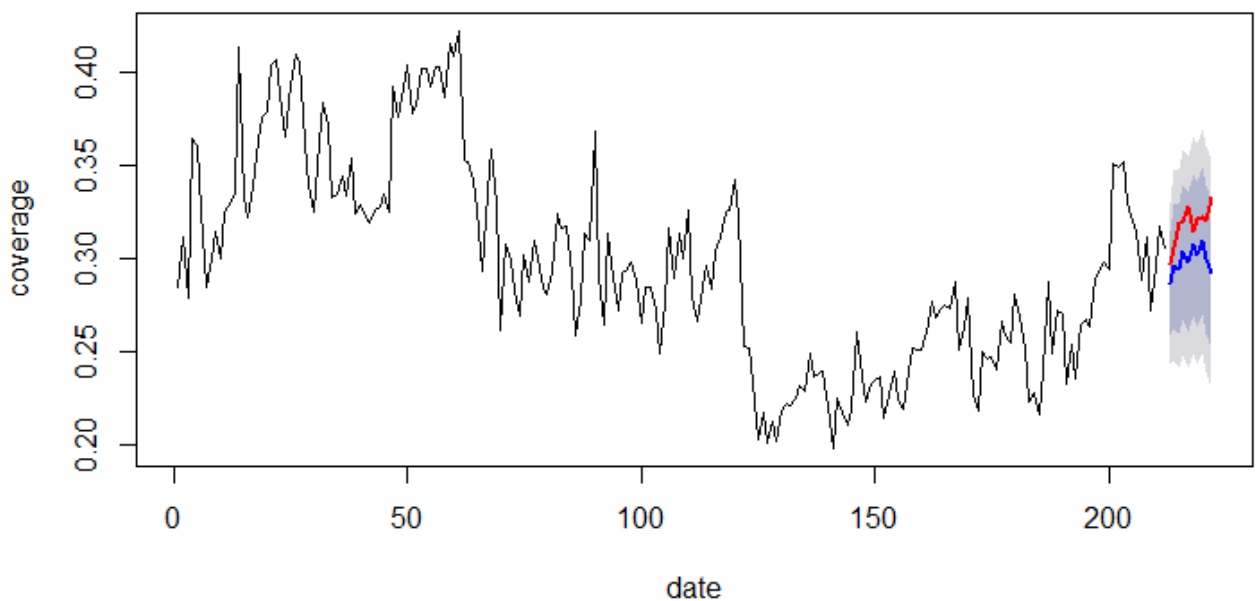


Рисунок 3.26 – Прогноз на 3 роки вперед на основі ARIMAX для контрольного показника «Кількість суб'єктів МСБ»

У табл. 3.15 наведено результати обрахування критеріїв прогнозної моделі, а в табл. 3.16 – результати обрахування похибок.

Таблиця 3.15 – Значення критеріїв для контрольних показників «Дохід» та «Кількість суб'єктів МСБ»

Критерій	Дохід	Кількість суб'єктів МСБ
AIC	2922,058	-1013,003
BIC	2979,836	-971,441
R <sup>2</sup>	0,884	0,862
DW	2,462	1,845

Таблиця 3.16 – Значення похибок для контрольних показників «Дохід» та «Кількість суб'єктів МСБ»

Похибка	Дохід	Кількість суб'єктів МСБ
RMSE	591,302	0,025
MAE	462,242	0,016
MAPE	9,148	5,582
MASE	0,719	0,751

У табл. 3.17 наведено прогностні значення динаміки досліджуваних показників з глибиною прогнозу у 3 роки.

Таблиця 3.17 – Прогнози динаміки досліджуваних показників

Показник	2020	2021	2022
Обсяг реалізованої продукції, тис грн	81 346	82 149	82 735
Кількість суб'єктів МСП, од	6921	7128	7472

Відповідно до результатів прогнозування, на Хмельниччині станом на кінець 2020 року очікується значення показника обсяг реалізованої продукції (товари та послуги) у розмірі 81 346 тис грн, значення показника кількість суб'єктів МСП – 6921 од, у 2021 році: обсяг реалізованої продукції – 82 149 тис грн, кількість суб'єктів МСП – 7128 од, у 2022 році 7472 од та 82 735 тис грн відповідно.

Такі результати можуть свідчити про підвищення обсягу інвестицій в основний капітал, що припадають на кожний суб'єкт МСБ. Варто уваги те, що

допоміжні дії держави знаходять відгук за результатами оцінювання діяльності МСБ, оскільки модель показує зростання з прискоренням. Проте через глобальне уповільнення зростання економіки така тенденція може прийняти логістичний характер. Зауважимо, що за такої умови може знизитися рентабельність інвестицій, оскільки збільшення їхнього обсягу не супроводжується аналогічним зростанням випуску продукції.

Отже, в даному розділі проведено моделювання з метою побудови прогнозу ключових характеристик підприємницької діяльності суб'єктів малого та середнього бізнесу. Загалом побудовано такі прогнозні моделі на основі часових рядів: модель авторегресії та ковзного середнього, модель авторегресії та інтегрованого ковзного середнього, модель авторегресії та інтегрованого ковзного середнього з екзогенними змінними. Моделювання проведено за двома ключовими показниками підприємницької діяльності: обсяг реалізованої продукції (сукупний дохід) усіх суб'єктів МСП та загальна кількість суб'єктів МСП в Хмельницькій області.

Крім того, проведено порівняльний аналіз побудованих моделей. Виявлено, що найкращою моделлю як для контрольного показника «Дохід», так і для «Кількість суб'єктів МСБ» є модель авторегресії та інтегрованого ковзного середнього з екзогенними змінними, тобто ARIMAX. Тому для практичного використання варто застосовувати саме модель ARIMAX, оскільки для розв'язання поставленої задачі вона виявилась кращою за інші моделі.

## ВИСНОВКИ

Представлене дослідження присвячене задачі моделювання динаміки розвитку малого та середнього бізнесу в Хмельницькій області. Зокрема, у роботі описано процес побудови прогнозних економетричних моделей та вибору кращої моделі за точністю прогнозування. Відповідно до завдань кваліфікаційної роботи, проведено огляд сучасного стану та основних тенденцій розвитку підприємництва в регіоні. У результаті аналітичного огляду виявлено основні економічні показники розвитку малого й середнього бізнесу в регіоні та визначено динаміку розвитку ключових показників підприємств протягом 2015–2019 років.

Проведено аналітичний огляд моделей динаміки розвитку найважливіших характеристик підприємницької діяльності на Хмельниччині. Зокрема, описано методи часових рядів для прогнозування параметрів динаміки розвитку суб'єктів малого та середнього бізнесу та визначено основні оцінки для порівняння економетричних моделей. Обрано моделі множинної авторегресії ARMA, ARIMA та ARIMAX для побудови прогнозу.

Розроблено схему моделювання динаміки розвитку найважливіших характеристик підприємницької діяльності в регіоні. Описано процес побудови моделей множинної регресії для прогнозування конкретних параметрів динаміки розвитку МСБ. Розроблену схему застосовано до набору реальних статистичних даних, що описують діяльність суб'єктів МСП на території Хмельницької області. Моделювання проведено за двома ключовими показниками підприємницької діяльності: обсяг реалізованої продукції (сукупний дохід) усіх суб'єктів МСП та загальна кількість суб'єктів МСП у регіоні. Загалом побудовано такі прогнозні моделі на основі часових рядів: модель авторегресії та ковзного середнього (ARMA), модель авторегресії та інтегрованого ковзного середнього (ARIMA), модель авторегресії та інтегрованого ковзного середнього з екзогенними змінними (ARIMAX). У результаті порівняння розроблених моделей за

статистичними й інформаційними критеріями та похибками прогнозу з'ясовано, що для розв'язання поставленої задачі найкращою є модель авторегресії та інтегрованого ковзного середнього з екзогенними змінними (ARIMAX). З використанням цієї моделі маємо значення похибки MAPE в інтервалі  $[0; 10]$ , що свідчить про високу точність моделі. Модель ARIMAX демонструє адекватні прогностичні показники, тому саме її використано для прогнозування розвитку малого та середнього бізнесу. Відповідно до результатів прогнозування, на Хмельниччині станом на кінець 2020 року очікується значення показника обсяг реалізованої продукції (товари та послуги) у розмірі 81 346 тис грн, значення показника кількість суб'єктів МСП – 6921 од, у 2021 році: обсяг реалізованої продукції – 82 149 тис грн, кількість суб'єктів МСП – 7128 од, у 2022 році 7472 од та 82 735 тис грн відповідно.

Такі результати прогнозування можуть свідчити про підвищення обсягу інвестицій в основний капітал, що припадають на кожний суб'єкт МСБ. Крім того, програма державної підтримки МСБ до 2019 року включно дала плоди за результатами оцінювання діяльності МСБ, оскільки модель ARIMAX показує зростання з прискоренням. Проте через глобальне уповільнення зростання економіки така тенденція може прийняти логістичний характер. Зауважимо, що в представленій дипломній роботі проведено математичне моделювання на основі статистичних даних, що зібрані протягом 2014–2019 років. Проте станом на 2020 рік стагнація політичної та економічної політик України на фоні пандемії COVID-19 зумовлює негативний вплив на функціонування малих та середніх підприємств. Тому моделі побудовано без врахування непередбачуваних негативних чинників, що трапилися у 2020 році. За такої умови розраховані прогностичні значення розвитку МСБ на Хмельниччині можна вважати актуальними, у разі ненастання соціально-економічної кризи, що спричинена пандемією COVID-19.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Про розвиток та державну підтримку малого і середнього підприємництва в Україні: Закон України № 4618-VI від 22.03.12, ВВР, 2012, № 3, ст. 23 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4618-17#Text>
2. .Doing Business 2020: Comparing Business Regulation in 190 Economies. Washington, DC: World Bank. [Електронний ресурс] // World Bank 2020. – Режим доступу: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/32436> (дата звернення: 05.09.2020).
3. Діяльність підприємств [Електронний ресурс] // Голосне управління статистики в Хмельницькій області. – Режим доступу: <http://www.km.ukrstat.gov.ua/ukr/index.htm> (дата звернення: 11.10.2020).
4. Аналітичний звіт «Про регіональний розподіл трендів у сфері зайнятості в Одеському регіоні на 2018-2019 роки (м. Одеса, м. Ізмаїл, м. Білгород-дністровський)» / укл.: В. Ю. Філіппов. – Одеса: [б.в.], 2019. – 44 с.
5. Вишневська О. А. Статистичний збірник «Україна в цифрах» / О. А. Вишневська. – Київ : Державна служба статистики України, 2020. – 44 с.
6. Теорія та практика управління суб'єктами підприємництва: колект. моногр. / за заг. ред. Т. В. Гринько. – Дніпро : Видавець Біла К. О., 2020. – 440 с.
7. Бившев Р. О. Особливості розвитку малого та середнього бізнесу в Україні в сучасних умовах / Р. О. Бившев, О. О. Кондратенко, В. В. Вечірко // Управління економікою: теорія та практика: Зб. наук. пр. – К. : ІЕП НАНУ, 2018. – С. 138–149.
8. Шевців Л. Ю. Тенденції розвитку підприємництва в контексті становлення інформаційної економіки в Україні / Л. Ю. Шевців, Б. Б. Сенишин, Т. І. Сподарик // Проблеми економіки. – 2019. – №. 4. – С. 55–61.

9. Програма розвитку підприємництва міста Хмельницького на 2019-2021 роки м. Хмельницький 2018 [Електронний ресурс] // Хмельницька міська рада. – Режим доступу: <https://khm.gov.ua> (дата звернення: 15.09.2020).

10. Програма розвитку малого і середнього підприємництва Хмельницької області на 2017-2018 роки [Електронний ресурс] // Хмельницька міська рада. – Режим доступу: <https://khm.gov.ua> (дата звернення: 15.09.2020).

11. Програма розвитку малого і середнього підприємництва Хмельницької області на 2019-2020 роки [Електронний ресурс] // Хмельницька міська рада. – Режим доступу: <https://khm.gov.ua> (дата звернення: 15.09.2020).

12. Звіт про стан розвитку малого і середнього підприємництва Хмельницької області за підсумками 2018 року [Електронний ресурс] // Хмельницька обласна державна адміністрація. – Режим доступу <https://www.adm-km.gov.ua/> (дата звернення: 06.09.2020).

13. Доступ до публічної інформації [Електронний ресурс] // Голосне управління статистики в Хмельницькій області. – Режим доступу: <http://www.km.ukrstat.gov.ua/ukr/> (дата звернення: 16.09.2020).

14. Стратегія розвитку хмельницької області на 2021-2027 роки [Електронний ресурс] // Хмельницька обласна рада. – Режим доступу: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2020/04/strategiya-rozvytku-hmelnyczkoyi-oblasti-na-2021-2027-roky.pdf> (дата звернення: 07.10.2020).

15. Діяльність підприємств [Електронний ресурс] // Голосне управління статистики в Хмельницькій області. – Режим доступу: <http://www.km.ukrstat.gov.ua/ukr/index.htm> (дата звернення: 11.10.2020).

16. Грипинська Н. В. Динаміка розвитку середнього і малого бізнесу в хмельницькій області за 2013–2017 рр. / Н. В. Грипинська, О. І. Злотаренчук // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. – 2018. – № 3(1). – С. 135–139.

17. Черняк О. І. Економетрика : підручник / О. І. Черняк, А. В. Ставицький, О. В. Баженова та ін. ; за ред. О. І. Черняка. – 2-ге вид., перероб. та доп. – Миколаїв : МНАУ, 2014. – 414 с.

18. Гур'янова Л. С. Економетрика : навчальний посібник для студентів напряму підготовки “Економічна кібернетика” всіх форм навчання / Л. С. Гур'янова, Т. С. Клебанова, О. А. Сергієнко, С. В. Прокопович. – Х. : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. – 384 с.

19. Руська Р. В. Економетрика : навчальний посібник / Р. В. Руська. – Тернопіль : Тайп, 2012. – 224 с.

20. Ярушкіна Н. Г. Интеллектуальный анализ временных рядов: учебное пособие / Н. Г. Ярушкіна, Т. В. Афанасьева, И. Г. Перфильева. – Ульяновск : УлГТУ, 2010. – 320 с.

21. Розенцвайг А. К. Методы эконометрического моделирования и анализа социально-экономических явлений: учеб. метод. Пособие / А. К. Розенцвайг // Набережночелнинский институт Казанского федерального университета. – Наб.Челны, 2014. – 121 с.

22. Кизбикенов К. О. Прогнозирование и временные ряды [Электронный ресурс] : учебное пособие / К. О. Кизбикенов. – Барнаул: АлтГПУ, 2017. – 115 с.

23. Григорьева Д. Р. Методы статистического прогнозирования экономического показателя расхода электроэнергии на предприятии / Д. Р. Григорьева, А. Г. Файзуллина // Экономический анализ: теория и практика. – 2015. – №. 17 (416). – С. 43–52.

24. Раднаев Б. Б. ARIMA-модель пульсового сигнала / Б. Б. Раднаев, А. С. Цыбиков, Б. В. Хабитуев // Вестник Бурятского государственного университета. Математика, информатика. – 2017. – №. 1. – С. 78–85.

25. Чучуева И. А. Модель прогнозирования временных рядов по выборке максимального подобия : дисс. ... канд. тех. наук: 05.13.18. Москва, 2012. – 155 с.

26. Бурцева Т. І. Управління економічними системами і процесами та прогнозування їх майбутнього стану економетричними методами / Т. І. Бурцева // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної

медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького. 2013. – Т. 15, № 3(4). – С. 160–164.

27. Економіко-математичні методи і моделі: економетрика : методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт / Державний вищий навчальний заклад “Українська академія банківської справи Національного банку України”; [уклад. Н. С. Яременко] – Суми : ДВНЗ “УАБС НБУ”, 2012. – 62 с.

28. Картаев Ф. С. Введение в економетрику : учебник / Ф. С. Картаев. – Москва: Экономический Факультет МГУ имени М. В. Ломоносова, 2019. – 472 с.

29. Кузьменко О. В. Економіко-математичні методи та моделі (економетрика): навчальний посібник / О. В. Кузьменко.– Суми : Університетська книга, 2014.– 406 с.

30. Козак Ю. Г. Математичні методи та моделі для магістрантів з економіки. Практичні застосування: навч. посіб. / Ю. Г. Козак, Ю. Г. Мацкул. – Київ : Центр учбової літератури, 2017. – 254 с.

**ДОДАТОК А****ТЕЗИ КОНФЕРЕНЦІЇ**

*Грипинська Н.В.*

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
доцент кафедри телекомунікацій та радіотехніки*

*Хмельницький національний університет*

*Сирота А.В.*

*магістрант*

*Хмельницький національний університет*

***МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ПОКАЗНИКІВ  
ДІЯЛЬНОСТІ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ  
ОБЛАСТІ***

Сучасний етап соціально-економічного розвитку Хмельницької області потребує нових шляхів та інструментів для якісного перетворення економіки на регіональному рівні. Одним із таких напрямків є дослідження розвитку малого та середнього бізнесу (МСБ) на регіональному рівні [1]. Проте на шляху ефективного функціонування МСБ є ціла низка проблем, що стримують їхній розвиток і ефективність господарювання. Тому актуальним залишається питання впровадження методів економетричного моделювання до формування стратегій розвитку суб'єктів МСБ у регіонах, зокрема, на Хмельниччині.

У представленій роботі пропонується підхід до оцінювання діяльності малих та середніх підприємств Хмельницької області з використанням методів параметричного моделювання та прогнозування. Побудовано прогнозні значення на 2021-2022 роки. Показана тенденція зростання з прискоренням для основних показників діяльності малих та середніх підприємств.

Динаміка економічних показників МСБ недостатньо вивчена в Україні проти інших макроекономічних показників. Держава підтримує розвиток МСБ податковими пільгами цільової фінансової допомоги на національному та регіональному рівнях. Для оцінювання ефективності державної політики й дослідження перспектив розвитку МСБ на Хмельниччині необхідно провести математичне моделювання та прогнозування основних показників економічної діяльності малих та середніх підприємств.

За основні показники, що характеризують діяльність МСБ у Хмельницькій області [2], беремо:

- кількість суб'єктів малого та середнього підприємництва (на кінець року);
- середньооблікова кількість працівників, (без зовнішніх сумісників);
- інвестиції в основний капітал МСБ;
- дохід МСБ (без ПДВ, акцизів і аналогічних обов'язкових платежів);
- інвестиції в основний капітал МСБ.

Методом математичного моделювання було вибрано параметричне моделювання динаміки кожного показника. Позначимо спостереження тимчасового ряду, як  $Y_t$ , де  $t = \overline{1, N}$  – номери спостережень,  $N$  – обсяг вибірки. Певний обсяг економічних факторів здійснює найбільший вплив на реальну економічну динаміку. Тому в моделі ці фактори представлені, як детерміновані процеси, наприклад, тренд, циклічність, сезонність тощо. Інші фактори, вплив яких незначний або короткочасний, формують стохастичну компоненту  $\varepsilon_t$ .

Динаміка соціально-економічних показників відображає нелінійний тренд [1, 2], тому для моделювання показників МСБ Хмельницької області використано такі моделі.

1. Параболічний тренд з мультиплікативною структурою стохастичної компоненти:

$$Y_t = (C_2 t^2 + C_1 t + C_0) \cdot (1 + \varepsilon_t). \quad (1)$$

Під час моделювання квартальної динаміки використовувалася модель із сезонними коливаннями у вигляді суми двох гармонік.

2. Модель із параболічним трендом, мультиплікативною структурою сезонних коливань і адитивною стохастичною компонентою:

$$Y_t = (C_2 t^2 + C_1 t + C_0) \cdot (1 + A_1 \sin(\omega_1 t + \psi_1) + A_2 \sin(\omega_2 t + \psi_2)) + \varepsilon_t. \quad (2)$$

У даній роботі для оцінювання точності моделі застосовано коефіцієнт детермінації  $R^2$ , а для оцінювання точності прогнозу – МАРЕ-оцінку. Зазначимо, що МАРЕ-оцінка може бути обчислена в разі відомих реальних майбутніх значень динаміки показника. Тому в процесі моделювання необхідно перевірити прогнозні можливості моделі на наявних даних і передбачити, що в майбутньому буде отримана точність прогнозу того ж порядку.

Крім моделей (1)–(2), розглядалися також гіпотези щодо інших типів моделей і структур часових рядів, а саме: експонентний тренд з адитивною та мультиплікативною структурою стохастичної компоненти; узагальнений експонентний тренд з адитивною та мультиплікативною структурою стохастичної компоненти; моделі із сезонною компонентою у вигляді однієї або двох гармонік. Загалом було розглянуто десять моделей. Проте всі моделі, крім (1)–(2), виявилися неадекватними розглянутій динаміці.

Для ідентифікації параметрів перерахованих моделей використано методи зважених найменших квадратів і метод конструювання узагальнених параметричних моделей авторегресії – змінного середнього [3]. Сезонну складову виділено з використанням методу ітераційної параметричної декомпозиції [4]. У табл. 1 наведено результати моделювання і прогнозування досліджуваних показників.

Таблиця 1 – Результати моделювання і прогнозування досліджуваних показників

Показник	Модель	$R^2$	MAPE
Кількість суб'єктів малого та середнього підприємництва, одиниць	1	0,951	0,013
Середньооблікова кількість працівників	1	0,965	0,049
Інвестиції в основний капітал МСБ (річні)	1	0,824	0,134
Інвестиції в основний капітал МСБ (квартальні)	2	0,941	0,074
Дохід МСБ	2	0,989	0,051

Відповідно до табл. 1, коефіцієнт детермінації моделей становить більш як 0,8, а помилка прогнозу – менш, ніж 20%. Отже, побудовані економетричні моделі (1)–(2) демонструють точні результати, і тому можуть бути використані для обрахунку прогнозних значень основних показників діяльності МСБ у Хмельницькій області.

У табл. 2–3 наведені прогнозні значення динаміки досліджуваних показників. Глибина прогнозу склала 3 роки для показників, що враховуються щорічно, і 4 квартали для показників, що враховуються щоквартально.

Таблиця 2 – Прогнози динаміки досліджуваних показників

Показник	2020	2021	2022
Кількість суб'єктів малого та середнього підприємництва, одиниць	2371,5	2428,5	2873,8
Середньооблікова кількість працівників, тис. чол	4339,1	4515,2	4,936,1
Інвестиції в основний капітал МСБ, млн грн	36,2	34,1	41,6

Таблиця 3 – Квартальний прогноз показників на 2021 рік

Показник	I	II	III	IV
Інвестиції в основний капітал МСБ, млн грн	7,13	8,4	9,36	9,21
Дохід МСБ, млн грн	1951,3	1863,2	2115,0	2314,9

Для всіх розглянутих показників обрано моделі з параболічним трендом, як найбільш адекватні. Це свідчить про підвищення обсягу інвестицій в основний капітал, що припадають на кожний суб'єкт МСБ. Варто уваги те, що

допоміжні дії держави знаходять відгук за результатами оцінювання діяльності МСБ, оскільки модель показує зростання з прискоренням. Проте через глобальне уповільнення зростання економіки така тенденція може прийняти логістичний характер. Зауважимо, що за такої умови знижується рентабельність інвестицій, оскільки збільшення їхнього обсягу не супроводжується аналогічним зростанням випуску продукції.

### *Література*

1. Грипинська Н.В., Злотаренчук О.І. Динаміка розвитку середнього і малого бізнесу в хмельницькій області за 2013–2017 рр. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2018. № 3(1). С. 135–139.

2. Голосне управління статистики в Хмельницькій області. URL: <http://www.km.ukrstat.gov.ua/ukr/index.htm> (дата звернення: 22.09.2020).

3. Козак Ю.Г., Мацкул Ю.Г. Математичні методи та моделі для магістрантів з економіки. Практичні застосування: навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2017. 254 с.

4. Зінькевич Т., Лісовська В., Мельник О. Логістичні моделі в задачах економічної динаміки. *Ринок цінних паперів України*. 2015. № 9. С. 127–134.

## ДОДАТОК Б

### СТАТТЯ

УДК 330.43+330.341

ГРИПИНСЬКА Н. В., СИРОТА А. В.  
Хмельницький національний університет

#### **МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУ ПОКАЗНИКІВ ДІЯЛЬНОСТІ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ В ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ**

*Міжнародний досвід підтверджує той факт, що сектор малого та середнього підприємництва є ключовим чинником розвитку ринкових відносин і створення конкурентного ринкового середовища. Малий та середній бізнес до того ж часто є найбільшим роботодавцем, що сприяє розв'язанню проблеми безробіття в багатьох країнах світу. Відповідно до закордонних та вітчизняних досліджень підприємництва, можливості малого та середнього бізнесу України використовується не в повному обсязі. У зв'язку з теперішньою економічною ситуацією виникає необхідність у додатковому підтримуванні суб'єктів малого та середнього підприємництва та розробленні програм для стимулювання їхнього розвитку. Водночас ефективним рішенням щодо створення подібних програм є використання методології економетричного моделювання в конкретних регіонах. У представленій статті пропонується підхід до оцінювання діяльності малих та середніх підприємств Хмельницької області з використанням методів параметричного моделювання та прогнозування. У результаті проведеного аналізу моделей обрано найкращу та на її основі побудовано прогнозні значення на 2021–2022 роки. Також у роботі показано тенденція зростання з прискоренням для основних показників діяльності малих та середніх підприємств.*

*Ключові слова: малий та середній бізнес, економетричне моделювання, прогнозування, метод параметричного моделювання.*

HRYPYNSKA N. V., SYROTA A. V.  
Khmelnyskyi National University

#### **THE FORECAST MODEL OF ACTIVITY INDICATORS OF SMALL AND MEDIUM- SIZED ENTERPRISES IN THE KHMELNYTSKYI REGION**

*International experience confirms that the SME sector is a crucial factor in developing market relations and creating a competitive market environment. Besides, small and medium-sized businesses are often the largest employer in solving unemployment problems in many countries worldwide. According to foreign and domestic research of entrepreneurship, opportunities for small and medium-sized businesses in Ukraine are not fully utilized. The connection with the current economic situation requires additional support of small and medium enterprises and a developed program to stimulate their development. Simultaneously, an effective solution for creating such programs is to use economic modeling methodology in specific areas. However, despite the critical role of SMEs in any state's economic component, a small business in Ukraine and the regions, in particular, requires the implementation of alternative ways of development. Therefore, it is essential to study the regional aspect of SME formation in terms of mathematical modeling. The presented article proposes an approach to assessing small and medium enterprises of the Khmelnytskyi region using parametric modeling and forecasting methods. We chose models with a parabolic trend for*

*all considered indicators, as they showed the highest level of adequacy. In this study, we used MARE-estimation and the second Tayle coefficient to assess the forecast's accuracy. However, the MAPE score and the second Tayle factor can be calculated with the indicator dynamics' actual future values. Therefore, to assess the forecast's expected accuracy in work, it is proposed to use a particular procedure, which comprises dividing the initial series of indicators into two parts: training and control. As a result of comparing dynamic econometric models, we chose two models for forecasting: the parabolic trend with the multiplicative structure of stochastic component and the model with the parabolic trend and the multiplicative structure of seasonal fluctuations. Such an outcome shows an increase in fixed capital investment per SME entity. It is noteworthy that the state's supporting actions find a response based on the evaluation of SME activities, as the model shows growth with acceleration. Consequently, the best was chosen, and the forecasted values for 2021-2022 were constructed. The study also shows an accelerating growth trend for key performance indicators of small and medium enterprises.*

*Keywords: small and medium enterprices, econometric modeling, forecasting, parametric modeling method.*

**Постановка проблеми.** Важливим стратегічним курсом економічної політики України є формування конкурентоспроможної ринкової економіки з розвиненим приватним сектором та його основним складником – малим та середнім підприємництвом. Малий та середній бізнес (МСБ) виконує важливі функції, а саме: задовольняє потреби громади, забезпечує робочі місця, наповнює бюджети всіх рівнів, створює середній клас, як основу ринкової економіки [1]. Сучасний етап соціально-економічного розвитку України потребує нових шляхів та інструментів для якісного перетворення економіки на регіональному рівні. Одним із таких напрямів є дослідження розвитку МСБ у поодиноких регіонах держави [2].

Своєчасність досліджень для виявлення чинників, що сприяють або гальмують процеси становлення малого й середнього підприємництва в регіоні зумовлюється необхідністю значних економічних зрушень у механізмах створення та ведення економіки в сучасних умовах, тобто спостерігається пряма залежність між рівнем розвитку підприємництва та її загальним рівнем економіки [3]. Проте, попри ключову роль МСБ в економічному складнику будь-якої держави, мале підприємництво України, та регіонів зокрема, потребує реалізації нових шляхів розвитку [4]. Тому актуальним є дослідження регіонального аспекту становлення МСБ із погляду математичного моделювання. Отже, представлена робота присвячена впровадженню методів економетричного моделювання до формування стратегій розвитку суб'єктів МСБ у регіонах, зокрема, на Хмельниччині.

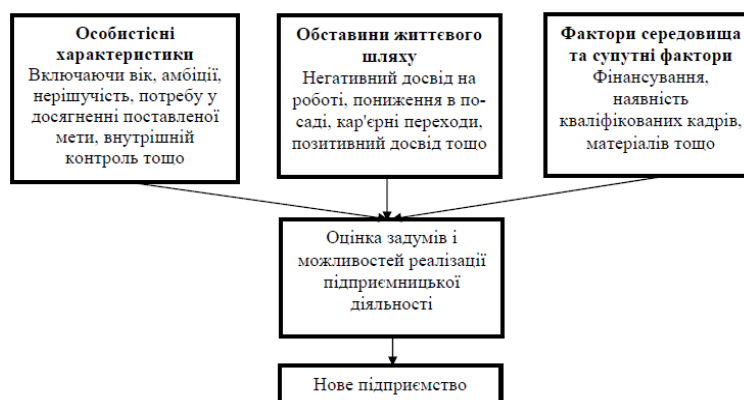
**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Динаміка економічних показників МСБ недостатньо вивчена в Україні проти інших макроекономічних Динаміка економічних показників МСБ недостатньо вивчена в Україні проти інших макроекономічних показників. Держава підтримує розвиток МСБ податковими пільгами цільової фінансової допомоги на національному та регіональному рівнях. Для оцінювання ефективності державної політики й дослідження перспектив розвитку МСБ на Хмельниччині необхідно провести математичне моделювання та прогнозування основних показників економічної діяльності малих та середніх підприємств. Вивчення різних аспектів підприємництва, тенденцій та перспектив розвитку МСБ розглядаються в наукових працях таких вчених, як Н. Ситник [1], Н. Грипинська [2], К. Жадько [4], А. Чикуркова [5], Т. Зінькевич [6] та ін. Поряд із цим, важливим залишається визначення головних перешкод на шляху розвитку підприємницької діяльності й розроблення заходів для подальшого ефективного функціонування суб'єктів малого підприємництва та створення сприятливого підприємницького середовища в регіонах.

**Основна мета дослідження.** Метою дослідження є математичне моделювання ефективності функціонування малих та середніх підприємницьких структур у Хмельницькій області, виявлення основних тенденцій їхнього розвитку та обґрунтування пропозицій щодо формування стратегій розвитку на перспективу.

**Виклад.** На сьогодні вважається загальновизнаним той факт, що суб'єкти малого та середнього підприємництва відіграють суттєву роль під час розв'язання завдань соціально-економічного характеру. МСБ формує культуру підприємництва для макроекономічного росту й конкурентоспроможності економіки як міста, так і області. Крім того, рівень сприяння розвитку МСБ є одним із найголовніших рис оцінювання результатів діяльності місцевої влади.

Один із суттєвих механізмів подальшого розвитку та функціонування системи підтримування підприємництва на обласному рівні полягає в координації розвитку сектору МСБ у тих напрямках, які відповідають зацікавленості соціально-економічного розвитку, підвищенню ефективності діяльності підприємницьких структур з урахуванням чинного, природноресурсного, економічного та кадрового потенціалів.

Актуальність розвитку МСБ зумовлюється, зокрема, тим, що сьогодні в Хмельницькій області динамічно розвивається торговельна мережа, заклади ресторанного господарства та сфери розваг, побутового обслуговування. Характерною ознакою для підприємницьких структур роздрібної торгівлі, ресторанного господарства та побутовою обслуговування населення на Хмельниччині є процес оновлення та зміни форм і методів ведення торгівлі, впровадження нових технологій, динамічний розвиток торговельної мережі магазинів/супермаркетів тощо [7]. Рис. 1 представляє загальні фактори, що мотивують людей займатися підприємницькою діяльністю і відповідно розвивати МСБ у своєму регіоні.



**Рис. 1. Фактори, що впливають на доцільність відкриття нового підприємства**

Мале та середнє підприємництво має цілу низку специфічних економічних властивостей, які у своїй сукупності формують економічний потенціал сектору малого та середнього підприємництва, а саме:

- 1) спроможність порівняно швидко створювати робочі місця;
- 2) гнучкість у плані адаптації до нових ринкових вимог, що має особливе значення в період глибоких структурних змін;
- 3) високий інноваційний потенціал завдяки вузькій спеціалізації виробництва;
- 4) спроможність ідентифікувати нові ринки завдяки наявності потенціалу розширення виробництва та виходу на зовнішні ринки.

З огляду на складні умови, які в останні роки визначають основні економічні вектори, стан і тенденції розвитку МСБ в області характеризуються як позитивними, так і негативними тенденціями.

**Параметричне моделювання.** Статистичні дані для моделювання взято із голосне управління статистики в Хмельницькій області [8]. Рис. 2 відображає динаміку кількості суб'єктів малого та середнього підприємництва в регіоні.



**Рис. 2. Динаміка кількості МСБ протягом 2015-2019 років в Хмельницькій області**

За основні показники, що характеризують діяльність МСБ на території Хмельницькій області взято такі ознаки МСБ:

- кількість суб'єктів малого та середнього підприємництва (на кінець року);
- середньооблікова кількість працівників, (без зовнішніх сумісників);
- інвестиції в основний капітал МСБ;
- дохід МСБ (без ПДВ, акцизів і аналогічних обов'язкових платежів);
- інвестиції в основний капітал МСБ.

Методом математичного моделювання було вибрано параметричне моделювання динаміки кожного показника. Позначимо спостереження тимчасового ряду, як  $Y_t$ , де  $t = \overline{1, N}$  – номери спостережень,  $N$  – обсяг вибірки. Певний обсяг економічних факторів здійснює найбільший вплив на реальну економічну динаміку. Тому в моделі ці фактори представлені, як детерміновані процеси, наприклад, тренд, циклічність, сезонність тощо. Інші фактори, вплив яких незначний або короточасний, формують стохастичну компоненту  $\varepsilon_t$ .

Динаміка соціально-економічних показників відображає нелінійний тренд [2, 9], тому для моделювання показників МСБ Хмельницької області використано такі моделі.

1. Параболічний тренд із мультиплікативною структурою стохастичної компоненти:

$$Y_t = (c_2 t^2 + c_1 t + C_0) \cdot (1 + \varepsilon_t). \quad (1)$$

Під час моделювання квартальної динаміки використовувалася модель із сезонними коливаннями у вигляді суми двох гармонік.

2. Модель із параболічним трендом, мультиплікативною структурою сезонних коливань і адитивною стохастичною компонентою:

$$Y_t = (c_2 t^2 + c_1 t + c_0) \cdot (1 + b_1 \sin(\omega_1 t + \psi_1) + b_2 \sin(\omega_2 t + \psi_2)) + \varepsilon_t. \quad (2)$$

3. Модель ковзного середнього  $q$ -го порядку:

$$Y_t = X_t - c_1 X_{t-1} - c_2 X_{t-2} - \dots - c_q X_{t-q}. \quad (3)$$

Модель (3) використовується для опису стаціонарних рядів у сталому режимі.

4. Метод експоненціального згладжування:

$$Y_t = \alpha \left( \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i X_{t-1} \right), \quad \beta = 1 - \alpha, \quad (4)$$

де  $\alpha, \beta$  – константні значення, параметри згладжування,  $\alpha \in (0; 1]$  і  $\beta \in (0; 1]$ ;

5. Модель авторегресії проінтегрованого ковзного середнього:

$$\Delta^d Y_t = a_1 \Delta^d Y_{t-1} + a_2 \Delta^d Y_{t-2} + \dots + a_p \Delta^d Y_{t-k} + X_t - c_1 X_{t-1} - \dots - c_q X_{t-q}. \quad (5)$$

Модель (5) є адитивною і призначена для опису нестационарного ряду.

У представленому дослідженні для оцінювання точності моделі застосовано коефіцієнт детермінації  $R^2$ , а для оцінювання точності прогнозу – MAPE-оцінку і другий

коефіцієнт Тейла  $k_{T2}$ . Як MAPE-оцінка, так і другий коефіцієнт Тейла можуть бути обраховані за умови, коли будуть відомі реальні майбутні значення динаміки показника. Тому для оцінювання очікуваної точності прогнозу моделі в роботі пропонується застосовувати таку процедуру.

- 1) Початковий ряд показників розбивається на дві частини: навчальну та контрольну.
- 2) Для побудови моделі використовуються лише дані навчальної частини вибірки, а на контрольному набору даних розраховується значення показника точності прогнозу.
- 3) Число спостережень, які виносяться в контрольну частину вибірки, встановлюється рівним горизонту прогнозу (у такому випадку – три спостереження для річних даних, і чотири – для квартальних).
- 4) Перевіряються прогнозні можливості моделі на наявних даних і передбачається, що в майбутньому буде отримана точність прогнозу того ж порядку.
- 5) Для формування фінальної моделі та побудови кінцевих прогнозів використовується повний обсяг початкових даних, тобто контрольна вибірка об'єднується з навчальною.

Крім моделей (1)–(5), розглядалися також гіпотези щодо інших типів моделей і структур часових рядів, а саме: експонентний тренд з адитивною та мультиплікативною структурою стохастичної компоненти; узагальнений експонентний тренд з адитивною та мультиплікативною структурою стохастичної компоненти; моделі із сезонною компонентою у вигляді однієї або двох гармонік. Загалом було розглянуто десять моделей. Проте всі моделі, крім (1)–(2), виявилися неадекватними розглянутій динаміці.

Для ідентифікації параметрів перерахованих моделей використано методи зважених найменших квадратів і метод конструювання узагальнених параметричних моделей авторегресії – змінного середнього [9]. Сезонний складник виділено з використанням методу ітераційної параметричної декомпозиції [6]. У табл. 1 наведено результати моделювання і прогнозування досліджуваних показників.

Таблиця 1

**Результати моделювання і прогнозування досліджуваних показників**

Показник	Модель	$R^2$	MAPE	$k_{T2}$
Кількість суб'єктів малого та середнього підприємництва, одиниць	1	0,951	0,013	0,0001
Середньооблікова кількість працівників	1	0,965	0,049	0,03
Інвестиції в основний капітал МСБ (річні)	1	0,824	0,134	0,141
Інвестиції в основний капітал МСБ (квартальні)	2	0,941	0,074	0,523
Дохід МСБ	2	0,989	0,051	0,319

Відповідно до табл. 1, коефіцієнт детермінації моделей становить більш як 0,8, а помилка прогнозу – менше 20%. Отже, побудовані економетричні моделі (1)–(2) демонструють точні результати, і тому можуть бути використані для обрахування прогнозних значень основних показників діяльності МСБ у Хмельницькій області.

У табл. 2–3 наведені прогнозні значення динаміки досліджуваних показників. Глибина прогнозу склала 3 роки для показників, що враховуються щорічно, і 4 квартали для показників, що враховуються щоквартально.

Таблиця 2

**Прогнози динаміки досліджуваних показників**

Показник	2020	2021	2022
Кількість суб'єктів малого та середнього підприємництва, одиниць	2371,5	2428,5	2873,8
Середньооблікова кількість працівників, тис. чол	4339,1	4515,2	4,936,1

Інвестиції в основний капітал МСБ, млн грн	36,2	34,1	41,6
--	------	------	------

Таблиця 3

**Квартальний прогноз показників на 2021 рік**

Показник	I	II	III	IV
Інвестиції в основний капітал МСБ, млн грн	7,13	8,4	9,36	9,21
Дохід МСБ, млн грн	1951,3	1863,2	2115,0	2314,9

**Висновки.** Для всіх розглянутих показників обрано моделі з параболічним трендом, як найбільш адекватні. Це свідчить про підвищення обсягу інвестицій в основний капітал, що припадають на кожний суб'єкт МСБ. Варто уваги те, що допоміжні дії держави знаходять відгук за результатами оцінювання діяльності МСБ, оскільки модель показує зростання з прискоренням. Проте через глобальне уповільнення зростання економіки така тенденція може прийняти логістичний характер. Зауважимо, що за такої умови знижується рентабельність інвестицій, оскільки збільшення їхнього обсягу не супроводжується аналогічним зростанням випуску продукції.

**Література**

1. Ситник Н. С. Роль малого та середнього бізнесу на сучасному етапі розвитку економіки України / Н. С. Ситник, С. І. Козак // *Причорноморські економічні студії*. – 2018. – № 2. – С. 83–87.
2. Грипинська Н. В. Динаміка розвитку середнього і малого бізнесу в хмельницькій області за 2013–2017 рр. / Н. В. Грипинська, О. І. Злотаренчук // *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. – 2018. – № 3(1). – С. 135–139.
3. Стратегічне управління підприємствами малого та середнього бізнесу промислового регіону : монографія / за наук. ред. І. Д. Падеріна. – Дніпро : ТОВ «Акцент ПП», 2016. – 184 с.
4. Організація виробничої та маркетингової діяльності малого і середнього бізнесу : монографія / за наук. ред. д.е.н., професора, академіка АЕНУ К. С. Жадька. – Дніпро : УМСФ, 2019. – 224 с. (Сер. «Бізнес. Економіка. Фінанси»).
5. Чикуркова А. Д. Розвиток бізнес-освіти для фермерів [Текст] / А. Д. Чикуркова, М. В. Горіховський // *Проблеми та перспективи розвитку підприємництва: матеріали Х ювілейної Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 50-тиріччю факультету управління та бізнесу Харківського національного автомобільно-дорожнього університету* (м. Харків, 25 листопада 2016 р.). – Харків. – 2016. – С. 276–278.
6. Зінькевич Т. Логістичні моделі в задачах економічної динаміки / Т. Зінькевич, В. Лісовська, О. Мельник // *Ринок цінних паперів України*. – 2015. – № 9. – С. 127–134.
7. Стратегія розвитку хмельницької області на 2021–2027 роки [Електронний ресурс] // Хмельницька обласна рада. – Режим доступу: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2020/04/strategiya-rozvytku-hmelnyczkoyi-oblasti-na-2021-2027-roky.pdf> (дата звернення: 07.10.2020).
8. Діяльність підприємств [Електронний ресурс] // Голосне управління статистики в Хмельницькій області. – Режим доступу: <http://www.km.ukrstat.gov.ua/ukr/index.htm> (дата звернення: 11.10.2020).
9. Козак Ю. Г. Математичні методи та моделі для магістрантів з економіки. Практичні застосування: навч. посіб. / Ю. Г. Козак, Ю. Г. Мацкул. – Київ : Центр учбової літератури, 2017. – 254 с.

**References**

1. Sytnyk N. S. The role of small and medium business at the present stage of development of the economy of Ukraine / N. S. Sytnyk, S. I. Kozak // *Black Sea Economic Studies*. – 2018. – № 2. – P. 83–87.

2. Hrypynska N. V. Dynamics of development of medium and small business in Khmelnytskyi region for 2013–2017 / N. V. Hrypynska, O. I. Zlotarenchuk // *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic sciences.* – 2018. – № 3 (1). – P. 135–139.
3. Strategic management of small and medium-sized businesses in the industrial region: a monograph / for science. ed. I. D. Paderin. – Dnipro: LLC “Accent PP”, 2016. – 184 p.
4. Organization of production and marketing activities of small and medium business: a monograph / for science. ed. Doctor of Economics, Professor, Academician of AENU K. S. Zhadko. – Dnipro: UMSF, 2019. – 224 p. (Ser. “Business. Economics. Finance”).
5. Chikurkova A. D. Development of business education for farmers [Text] / A. D. Chikurkova, M. V. Orikhovsky // *Problems and prospects of business development: materials of the X anniversary International scientific-practical conference dedicated to the 50th anniversary of the faculty Management and Business of Kharkiv National Automobile and Road University* (Kharkiv, November 25, 2016). – Kharkiv. – 2016. – P. 276-278.
6. Zinkevych T. Logistic models in the problems of economic dynamics / T. Zinkevych, V. Lisovska, O. Melnyk // *Securities Market of Ukraine.* – 2015. – № 9. – P. 127–134.
7. Strategy of development of Khmelnytskyi region for 2021-2027 [Electronic resource] // Khmelnytskyi regional council. – Access mode: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2020/04/strategiya-rozvytku-hmelnyczkoyi-oblasti-na-2021-2027-roky.pdf> (access date: 07.10.2020 ).
8. Activities of enterprises [Electronic resource] // Public Administration of Statistics in Khmelnytskyi region. – Access mode: <http://www.km.ukrstat.gov.ua/ukr/index.htm> (access date: 11.10.2020).
9. Kozak Y. G. Mathematical methods and models for undergraduates in economics. Practical applications: textbook. way. / Y. G. Kozak, Y. G. Matskul. – Kyiv: Center for Educational Literature, 2017. – 254 p.

## ДОДАТОК В

## ТАБЛИЧНІ ЗНАЧЕННЯ КРИТЕРІЇВ ТОЧНОСТІ МОДЕЛЕЙ

Таблиця В.1 – Критичні точки розподілу Фішера

$k_1, k_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242
2	18,5	19	19,16	19,25	19:30	19,33	19,36	19,37	19,38	19,39
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,88	8,84	8,81	8,78
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6	5,96
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,78	4,74
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,1	4,06
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,63
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,5	3,44	3,39	3,34
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,13
10	4,96	4,1	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,97
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,2	3,09	3,01	2,95	2,9	2,86
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3	2,92	2,85	2,8	2,76
13	4,67	3,8	3,41	3,18	3,02	2,92	2,84	2,77	2,72	2,67
14	4,6	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,77	2,7	2,65	2,6
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,9	2,79	2,7	2,64	2,59	2,55
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49
17	4,45	3,59	3,2	2,96	2,81	2,7	2,62	2,55	2,5	2,45

Таблиця В.2 – Критичні значення критерію Дарбіна-Уотсона

n	$m=1$		$m=2$		$m=3$		$m=4$		$m=5$	
	$d_1$	$d_2$	$d_1$	$d_2$	$d_1$	$d_2$	$d_1$	$d_2$	$d_1$	$d_2$
15	1,08	1,36	0,95	1,54	0,82	1,75	0,69	1,97	0,56	2,21
20	1,2	1,41	1,1	1,54	1	1,68	0,9	1,83	0,79	1,99
30	1,35	1,49	1,28	1,57	1,21	1,65	1,14	1,74	1,07	1,83
50	1,5	1,59	1,46	1,63	1,42	1,67	1,38	1,72	1,34	1,47
100	1,65	1,69	1,63	1,72	1,61	1,74	1,59	1,76	1,57	1,78

## ДОДАТОК Г

## СТАТИСТИЧНІ ДАНІ

Таблиця Г.1 – Динаміка кількості підприємств з розподілом на середні, малі та мікропідприємства у Хмельницькій області протягом 2014-2019 років, од

Роки	Середні підприємства	Малі підприємства	Мікро-підприємства	Разом
2014	370	1050	5539	6959
2015	358	1002	5625	6985
2016	357	1042	4823	6222
2017	372	1051	5524	6947
2018	385	1079	5960	7424
2019	436	1109	6309	7854

Таблиця Г.2 – Динаміка кількості зайнятих працівників на середніх, малих та мікропідприємствах у Хмельницькій області протягом 2014-2019 років, од

Роки	Середні підприємства	Малі підприємства	Мікро-підприємства	Разом
2014	59374	23436	16038	98848
2015	59522	22667	15125	97314
2016	59148	23306	14131	96585
2017	59449	23167	15200	97816
2018	64636	23468	15689	103793
2019	73355	21009	18984	113348

Таблиця Г.3 – Динаміка кількості найманих працівників на середніх, малих та мікропідприємствах у Хмельницькій області протягом 2014-2019 років, к-сть людей

Роки	Середні підприємства	Малі підприємства	Мікро-підприємства	Разом
2014	59321	23268	13610	96199
2015	59476	22525	12269	94270
2016	59098	23138	11988	94224
2017	59404	23014	12646	95064
2018	64592	23284	13134	101010
2019	73305	20802	15445	109552

Таблиця Г.4 – Динаміка обсягу виробленої продукції середніми, малими та мікропідприємствами у Хмельницькій області протягом 2014-2019 років, тис грн

Роки	Середні підприємства	Малі підприємства	Мікро-підприємства	Разом
2014	934 833 198	275 806 358	121 450 826	1 332 090 382
2015	1 041 001 366	299 844 173	160 377 840	1 501 223 379
2016	1 258 421 523	359 518 455	157 464 874	1 775 404 852
2017	1 613 257 800	471 738 712	218 316 143	2 303 312 654
2018	1 957 363 410	593 451 962	282 511 472	2 833 326 843
2019	2 226 972 601	703 446 094	341 710 117	3 272 128 812

Таблиця Г.5 – Динаміка обсягу реалізованої продукції середніми, малими та мікропідприємствами у Хмельницькій області протягом 2014-2019 років, тис грн

Роки	Середні підприємства	Малі підприємства	Мікро-підприємства	Разом
2014	22 163 999	7 102 664	4 302 096	33 568 759
2015	29 590 080	10 627 286	5 123 540	45 340 906
2016	37 177 787	12 816 846	5 984 671	55 979 304
2017	51 886 897	15 567 985	8 194 242	75 649 124
2018	62 127 123	18 311 615	9 752 333	90 191 070
2019	60 452 522	18 181 102	9 966 327	88 599 950

Таблиця Г.6 – Динаміка витрат на виробництво середніми, малими та мікропідприємствами у Хмельницькій області протягом 2014-2019 років, тис. грн

Роки	Середні підприємства	Малі підприємства	Мікро-підприємства	Разом
2014	695 275 066	226 031 224	111 437 472	1 032 743 763
2015	735 612 974	212 031 676	103 069 385	1 050 714 035
2016	920 284 962	286 688 459	137 312 570	1 344 285 991
2017	1 073 123 387	346 692 168	158 608 813	1 578 424 368
2018	1 381 920 213	454 923 832	198 935 911	2 035 779 955
2019	1 634 474 086	536 494 979	251 639 390	2 422 608 456

Таблиця Г.7 – Динаміка витрат на оплату праці середніх, малих та мікропідприємств у Хмельницькій області протягом 2014-2019 років, тис. грн

Роки	Середні підприємства	Малі підприємства	Мікро-підприємства	Разом
2014	1 945 943	529 375	259 772	2 735 090
2015	2 442 543	625 113	284 141	3 351 797
2016	2 878 146	755 326	309 768	3 943 240
2017	4 163 743	1 208 650	438 482	5 810 875
2018	5 635 370	1 415 844	664 224	7 715 437
2019	7 014 494	1 544 510	898 484	9 457 487

Таблиця Г.8 – Динаміка витрат на персонал середніх, малих та мікропідприємств у Хмельницькій області протягом 2014-2019 років, тис. грн

Роки	Середні підприємства	Малі підприємства	Мікро-підприємства	Разом
2014	145 270 075	36 598 135	17 895 829	199 764 040
2015	167 457 601	42 339 112	20 914 381	230 711 094
2016	191 827 609	48 734 357	21 462 425	262 024 391
2017	255 694 214	72 833 619	28 511 633	357 039 466
2018	322 028 562	82 898 497	41 721 216	446 648 275
2019	411 033 868	100 080 583	48 323 305	559 437 755

Таблиця Г.9 – Динаміка фінансового результату (загальне сальдо) середніх, малих та мікропідприємствах у Хмельницькій області протягом 2014-2019 років

Роки	Середні підприємства	Малі підприємства	Мікро-підприємства	Разом
2014	-2 907 828	-1 629 094	-794 951	-5 331 874
2015	1 060 331	-1 386 104	-742 077	-1 067 851
2016	3 806 671	1 760 679	576 217	6 143 567
2017	7 061 730	1 442 079	-6 534 448	1 969 360
2018	7 540 910	1 452 158	1 185 883	10 178 951
2019	4 385 717	1 726 576	1 473 554	7 585 846

Таблиця Г.10 – Динаміка фінансового результату підприємств, які одержали прибуток у Хмельницькій області протягом 2014-2019 років, тис грн

Роки	Середні підприємства	Малі підприємства	Мікро-підприємства	Разом
2014	3 319 549	1 240 682	788 856	5 349 088
2015	4 840 311	2 923 695	1 396 069	9 160 074
2016	5 792 234	3 202 335	1 578 475	10 573 045
2017	10 834 398	2 609 736	1 831 204	15 275 338
2018	9 330 722	1 400 756	2 232 596	12 964 075
2019	6 351 164	2 857 305	2 231 899	11 440 368

Таблиця Г.11 – Динаміка фінансового результату підприємств, які одержали збиток у Хмельницькій області протягом 2014-2019 років, тис грн

Роки	Середні підприємства	Малі підприємства	Мікро-підприємства	Разом
2014	6 227 378	2 869 776	1 583 808	10 680 961
2015	3 779 980	4 309 799	2 138 146	10 227 925
2016	1 985 563	1 441 656	1 002 259	4 429 477
2017	3 772 669	1 167 657	8 365 651	13 305 977
2018	1 789 812	-51 401	1 046 713	2 785 124
2019	1 965 448	1 130 729	758 345	3 854 522

## ДОДАТОК Д

## ЛІСТИНГ ПРОГРАМНОГО КОДУ

```

import logging
logger = logging.getLogger()
logger.setLevel(logging.CRITICAL)

def mean_absolute_percentage_error(y_true, y_pred):
    y_true, y_pred = np.array(y_true), np.array(y_pred)
    return np.mean(np.abs((y_true - y_pred) / y_true)) * 100

dfatc_daily=pd.read_csv('../input/salesdaily.csv')
cols_plot = ['M01AB','M01AE','N02BA','N02BE', 'N05B','N05C','R03','R06']
dfatc_365d = dfatc_daily[cols_plot].rolling(window=365, center=True).mean()
dfatc_30d = dfatc_daily[cols_plot].rolling(30, center=True).mean()
dfatc_std = dfatc_daily[cols_plot].rolling(30, center=True).std()

subplotindex=0
numrows=4
numcols=2
fig, ax = plt.subplots(numrows, numcols, figsize=(18, 12))
plt.subplots_adjust(wspace=0.1, hspace=0.3)

for x in cols_plot:
    rowindex=math.floor(subplotindex/numcols)
    colindex=subplotindex-(rowindex*numcols)
    ax[rowindex,colindex].plot(dfatc_daily.loc[:,x], linewidth=0.5, label='Daily sales')
    ax[rowindex,colindex].plot(dfatc_30d.loc[:,x], label='30-d Rolling Mean')
    ax[rowindex,colindex].plot(dfatc_365d.loc[:,x], color='0.2', linewidth=3, label='365-d Rolling Mean')
    ax[rowindex,colindex].plot(dfatc_std.loc[:,x], color='0.5', linewidth=3, label='30-d Rolling Std')
    ax[rowindex,colindex].set_ylabel('Sales')
    ax[rowindex,colindex].legend()
    ax[rowindex,colindex].set_title('Trends in '+x+' drugs sales');
    subplotindex=subplotindex+1
plt.show()

from statsmodels.tsa.seasonal import seasonal_decompose
result = seasonal_decompose(dfatc_daily['M01AB'].rolling(30, center=True).mean().dropna(), freq=365,
filt=None)

plt.rcParams["figure.figsize"] = (20,20)
result.plot()

```

```

plt.show()

df = pd.read_csv('../input/salesweekly.csv')
for x in ['M01AB', 'M01AE', 'N02BA', 'N02BE', 'N05B', 'N05C', 'R03', 'R06']:
    result = seasonal_decompose(df[x], freq=52, model='additive')
    dfs = pd.concat([result.trend, result.seasonal, result.resid, result.observed], axis=1)
    dfs.columns = ['trend', 'seasonal', 'residuals', 'observed']
    dfs=dfs.dropna()
    res=dfs['residuals'].values
    obs=dfs['observed'].values
    resmean=np.mean(np.abs(res))
    obsmean=np.mean(np.abs(obs))
    perc=resmean*100/obsmean
    print(x+' RESMEAN:'+str(resmean)+' , OBSMEAN:'+str(obsmean)+' , PERC:'+str(perc)+'%')

from statsmodels.tsa.stattools import kpss
warnings.filterwarnings("ignore")
df=pd.read_csv('../input/salesweekly.csv')
for x in ['M01AB', 'M01AE', 'N02BA', 'N02BE', 'N05B', 'N05C', 'R03', 'R06']:
    print("> Is "+x+" data stationary ?")
    dftest = kpss(np.log(df[x]), 'ct')
    print("Test statistic = {:.3f}".format(dftest[0]))
    print("P-value = {:.3f}".format(dftest[1]))
    print("Critical values :")
    for k, v in dftest[3].items():
        print("\t{}: {}".format(k, v))

from statsmodels.graphics.tsaplots import plot_acf
df = pd.read_csv('../input/salesweekly.csv')
subplotindex=0
numrows=4
numcols=2
fig, ax = plt.subplots(numrows, numcols, figsize=(18,12))
plt.subplots_adjust(wspace=0.1, hspace=0.3)
with plt.rc_context():
    plt.rc("figure", figsize=(18,12))
    for x in ['M01AB', 'M01AE', 'N02BA', 'N02BE', 'N05B', 'N05C', 'R03', 'R06']:
        rowindex=math.floor(subplotindex/numcols)
        colindex=subplotindex-(rowindex*numcols)
        plot_acf(df[x], lags=300, title=x, ax=ax[rowindex,colindex])
        subplotindex=subplotindex+1

```

```

df=pd.read_csv('../input/salesweekly.csv')
subplotindex=0
numrows=1
numcols=3
fig, ax = plt.subplots(numrows, numcols, figsize=(18,4))
plt.subplots_adjust(wspace=0.1, hspace=0.3)
for x in ['N02BE', 'R03', 'R06']:
    rowindex=math.floor(subplotindex/numcols)
    colindex=subplotindex-(rowindex*numcols)
    X=df[x].values
    size = len(X)-52
    test = X[size:len(X)]
    train = X[0:size]
    predictions=list()
    history = [x for x in train]
    for i in range(len(test)):
        obs=list()
        for y in range(1,5):
            obs.append(train[-(y*52)+i])
        yhat = np.mean(obs)
        predictions.append(yhat)
        history.append(test[i])
    error = mean_squared_error(test, predictions)
    perror = mean_absolute_percentage_error(test, predictions)
    resultsRollingdf.loc['Seasonal Naive MSE',x]=error
    resultsRollingdf.loc['Seasonal Naive MAPE',x]=pererror
    ax[colindex].set_title(x+' (MSE=' + str(round(error,2))+', MAPE='+ str(round(pererror,2)) +'%')')
    ax[colindex].legend(['Real', 'Predicted'], loc='upper left')
    ax[colindex].plot(test)
    ax[colindex].plot(predictions, color='red')
    subplotindex=subplotindex+1
plt.show()

def evaluate_arima_model(X, arima_order):
    train_size = int(len(X) * 0.66)
    train, test = X[0:train_size], X[train_size:]
    history = [x for x in train]
    predictions = list()
    for t in range(len(test)):
        model = ARIMA(history, order=arima_order)
        model_fit = model.fit(dispatch=0)
        yhat = model_fit.forecast()[0]

```

```

        predictions.append(yhat)
        history.append(test[t])
    error = mean_squared_error(test, predictions)
    return error

def evaluate_models(f, dataset, p_values, d_values, q_values):
    best_score, best_cfg = float("inf"), None
    for p in p_values:
        for d in d_values:
            for q in q_values:
                order = (p,d,q)
                try:
                    mse = evaluate_arima_model(dataset, order)
                    if mse < best_score:
                        best_score, best_cfg = mse, order
                except:
                    continue
    print(f'+ - Best ARIMA%s MSE=%.3f' % (best_cfg, best_score))

p_values = range(0, 6)
d_values = range(0, 2)
q_values = range(0, 6)

warnings.filterwarnings("ignore")

df=pd.read_csv('../input/salesweekly.csv')

for f in ['M01AB', 'M01AE', 'N02BA', 'N02BE', 'N05B', 'N05C', 'R03', 'R06']:
    evaluate_models(f, df[f].values, p_values, d_values, q_values)

def evaluate_arima_model(X, arima_order):
    train_size = int(len(X) - 50)
    train, test = X[0:train_size], X[train_size:]
    model = ARIMA(train, order=arima_order)
    model_fit = model.fit()
    forecast = model_fit.predict(1,len(test))
    error = mean_squared_error(test, forecast)
    return error

def evaluate_models(f, dataset, p_values, d_values, q_values):
    best_score, best_cfg = float("inf"), None
    for p in p_values:

```

```
for d in d_values:
    for q in q_values:
        order = (p,d,q)
        try:
            mse = evaluate_arima_model(dataset, order)
            if mse < best_score:
                best_score, best_cfg = mse, order
        except:
            continue
    print(f'+ - Best ARIMA%s MSE=%.3f' % (best_cfg, best_score))

p_values = range(0, 6)
d_values = range(0, 2)
q_values = range(0, 6)

warnings.filterwarnings("ignore")

for f in ['M01AB', 'M01AE', 'N02BA', 'N02BE', 'N05B', 'N05C', 'R03', 'R06']:
    evaluate_models(f, df[f].values, p_values, d_values, q_values)
```

## ДОДАТОК Е

Слайди презентації

# Динамічні моделі розвитку малого і середнього бізнесу в Хмельницькій області

Науковий керівник:  
к.ф-м.н., доц. Грипинська Н.В.

Виконав:  
студент групи ПМм-19-1

<sup>1</sup>Сирота А.В.

## Об'єкт, предмет дослідження

Об'єктом дослідження є розвиток малих та середніх підприємств в Хмельницькій області.

Предметом дослідження є методи економетричного моделювання для прогнозування розвитку малого і середнього бізнесу.

## Мета, завдання

**Метою** дипломної магістерської роботи є прогнозування розвитку малого і середнього бізнесу Хмельницької області з використанням динамічних економетричних моделей.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Сформувати бібліографію з іноземними та вітчизняними науково інформаційними джерелами розвитку малого і середнього бізнесу;
2. Проаналізувати існуючі методи економіко-математичного моделювання, зокрема економетричні моделі динаміки;
3. Побудувати економетричну динамічну модель розвитку малого і середнього бізнесу;
4. Сформувати рекомендації, щодо вдосконалення розвитку малого і середнього бізнесу в Хмельницькій області на 2020-2021 рр.

## Зовнішні фактори, що мають вплив на стійкість функціонування й розвитку суб'єктів підприємництва



## Внутрішні фактори, що мають вплив на стійкість функціонування й розвитку суб'єктів підприємництва



## За основні показники, взято такі ознаки МСБ:

- кількість суб'єктів МСП (на кінець року), од;
- кількість зайнятих працівників (без зовнішніх сумісників), од;
- кількість найманих працівників, од;
- обсяг виробленої продукції (товарів, послуг);
- обсяг реалізованої продукції, тис грн;
- витрати на виробництво продукції, тис грн;
- витрати на оплату праці, тис грн;
- витрати на персонал, тис грн;
- фінансовий результат (загальне сальдо), тис грн;
- фінансовий результат підприємств, які одержали прибуток, тис грн;
- фінансовий результат підприємств, які одержали збиток,<sup>6</sup> тис грн;

## Для моделювання прийнято такі моделі:

- ▶ модель авторегресії та ковзного середнього (ARMA);
- ▶ модель авторегресії та інтегрованого ковзного середнього (ARIMA)
- ▶ модель авторегресії та інтегрованого ковзного середнього з екзогенними змінними (ARIMAX).

## Моделі

- ▶ Модель ARMA( $p, q$ )

$$x_t = \varphi x_{t-1} + \dots + \varphi_p x_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}.$$

- ▶ Модель - ARIMA( $p, d, q$ )

$$\begin{aligned} \Delta^d X_t &= c + \sum_{i=1}^p a_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^q b_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t. \end{aligned}$$

$p$  – параметр AR (авторегресії);

$d$  – степінь інтеграції;  $q$  – параметр МА(ковзного середнього).

- ▶ Модель - ARIMAX( $p, d, q$ )

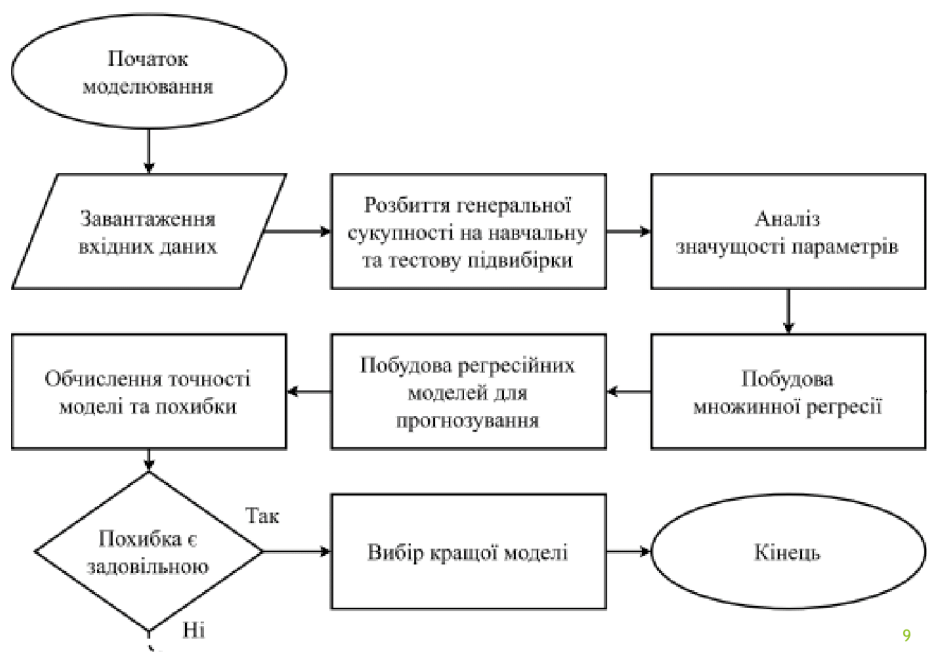
$$\Delta^d X_t = a_0 + \sum_{i=1}^p a_i \Delta^d X_{t-i} + \sum_{j=1}^q b_j \varepsilon_{t-j} + a_1 F_1(t) + \dots + a_s F_s(t),$$

де  $a_i$  – авторегресійні параметри;

$b_j$  – коефіцієнти ковзаючого середнього;  $\Delta^d$  – оператор різності ЧР порядку  $d$ ;

$a_1, \dots, a_s$  – коефіцієнти зовнішніх чинників  $F_1(t), \dots, F_s(t)$ .

## Блок-схема розв'язання задачі моделювання розвитку МСБ на Хмельниччині



## Порівняння побудованих моделей для контрольного показника «Дохід» за критеріями і похибками

Модель	AIC	BIC	R <sup>2</sup>	DW
ARMA	3413,071	3157,023	0,615	1,773
ARIMA	3193,211	3206,019	0,748	1,963
ARIMAX	3139,241	3125,382	0,874	2,011

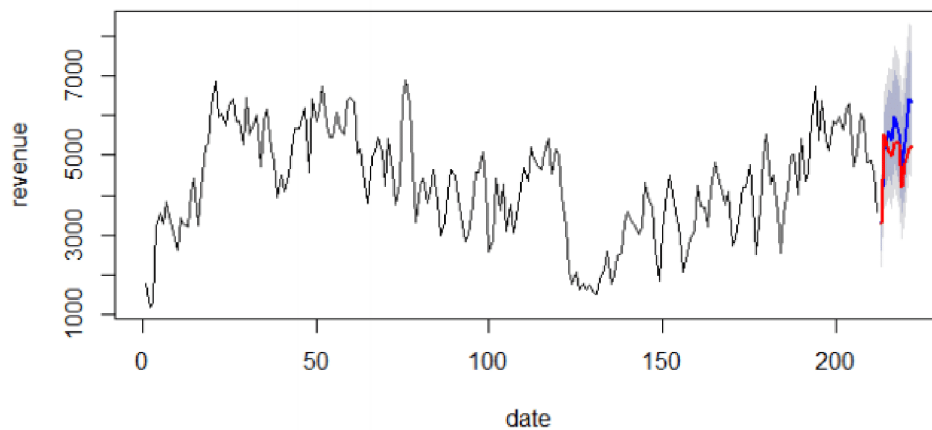
Модель	RMSE	MAE	MAPE	MASE
ARMA	709,329	557,096	14,995	0,958
ARIMA	661,172	535,187	13,915	0,884
ARIMAX	509.021	373.767	9.326	0,615

## Порівняння побудованих моделей для контрольного показника «Кількість суб'єктів МСБ» за критеріями і похибками

Модель	AIC	BIC	R <sup>2</sup>	DW
ARMA	-912,84	-879,67	0,821	2,013
ARIMA	-915,52	-904,34	0,816	2,004
ARIMAX	-1034,511	-968,5	0,873	1,974

Модель	RMSE	MAE	MAPE	MASE
ARMA	0,028	0,017	6,044	0,963
ARIMA	0,033	0,017	6,091	0,937
ARIMAX	0,017	0,014	4,715	0,736

## Прогноз на 3 роки вперед на основі ARIMAX для контрольного показника «Дохід»



## Прогнози динаміки досліджуваних показників

Показник	2020	2021	2022
Обсяг реалізованої продукції, тис грн	81 346	82 149	82 735
Кількість суб'єктів МСП, од	6921	7128	7472

## Висновки

- ▶ В представленій дипломній роботі проведено математичне моделювання на основі статистичних даних, що зібрані протягом 2014- 2019 років.
- ▶ У роботі описано процес побудови прогнозних економетричних моделей та вибору кращої моделі за точністю прогнозування. Відповідно до завдань кваліфікаційної роботи, проведено огляд сучасного стану та основних тенденцій розвитку підприємництва в регіоні. У результаті аналітичного огляду встановлено інструментарій підтримки малого та середнього бізнесу, виявлено основні економічні показники розвитку малого й середнього бізнесу в регіоні, визначено динаміку розвитку ключових показників підприємств протягом 2015-2019 років. Визначено ключові фактори розвитку суб'єктів малого та середнього підприємництва на Хмельниччині.
- ▶ Проведено аналітичний огляд моделей динаміки розвитку найважливіших характеристик підприємницької діяльності на Хмельниччині. На основі проведеного аналізу обрано моделі множинної авторегресії ARMA, ARIMA та ARIMAX для побудови прогнозу.
- ▶ Розроблено схему моделювання динаміки розвитку найважливіших характеристик підприємницької діяльності в регіоні. Розроблену схему застосовано до набору реальних статистичних даних, що описують діяльність суб'єктів МСП на території Хмельницької області.<sup>15</sup>

Дякую за увагу!

## ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

## РЕЦЕНЗІЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

Дипломник Сирота Антон ВіталійовичТема Динамічні моделі розвитку малого і середнього бізнесу в Хмельницькій областіСпеціальність 113 – Прикладна математика

## Обсяг дипломної роботи:

Кількість листів креслень —; кількість сторінок записки 121

1. Короткий зміст ДР та прийнятих рішень: Робота, що рецензується складається з скорочень та умовних позначків, вступу, трьох розділів, висновків, переліку джерел посилання та шістьох додатків. У дипломній роботі проведено математичне моделювання динаміки розвитку малого та середнього бізнесу в Хмельницькій області. Побудовано прогностичні економетричні моделі та обрано кращу модель за точністю прогнозування. У результаті моделювання з'ясовано, що для розв'язання поставленої задачі найкращою є модель авторегресії та інтегрованого ковзного середнього з екзогенними змінними.

2. Висновок про відповідність ДР поставленому завданню: Кваліфікаційна робота магістра виконана відповідно до встановленого керівником завдання.

3. Характеристика виконання кожного розділу роботи, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: На основі проведено аналізу сучасного стану та основних тенденцій розвитку підприємництва на Хмельниччині у першому розділі визначено ключові фактори розвитку суб'єктів малого та середнього підприємництва в регіоні та сформульовано постановку проблеми. На основі результатів порівняльного аналізу у другому розділі обрано ефективні моделі множинної авторегресії ARMA, ARIMA та ARIMAX для побудови прогнозу. У третьому розділі на основі математичного моделювання проведено прогнозування ключових показників підприємницької діяльності суб'єктів малого та середнього бізнесу регіону.

4. Позитивні сторони роботи: На основі зібраного набору статистичних даних Хмельницької області вперше побудовано нові моделі часових рядів, а саме ARMA, ARIMA та ARIMAX. Економетричну модель авторегресії ARIMAX запропоновано для моделювання економічних показників підприємництва на території Хмельницької області. У дослідженні для оцінювання точності моделей застосовано такі як статистичні, так й інформаційні критерії.

5. Негативні сторони роботи: У роботі можна було розглянути математичні моделі із параболічним трендом. Не розкрито питання вибору найбільш значущих економічних факторів.

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: Дипломна робота виконана відповідно до методичних рекомендацій кваліфікаційної роботи магістра і відповідає нормоконтролю, що прийнятий університетом.

7. Відгук про роботу в цілому: Представлене дослідження присвячене задачі моделювання динаміки розвитку малого та середнього бізнесу в Хмельницькій області. Побудовано прогностні значення ключових показників з використанням економетричних моделей та обрано краще модель за точністю прогнозування. Загалом дипломна робота відповідає усім критеріям спеціальності «Прикладна математика».

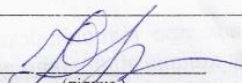
8. Інші зауваження: Інших зауваження немає

9. Оцінка дипломної роботи відмінно

РЕЦЕНЗЕНТ (прізвище, ім'я, по-батькові, посада, місце роботи) \_\_\_\_\_

Дітярук Микола Миколайович, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри вищої математики та комп'ютерних застосувань

“30” листопада 2020 р.

  
(підпис)

## Д О В І Д К А 2/20/2020

Засвідчує те, що стаття "МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУ ПОКАЗНИКІВ ДІЯЛЬНОСТІ МАЛОГО ТА СЕРЕДНЬОГО БІЗНЕСУ В ХМЕЛЬНИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ" авторів ГРИПИНСЬКА Н. В., СИРОТА А. В. (Хмельницький національний університет) прийнята до друку і буде надрукована в науковому журналі "Вісник Хмельницького національного університету" № 4 за 2020 р. серії "Економічні науки".

"Вісник Хмельницького національного університету" серії "Технічні науки" затверджений як фахове видання і включено до наукометричних баз: Google Scholar, Index Copernicus, Polish Scholarly Bibliography.

20 листопада 2020 р.

Начальник відділу  
інтелектуальної власності та трансферу технологій  
відповідальний секретар Вісника ХНУ Ю. В. Кравчик





## Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальное совпадение с одним документом 2.0%

Словари проверки: en\_US, ru\_RU, ua\_UA. Ошибок в документах: 9%

ID: 80941 Название: Динамічні моделі розвитку малого і середнього бізнесу в Хмельницькій області Добавлено в БД: 2020-11-23 Авторы: Сирота А.В. Руководители: Гришинська Н.В. Консультанты: Оponentы:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	86057	682	6374 (7%)	73 (11%)

### Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы



Имя пользователя:  
Kafedra TMIT KhNU

ID проверки:  
1005320061

Дата проверки:  
01.12.2020 19:42:56 EET

Тип проверки:  
Doc vs Internet + Library

Дата отчета:  
01.12.2020 19:54:27 EET

ID пользователя:  
100005657

Название файла: Сирота\_ПМм-19-1

Количество страниц: 75 Количество слов: 11486 Количество символов: 87401 Размер файла: 1.84 MB ID файла: 1005442940

Обнаружены модификации текста (могут влиять на процент совпадений)

## 17.1%

### Совпадения

Наибольшее совпадение: 3.83% с Интернет-источником (<https://www.adm-km.gov.ua/wp-content/uploads/2018/02/%D..>)

16.4% Источники из Интернета 499 ..... Страница 77

1.07% Источники из Библиотеки 24 ..... Страница 81

### 0% Цитат

Исключение цитат выключено

Исключение списка библиографических ссылок выключено

### 0% Исключений

Нет исключенных источников

### Модификации

Обнаружены модификации текста. Подробная информация доступна в онлайн-отчете.

Замененные символы 101

Подозрительное форматирование 18 страниц

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ  
КАФЕДРИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ, МЕДІЙНИХ ТА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Динамічні моделі розвитку малого і середнього бізнесу в Хмельницькій області

Автор: Сирота Антон Віталійович

Спеціальність: 113 – прикладна математика

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: Грипинська Надія Василівна, к.ф.-м.н доцент

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	+
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

- 1) запозичення розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
- 2) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформленні посилання;
- 3) також частина запозичень є сталими виразами кваліфікаційної дипломної роботи.
- 4) Максимальне співпадіння 3.83% з джерелом, де магістрант бере для дослідження показники розвитку малого підприємництва Хмельницької області

3.12.20

Дата

 (Підченко С.К.)  
Підпис

 (Грипинської Н.В.)  
Підпис

Завідувачу кафедри ТМІТ  
д-р.техн.наук Підченку С.К.

Сирога А.В.

ПІБ здобувача вищої освіти

ФПКТС, 2 курсу, групи ПМм-19-1

#### ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіатоповіщений (а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів(Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

02.12.20

дата



підпис