

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 представлений 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 ε_t .

Динаміка соціально-економічних показників відображає нелінійний тренд [1, 3], 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. Для формування кінцевої прогнозної моделі використовується повний обсяг початкових даних.

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.