

## МАКРОЕКОНОМІЧНЕ ЕКОНОМІКО – МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОТОЧНОГО СТАНУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ ДЕРЖАВИ

*Прокопенко М.В., старший викладач*

*Нестеренко В.Ю., канд. екон. наук, доцент*

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

*Тімов О.О., молодший науковий співробітник*

*Науково-дослідний, проектно-конструкторський та технологічний  
інститут мікрографії*

**Постановка проблеми.** Рішення щодо розвитку напрямів макроекономічної політики в рамках національної економіки ґрунтуються на розв'язанні багатокритеріальних проблем з численними обмеженнями, які мають справу з великими потоками інформації, що надходять з середовищ поточного аналізу даних, експертних думок і прогнозованих сценаріїв.

Тому для сучасного таргетування розвитку національної економіки стає необхідним формалізувати та структурувати процес прийняття рішень, що зазвичай досягається шляхом створення системної економічної макроекономічної моделі.

Звичайно, макроекономічні моделі спрощують реальність і не можуть повністю відтворити всі економічні процеси. Водночас моделі систематизують підхід до економічного аналізу, що забезпечує послідовність рішень у економічній політиці держави.

Економіко – математичні моделі стали особливо важливими для умов сучасної державної економічної політики, яка дотримується режиму таргетування цілей макроекономічного розвитку.

Тому процес прийняття рішень після таргетування базується на системі прогнозування та аналізу економічної політики (FPAS), яка зазвичай має набір моделей як своєрідне ядро, де кожна модель має власну мету.

Такі системи можуть стати основою для прийняття рішень або принаймні використовуватися для перевірки результатів аналізу та прогнозування стану національної економіки, отриманих за допомогою інших інструментів. Також, наприклад, використовуватися центральними банками які проводять монетарну макроекономічну політику.

Ключовими перевагами модельного підходу є:

- 1) розуміння економічних процесів за допустимого рівня їх спрощення;
- 2) приведення економіки до макроекономічної основи;
- 3) висока швидкість і гнучкість генерації сценарію макроекономічної національної політики держави.

Зазначеним вище доводиться актуальність проблеми та необхідність докладного дослідження даного питання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вирішення зазначеної проблеми потребує вивчення теорії та практики застосування макроекономічних економіко-математичних методів прогнозування стану національної економіки, методів підвищення якості отриманої статистичної інформації, а також практичних аспектів застосування отриманих прогнозів.

Проблемам, пов'язаним з теоретичними та практичними аспектами дослідження макроекономічного аспекту розвитку національної економіки присвячено багато досліджень вітчизняних і зарубіжних авторів.

Серед них такі відомі зарубіжні та вітчизняні дослідники як: М. Енрайт, Р. Барр, М. Портер, С.В. Мочерний, Л.С. Гринів, М.В. Кічурчак, П.В. Круш, В.М. Тарасевич, П.В. Савченко та інші видатні вчені [1].

Вітчизняні та закордонні вчені внесли значний вклад в теорію та практику методики макроекономічного та економіко-статистичного моделювання, але головні аспекти моделювання саме поточного стану національної економіки у цьому аспекті майже не розглядалися.

Таким чином, численні аспекти макроекономічного моделювання та прогнозування розвитку національної економіки вивчені недостатньо і є перспективним напрямом наукових досліджень.

**Невирішені складові загальної проблеми.** Останні досягнення економічної теорії та обчислювальних методів спонукають до включення в макроекономічні моделі розвитку національної економіки багатьох економічних явищ.

Однак спроба помістити занадто велику кількість моделей з них в одну великомасштабну модель у спробі відобразити якомога більше характеристик економіки може суттєво ускладнити використання моделі для регулярних макроекономічних прогнозів.

Тому, з одного боку, базова модель має бути досить складною, щоб відтворити специфіку механізмів національної економіки, але з іншого боку, вона має бути достатньо простою, щоб її можна було використовувати як для повсякденних завдань, так і для розуміння та обговорення результатів використання моделі (прогнозу).

Лакуни, які виникають внаслідок спрощення основної моделі, можна заповнити супутними та допоміжними моделями.

Успішна діяльність в цьому напрямку може бути здійснена шляхом створення механізму використання зарубіжного і вітчизняного досвіду, розробки принципово нових методологічних підходів до побудови макроекономічних моделей управління національною економікою держави.

**Формування цілей статті.** Мета дослідження полягає в розробці теоретичних та методичних положень щодо підвищення ефективності використання макроекономічних економіко-статистичних моделей розвитку національної економіки держави за рахунок використання сучасних наукових розробок та використання новітніх методів математичного прогнозування.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Цикл макроекономічного моделювання, оцінки та прогнозування стану національної економіки зазвичай починається з аналізу «поточних умов», тобто стадії бізнес-циклу, на якій зараз перебуває економіка держави.

Завдання часто ускладнюється значними затримками в публікації даних національних рахунків, які служать основою для цього аналізу, хоча в той же час значні масиви даних доступні економістам з більшою частотою.

Тому широкої популярності набули моделі прогнозування поточної ситуації, тобто оцінки даних за поточний період (які будуть опубліковані пізніше) [2].

Для цього найчастіше використовуються динамічні факторні моделі; моделі векторної авторегресії зі змішаною періодичністю даних, а також рівняння «міст» або його модифікація під назвою MIDAS (змішана вибірка даних).

Динамічні факторні моделі використовують через велику кількість змінних, об'єднуючи їх у кілька агрегованих показників (факторів), які стають ключовими елементами. На наступному етапі ці фактори (ключові елементи) агрегуються за допомогою факторних навантажень для прогнозування результуючої змінної.

Векторні моделі авторегресії засновані на принципі використання змінних з найвищою частотою для прогнозування змінних із меншою частотою. Наприклад, щомісячні дані щодо обсягів промислового та сільськогосподарського виробництва, обороту роздрібною торгівлі, монетарні та фінансові дані використовуються для прогнозування квартального ВВП. Підходи, засновані на простих рівняннях, також використовують дані зі змішаною частотою, а самі рівняння можуть мати різні форми, наприклад, композицію авторегресійних розподілених лагів [3].

Важливим елементом оцінки поточного стану економіки є декомпозиція макроекономічних показників на тенденції та відхилення або розриви, які відображають циклічну складову змінних і, як наслідок, позицію економіки в діловому циклі [4].

В технічному плані для цього використовуються моделі виділення сигналу або моделі очищення сигналів від «шуму». В найпростішому випадку це одновимірні фільтри, наприклад, фільтр Ходріка-Прескотта, розкладання Бевериджа -Нельсона або частотні фільтри. Але найчастіше це багатоваріантні моделі простору станів, оцінені за допомогою фільтра Калмана, структура яких повністю відтворює структуру основної моделі FPAS [5].

Економетричні моделі короткострокового прогнозування.

Використання економетричних (часових рядів) моделей для короткострокового прогнозування ґрунтується на доказах того, що статистичні зв'язки між даними в минулому з досить високим ступенем імовірності будуть однаковими протягом короткого періоду часу.

Основним критерієм відбору для моделей цього типу є їх здатність відтворювати емпіричні дані як у вибірці, так і поза вибіркою [6].

Незважаючи на значну різноманітність моделей, які можна використовувати для короткострокового макроекономічного прогнозування,

існують класичні моделі, що класифікуються за наступними групами:

- прості одновимірні моделі авторегресії (безумовне середнє, випадковий пошук, ARMA та інші моделі авторегресії);
- прості багатовимірні моделі авторегресії (прості векторні моделі авторегресії, структуровані векторні моделі авторегресії, моделі корекції помилок, моделі векторної корекції помилок);
- авторегресії з факторним доповненням, моделі байєсівської авторегресії, моделі простору змішаних частот (моделі MIDAS);
- моделі зі змінним режимом (моделі ланцюга Маркова, моделі перемикання режимів).

Як і в випадках, макроекономічний аналіз і прогнозування ґрунтується не лише на базовій структурній моделі (QPM), а й на наборі допоміжних моделей, насамперед, в короткостроковому прогнозуванні.

На початку цей набір складався з ряду простих економетричних моделей і підходів, включаючи просте середнє, випадкове блукання, авторегресію, ковзну середню та моделі векторної авторегресії скороченої форми.

Ці моделі використовувалися для макроекономічного прогнозування валового внутрішнього продукту та інфляції (шляхом прогнозування окремих компонентів і подальшого агрегування).

Прогноз, створений цим пакетом моделей, був простим середнім прогнозів окремих малих моделей. Ця система була зручною у використанні завдяки автоматизації процесу, але з іншого боку, такий «машинний» підхід викликав невизначеність щодо точності цих моделей і, відповідно, прогнозів, які вони виробляли, а також низьку якість пояснень причин динаміки тієї чи іншої змінної.

Бажання отримати надзвичайно точні прогнози, особливо прогнози розвитку ВВП, спонукало до розробки та підтримки невеликої напівструктурної економетричної моделі, яка використовує тиск попиту, обмінний курс, імпортовану інфляцію, ціни на сировину та інші показники як пояснювальні змінні, поєднуючи в собі їх у систему рівнянь.

Ці рівняння мають різні форми залежно від компонента ВВП - прості рівняння регресії, моделі корекції помилок або рівняння з авторегресійними розподіленими лагами.

Зокрема, наприклад в Англії використовують результати, отримані за допомогою вищеперахованих моделей (системи моделей), для створення статистичних прогнозів щодо інфляції та ВВП, а також як одне з джерел інформації для Комітету з монетарної політики Банку Англії [7].

Подібний набір моделей використовується для цілей прогнозування центральними банками багатьох країн. Наприклад, Норвезький банк використовує місячні та квартальні векторні моделі авторегресії, моделі динамічних факторів тощо.

Центральний банк Турецької Республіки розробляє короткострокові макроекономічні прогнози інфляції, використовуючи великий набір моделей, наприклад моделі векторної авторегресії та моделі байєсової авторегресії, моделі динамічних факторів, моделі з багаточастотними даними та моделі зі

змінними в часі параметрами, що допомагає підвищити точність макроекономічних прогнозів [8].

Додаткові оптимізаційні моделі для аналізу конкретних макроекономічних проблем.

Окрім базової структурної моделі як такої, що зазвичай відтворює лише ключові характеристики трансмісійного механізму макроекономічної державної політики, розробляються додаткові структурні моделі для аналізу конкретних питань.

Серед найважливіших питань, які нещодавно аналізувалися за допомогою додаткових моделей, є облік фінансової жорсткості (тобто каналу фінансового прискорення), фінансового посередництва (тобто банківського каналу фінансування), нетрадиційної фіскальної та монетарної політики, зокрема аналізу балансу уряду та центрального банку тощо [10].

Усі ці питання викликали величезний інтерес в академічному світі та в дослідженнях державної політики ще з початку останньої глобальної економічної та фінансової кризи.

Безумовно, ці питання можуть бути не менш важливими для багатьох державних установ, і тому включення фінансового сектора держави до основних моделей DSGE провідних центральних банків останнім часом стало звичним явищем.

MAPMOD, модель, розроблена МВФ для підтримки аналізу макрофінансової та макропруденційної політики, може слугувати прототипом для цих моделей, дозволяючи чітко оцінити вплив надмірної кредитної експансії та формування цінових переваг макроекономічних активів держави.

Зазвичай ці моделі нагадують моделі DSGE, але інтегрувати додаткові блоки в базову модель не рекомендується, оскільки вона повинна залишатися достатньо простою.

Результати, отримані за допомогою цих супутніх моделей, можуть бути включені в макроекономічні прогнози на основі основної моделі за допомогою відповідних перетворень і трансформацій [9].

**Висновки з проведеного дослідження.** Поведінку складових агрегованих макроекономічних показників, наприклад складових ВВП за витратами (приватне споживання, інвестиції тощо) або доданою вартістю (за секторами), цілком можливо відтворити за допомогою набору допоміжних моделей. Зазвичай ці моделі використовують результати основної структурної моделі щодо динаміки агрегованого показника та розкладають цей показник за допомогою більш простих моделей поведінки (регресії, векторної авторегресії та інших моделей).

Ці моделі можуть дати додаткові пояснення щодо динаміки агрегованих показників з урахуванням факторного аналізу. З іншого боку, якщо вони не використовують агреговані прогнози як інструментальну змінну, а базуються на прогнозах власних екзогенних змінних, ці моделі дозволяють перевірити якість агрегованого прогнозу змінної як суми окремих компонентів.

Гарним прикладом цього є прогнозований обсяг виробництва окремих секторів економіки, агрегований у загальний ВВП та порівняння результатів із прогнозом основної структурної макроекономічної моделі.

### **Перелік посилань**

1. Зубов В. О., Кривега Л.Д., Косих А.І. Філософія підприємництва. Запоріжжя : Динас, 2018. 189 с.
2. Білик В.О. Саблук П.Т. Основи економічної теорії. Київ : Просвіта, 2021. 467 с.
3. Мармоза А. Т. Економічна статистика. Київ : Центр навчальної літератури, 2020. 602 с.
4. Заблоцький І. І. Економіка України : підручник. Львів : ЛБК НБУ, 2021. 156 с.
5. Селезньов А. З. Конкурентні позиції та інфраструктура ринку. Київ : Юрист, 2019. 382 с.
6. Шніпко О. С. Конкурентоспроможність України в умовах глобалізації. Київ : Експерс, 2019. 456 с.
7. Гаркавенко С. С. Маркетинг : підручник Київ : Лібра, 2022. 712 с.
8. Примок Т. О. Економіка підприємств : підручник. Київ : МАУП, 2021. 255 с.
9. Ревенчук С. К. Гроші та кредит : підручник Київ : Знання, 2019, 382 с.
10. Чекотовський Е. В. Статистичні методи. Київ : Знання, 2020. 191 с.

### **References**

1. Zubov, V.O., Kryvega, L.D., Kosykh A.I. (2018), *Philosophy of entrepreneurship [Filosofiiia pidpriemnytstva]*, Zaporizhzhia: Dynas, 189 p.
2. Bilik, M.O. Sabluk, P.T. (2019) *Foundations of economic theory [Osnovy ekonomichnoyi teoriiyi]*, Kyiv: Prosvita, 467 p.
3. Marmoza, A.T. (2020), *Economic statistics [Ekonomichna statystyka]*, Kyiv : Center for Educational Literature, 602 p.
4. Zablotsky, I.I. (2021), *Ukraine economy [Ekonomika Ukrainy]*, Lviv : LBK NBU, 156 p.
5. Seleznev, A.Z. (2019), *Competitive positions and market infrastructure [Konkurentni pozytsii ta infrastruktura rynku]*, Kyiv : Jurist, 382 p.
6. Shnipko, O.S. (2019), *Competitiveness of Ukraine in the conditions globalization [Konkurentospromozhnist Ukrainy v umovakh hlobalizatsii]*, Kyiv : Express, 456 p.
7. Garkavenko, S.S. (2022), *Marketing [Marketynh]*, Kyiv: Libra, 712 p.
8. Primok T. O. (2021), *Economics Enterprises [Ekonomika pidpriemstv]*, Kyiv : MAUP, 255 p.
9. Revenchuk, S.K. (2019), *Money and credit [Hroshi ta kredyt]*, Kyiv : Znannia, 382 p.
10. Chekotovsky, E.V. (2020), *Statistical methods [Statystychni metody]*, Kyiv: Znannia, 191 p.

## РЕФЕРАТИ ABSTRACTS

УДК 330.5; JEL Classification: E 17

Прокопенко М.В., Нестеренко В.Ю. Тімов О.О.

### МАКРОЕКОНОМІЧНЕ ЕКОНОМІКО – МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОТОЧНОГО СТАНУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ ДЕРЖАВИ

**Мета дослідження** полягає у вивченні теоретичних аспектів процесу макроекономічного моделювання поточного стану національної економіки в сучасних умовах господарювання та розробки пропозицій щодо їх вдосконалення за допомогою раціонального поєднання даних національних рахунків та математико-статистичного прогнозування. **Методика дослідження.** Було розглянуто макроекономічний та статистичний аналіз, математичні середні, максимальні та граничні показники стану національної економіки, об'єднання статистичних показників, застосовано методи економетричного та статистичного моделювання. **Результати дослідження.** Основним завданням дослідження було вивчення теорії та практики застосування макроекономічних методів прогнозування стану національної економіки держави. Результатом дослідження є доведена можливість використання економіко - статистичних методів дослідження за умови підвищення якості статистичної інформації, та розгляд практичних аспектів застосування отриманих прогнозів. Для моделювання та доведення можливості побудови економіко-статистичної моделі національної економіки було розглянуто декілька класичних економетричних моделей. **Наукова новизна.** Наукова новизна отриманих результатів полягає в аналізі та розробці теоретико – практичних засад вирішення проблеми моделювання стану національної економіки за допомогою макроекономічних показників. Запропоновано методику аналізу теперішнього стану національної економіки держави за допомогою використання елементів економіко-статистичного аналізу даних національних рахунків. **Практичне значення отриманих результатів.** Отримані результати дослідження дають можливість визначити раціональне співвідношення макроекономічних показників національної економіки за допомогою економетричного моделювання. Практична сторона дослідження дозволяє на основі розробленого підходу макроекономічного моделювання стану національної економіки досягти максимальної ефективності економічної політики та сприятиме зростанню конкурентоспроможності держави на внутрішньому і міжнародному ринках.

**Ключові слова:** національна економіка, макроекономічне моделювання, математична статистика, прогноз розвитку, економічна політика держави, економетричне моделювання.

**UDC 330.5; JEL Classification: E 17**

**Prokopenko M.V., Nesterenko V.Y., Timrov O.O. MACROECONOMIC ECONOMICS – MATHEMATICAL MODELING OF THE CURRENT STATE OF THE NATIONAL ECONOMY OF THE STATE**

**Purpose** of the research is to study the theoretical aspects of the process of increasing the competitiveness of the enterprise in modern economic conditions and to develop proposals for their improvement using a rational combination of the main resources of the enterprise (labor, financial and material) and mathematical and statistical forecasting. **Methodology of research.** Statistical analysis, mathematical assumptions were applied, average, maximum and limit indicators were used, methods of "rationalization" of combinations of indicators, a graph of the dependence of final results on the efficiency of financial activity was drawn, and methods of econometric and statistical modeling were applied. **Findings.** The main task of the study was the analysis and development of ways to increase the competitiveness of the enterprise. The result of the research is the proven possibility of rationalizing the combined use of the three main resources of the enterprise (labour, financial and material) in order to increase the level of competitiveness. The Microsoft Excel program was used for modeling and obtaining an economic-statistical model. **Originality.** The scientific novelty of the obtained results lies in the analysis and development of theoretical and practical principles for solving the problem of increasing the competitiveness of the enterprise with the help of the "resource" approach. The proposed method of analyzing the possibility of increasing the competitiveness of the enterprise by using elements of rationalization of the ratio of the main resources of the enterprise (labor, financial and material), the model is implemented in the Microsoft Excel environment. **Practical value.** The obtained results of the research make it possible to determine a rational relationship between the values of financial and economic indicators of the economic entity, realistically achievable with specific initial parameters. The practical side of the research allows, based on the developed approach of enterprise management, to achieve the maximum efficiency of the use of resources and will contribute to the growth of competitiveness in the domestic and international markets.

**Keywords:** management of final results, profitability, competitiveness, main resources of the enterprise, mathematical statistics, econometric modeling.



## **Відомості про авторів / About the Authors**

Прокопенко Микола Вікторович, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, старший викладач кафедри економіки і підприємництва, м. Харків, Україна; e-mail: nvprokopenko@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4839-0154>. Моб. (050) 633-76-28.

Prokopenko Mykola, Kharkov National Automobile and Highway University, Senior Teacher at the Department of Economics and Entrepreneurship, Kharkiv, Ukraine.

Нестеренко Валентина Юріївна – кандидат економічних наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, доцент кафедри економіки і підприємництва, м. Харків, Україна; e-mail: valentinaonisiforova@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9899-8427>. Моб. 099-499-14-28.

Nesterenko Valentyna – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Kharkov National Automobile and Highway University, Associate Professor at the Department of Economics and Entrepreneurship, Kharkiv, Ukraine.

Тімов Олексій Олександрович – молодший науковий співробітник, Науково-дослідний, проектно-конструкторський та технологічний інститут мікрографії. м. Харків, Україна; e-mail: alexey.firil@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8781-3527>. Моб. 097-315-04-82.

Timrov Oleksii – Junior Researcher, Research, Design and Technological Institute of Micrography, Kharkiv, Ukraine.