

УДК 338.1:629.33

Тимошук М. Р.

кандидат економічних наук, доцент,
Львівський навчально-науковий інститут
ДВНЗ «Університет банківської справи», Україна;
e-mail: itymoshchuk@gmail.com; ORCID ID: 0000-0003-1133-0059

Терлецька В. О.

кандидат економічних наук,
Національний університет «Львівська політехніка», Україна;
e-mail: vikaterl@ukr.net; ORCID ID: 0000-0002-9334-2557

Фещур Р. В.

кандидат економічних наук, професор,
Національний університет «Львівська політехніка», Україна;
e-mail: romanfeshchur@gmail.com; ORCID ID: 0000-0001-6374-614X

Шишковський С. В.

кандидат економічних наук,
Національний університет «Львівська політехніка», Україна;
e-mail: serhii.v.shyshkovskiy@lpnu.ua; ORCID ID: 0000-0002-7996-1298

Копитко О. В.

кандидат економічних наук,
Національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій
імені Стефана Гжицького, Україна;
e-mail: o-kopytko@ukr.net; ORCID ID: 0000-0001-8788-3464

МОДЕЛЬ ЧАСТКОВОЇ ЕКОНОМІЧНОЇ РІВНОВАГИ РИНКУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ УКРАЇНИ

Анотація. Метою статті є обґрунтування концепції та побудова моделі часткової економічної рівноваги ринку автомобільної продукції за сегментами ринку (легкові автомобілі, вантажні автомобілі та автобуси) на основі моделей загальної рівноваги Вальраса та Ерроу-Дебре. Розглянуто та проаналізовано положення та обмеження моделі загальної рівноваги Вальраса. Досліджено ринок автомобільної продукції України, виявлено тенденції його зміни та визначено основні види обмежень стосовно його функціонування.

Встановлено можливість застосування модифікованої моделі загальної ринкової рівноваги для опису функціонування ринку автомобільної продукції, а також обґрунтовано і представлено ключові концептуальні положення щодо побудови моделі часткової економічної рівноваги. Розроблена модель описує взаємодію суб'єктів ринкової економіки у процесі виробництва і споживання автомобільної продукції протягом річного циклу. Окреслено умови рівноваги попиту і пропозиції автомобільної продукції на внутрішньому ринку з урахуванням відкритості економіки України, відображено обмеження на платоспроможний попит населення. Аргументовано роль держави як впливової сторони взаємодії, що має на меті отримання максимальних надходжень до бюджету шляхом формування адекватної податкової політики. Зважаючи на роль і значення розвитку автомобільної промисловості як одного із стратегічних секторів економіки України особливої ваги набуває моделювання економічної рівноваги ринку автомобільної продукції. Розроблена модель часткової економічної рівноваги спирається на сформовані концептуальні положення щодо умов функціонування ринку автомобільної продукції України та описує ринкову взаємодію трьох учасників – споживачів, виробників та держави. Її можна тлумачити як аналітичне відображення процесу виробництва і споживання автомобільної продукції протягом однорічного циклу взаємодії суб'єктів ринкової економіки. Відображення в моделі інституційних обмежень, які описують роль держави у процесі пошуку економічної рівноваги, сприяє підвищенню її адекватності реальним ринковим умовам.

Ключові слова: модель загальної рівноваги, часткова економічна рівновага; кон'юнктура ринку, попит і пропозиція, взаємодія, ринок автомобільної продукції, оптимальний розв'язок.

Формул: 15; рис.: 0; табл.: 1; бібл.: 16.

Tymoshchuk M.

*Ph. D. in Economics, Associate Professor,
Lviv Educational-Scientific Institute of SHEI «Banking University», Ukraine;
e-mail: itymoshchuk@gmail.com; ORCID ID: 0000-0003-1133-0059*

Terletska V.

*Ph. D. in Economics,
National University «Lviv Polytechnic», Ukraine;
e-mail: vikaterl@ukr.net; ORCID ID: 0000-0002-9334-2557*

Feshchur R.

*Ph. D. in Economics, Professor,
National University «Lviv Polytechnic», Ukraine;
e-mail: romanfeshchur@gmail.com; ORCID ID: 0000-0001-6374-614X*

Shyshkovskiy S.

*Ph. D. in Economics,
National University «Lviv Polytechnic», Ukraine;
e-mail: serhii.v.shyshkovskiy@lpnu.ua; ORCID ID: 0000-0002-7996-1298*

Kopytko O.

*Ph. D. in Economics,
Stephan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies;
e-mail: o-kopytko@ukr.net; ORCID ID: 0000-0001-8788-3464*

MODEL OF PARTIAL ECONOMIC BALANCE OF THE AUTOMOBILE PRODUCTS OF UKRAINE

Abstract. The purpose of the article is to substantiate the concept and to build a model of partial economic equilibrium of the automotive products market by market segments (cars, trucks and buses) on the basis of the Walras and Arrow-Debre equilibrium models. The provisions and limitations of the Walras equilibrium model are considered and analyzed. The market of automobile products of Ukraine is researched, trends of its change are identified and the main types of restrictions regarding its functioning are identified.

The possibility of applying a modified model of the general market equilibrium to describe the functioning of the automotive market is established, as well as the substantive conceptual provisions for the construction of the partial economic equilibrium model are substantiated. The developed model describes the interaction of market economy actors in the production and consumption of automotive products during the annual cycle. The conditions of equilibrium of demand and supply of automobile products in the domestic market are outlined, taking into account the openness of the Ukrainian economy, and the restrictions on the solvent demand of the population are shown. The role of the state as an influential side of interaction, aiming to obtain maximum budget revenues through the formation of an adequate tax policy, is argued. Given the role and importance of the development of the automotive industry as one of the strategic sectors of the Ukrainian economy, modeling of the economic equilibrium of the automotive market is of particular importance. The developed model of partial economic equilibrium is based on the formed conceptual provisions on the conditions of functioning of the market of automobile products of Ukraine and describes the market interaction of its three participants – consumers, manufacturers and the state. It can be interpreted as an analytical reflection of the process of production and consumption of automobile products during a one-year cycle of interaction between market economy actors. Reflection in the model of institutional constraints, which describe the role of the state in the process of seeking economic equilibrium, helps to increase its adequacy to real market conditions.

Keywords: general equilibrium model, partial economic equilibrium, market conditions, supply and demand, interaction, automotive market, optimal solution.

Formulas: 15; fig.: 0; tabl.: 1; bibl.: 16.

Вступ. Автомобілебудування вважають одним із стратегічних секторів економіки, розвиток якого системно відображає науковий, економічний, операційний, управлінський, кадровий, інноваційно-інвестиційний та інші потенціали країни.

Зважаючи на роль і значення автомобільної промисловості, дослідження та моделювання ринку двигунних засобів (легкових автомобілів, автобусів, вантажівок) набуває особливої ваги, оскільки її розвиток сприяє інноваційному розвитку економіки України внаслідок виникнення мультиплікативного ефекту.

Актуальність і складність дослідження зумовлюються особливостями функціонування ринку автомобільної продукції — відкритістю вітчизняної економіки, різноманітністю видів транспортних засобів, високим рівнем конкуренції, некомпліментарністю цілей учасників ринку, незбалансованістю попиту і пропозиції продукції, перманентними коливаннями кон'юнктури ринку тощо.

Процес моделювання ринкової рівноваги в загальному варіанті охоплює такі послідовні етапи: вербальний опис об'єкта дослідження; вибір теоретичного базису (або його модифікація чи формування) з метою формального відображення діяльності ринку; побудова аналітичної та числової моделей ринкової взаємодії; економічна апробація моделі.

Вербальне відображення механізму врівноваження попиту і пропозиції на ринку автомобільної продукції базується на низці припущень щодо його функціонування, які утворюють відповідний теоретико-методологічний базис.

Побудова формальної (аналітичної) моделі здійснюється з урахуванням виокремлених припущень і встановлених вимог до адекватності реальному економічному процесові, зрозумілості та доступності для користувача, інформаційної визначеності, а також технологічності. Зазначимо, що інформаційна визначеність моделі є необхідною умовою для побудови адекватної числової моделі та здійснення модельних експериментів з метою встановлення її практичної придатності.

Аналіз досліджень і постановка завдання. Метою дослідження є побудова моделі часткової економічної рівноваги ринку автомобільної продукції України на основі сформованої концепції його функціонування, яка повинна спиратися на базові положення теорії загальної економічної рівноваги. При цьому модель має відображати інтереси суб'єктів ринкової взаємодії, а також основні умови та обмеження щодо функціонування ринкового механізму.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі завдання: проаналізувати теоретичні результати досліджень за окресленою темою; сформулювати основні припущення щодо функціонування ринку автомобільної продукції на підставі аналізу його стану і тенденцій зміни; здійснити специфікацію моделі — виокремити сукупність змінних величин і встановити аналітичні форми залежності між ними.

У наукових дослідженнях вітчизняних (В. Вітлінський, М. Кизим, Т. Клебанова, В. Пономаренко) і зарубіжних (Л. Вальрас, Ж. Дебре, К. Ерроу, Дж. Шумпетер, Ф. Райхельд) учених значну увагу приділено розв'язанню проблем оцінювання економічного розвитку і формування моделі економічної рівноваги ринку [1—8]. Проте дискусійною і такою, що потребує подальшого розгляду, залишається проблема моделювання економічної рівноваги ринку автомобільної продукції.

Теорія ринкової рівноваги вважається однією з фундаментальних в економічній науці, а односекторна і двосекторна моделі Л. Вальраса — базовими моделями загальної економічної рівноваги, у теоретичних концепціях яких ринок розглядають як масштабний аукціон, на якому перманентно відбувається процес установаження цін, що урівноважують попит споживачів і пропозицію виробників.

Для побудови моделі загальної ринкової рівноваги встановлюють базові припущення, які стосуються учасників ринкової взаємодії (виробників, споживачів), товарів і ресурсів та інституційних обмежень.

До числа ключових концептуальних припущень, на яких базується модель загальної рівноваги Л. Вальраса, відносять такі [2].

1. На ринках товарів і ресурсів взаємодіє скінченна кількість учасників (споживачів і виробників), поведінка яких є конкурентною. Кожен учасник прагне досягнути максимального результату: споживачі — задоволення потреб; виробники — отримання прибутку. Ринок є конкурентним.

2. Цілі учасників ринку є протилежними (некомплементарними), що спричиняє можливість виникнення конфлікту інтересів сторін взаємодії, подолання якого досягається шляхом установаження ринковим механізмом системи цін без регулятивного впливу держави і втручання учасників.

3. Попит і пропозиція ресурсів є урівноважені. Інструментом розподілу обмежених ресурсів слугує конкуренція. Існує ідеальна мобільність ресурсів.

4. Попит і пропозиція продуктів на ринку урівноважені — сукупний попит в економіці за вартістю еквівалентний сукупній пропозиції. Ціна товару відповідає витратам на виробництво.

5. Оптимальними будуть такі масштаби виробництва товарів, за яких середні витрати стануть найменшими, а гранична ціна пропозиції відповідатиме ціні попиту на кінцевий продукт.

6. Плата за ресурси (фактори виробництва) є єдиним джерелом формування доходу споживачів. Прибуток кожного виробника повністю розподіляється між споживачами.

7. Економіка є замкнутою. Не існує відкладеного попиту і надходжень коштів іззовні. Інституційні обмеження відсутні. Ринкова взаємодія учасників відбувається в умовах повної інформаційної визначеності.

Модель Вальраса описує умови загальної ринкової рівноваги за виконанням припущень, які істотно обмежують сферу її використання. Скажімо, припущення про відповідність попиту і пропозиції товарів на ринку вводиться як «вузьке». Достатньо «суворими» слід вважати припущення про замкнутість економіки і невтручання держави у процеси виробництва і споживання продукції.

Розвитком моделі Вальраса є модель загальної економічної рівноваги Ерроу — Дебре, яка базується на припущеннях Вальраса, однак для досягнення ринкової рівноваги вимагається виконання умови рівності попиту і пропозиції в «широкому» розумінні (як нерівності). У моделі Ерроу — Дебре поняття конкурентної рівноваги розглядається як рівновага за Нешем у грі з n -учасниками. Замість виробничих способів (технологій) описуються виробничі можливості, систему переваг споживачів уводять замість функції корисності, а співвідношення обсягів виробництва і споживання продуктів та цінові характеристики встановлюють одночасно [3; 4].

Модель прикладної загальної рівноваги на прикладі конкуренції внутрішнього і зовнішнього секторів наведено у працях [9; 10]. Автори розглядають економіку як систему, що утворена скінченою кількістю споживачів і двома виробниками (внутрішнім, зовнішнім).

Оскільки модель прикладної загальної рівноваги описує процеси виробництва і споживання продукції протягом річного циклу взаємодії суб'єктів ринкової економіки, то її можна розглядати як модель часткової економічної рівноваги. Включення інституційних обмежень у базову модель загальної рівноваги Вальраса, які описують роль держави у процесі пошуку часткової рівноваги, істотно підвищують її відповідність реальним ринковим умовам взаємодії заінтересованих сторін.

Таким чином при моделюванні варто враховувати, що ринок є відкритим, а не замкненим, тобто на ринок можуть виносити імпортовані продукти. Також не можна ігнорувати роль держави як впливової заінтересованої сторони процесу ринкової взаємодії, що потребує відповідного відображення в моделі.

Щодо ресурсних обмежень, то, поряд з обмеженнями на ресурси «капітал» і «праця», доцільно розглядати й обмеження на обсяг платоспроможного попиту, оскільки плата за ресурси не є єдиним і визначальним джерелом доходів населення.

Методологія і методи дослідження. Методологічними базисами дослідження слугують теорія економічної рівноваги та економіко-математичне моделювання. До числа

основних методів, які використані при дослідженні економічної рівноваги ринку автомобільної продукції, належать: методи економічного аналізу, маркетингового аналізу товарного ринку, факторного аналізу, статистичного аналізу динамічних рядів, експертного оцінювання і прогнозування, методи моделювання та оптимізації за багатьма критеріями [1; 7; 8; 11].

Результати дослідження. Ринок автомобільної продукції є складним і динамічним. Для виявлення його властивостей потрібно встановити: пропозицію товарів — обсяги, структуру, динаміку, еластичність пропозиції; попит — місткість ринку, рівень насиченості, уподобання споживачів, еластичність попиту; пропорційність; тенденції розвитку; ризики. Важливими характеристиками товарного ринку також слугують ефективність взаємодії стейкхолдерів у бізнес-середовищі та ділова активність на ринку. Для здійснення економічного та статистичного аналізу ринку автотранспортних засобів використовуємо інформаційні джерела [12—16]. Зазначимо, що дослідження товарного ринку доцільно здійснювати з поєднанням інтуїтивних і кількісних методів.

Ринок автомобільної продукції України є олігопольним, представленим продукцією вітчизняних та іноземних виробників, як первинною (ною — до двох років з моменту виробництва), так і вживаною, та поділений на три сегменти: легкові, вантажні автомобілі, а також автобуси. Щодо характеристики продукції за тривалістю експлуатації, то станом на 01.01.2015 на внутрішньому ринку середній вік легкових автомобілів вітчизняних марок становив 14—16 років, іноземних марок — 10—12 років, у той час як у країнах ЄС — вісім років, що свідчить про повільне оновлення парку автомобілів в Україні.

Варто звернути увагу на те, що після скасування ввізного мита 2016 року імпорт електромобілів стрімко зріс: нових — у понад 2,5 раза; вживаних — у 6,5 раза, однак питома вага їхнього продажу на вітчизняному ринку залишається незначною. Так, кількість зареєстрованих електромобілів 2016 року становила всього 1 602 шт., тобто 2,4 % від загального продажу нових автомобілів в Україні за той рік. Абсолютним лідером, який формує майже 78 % автопарку електромобілів країни, є Nissan Leaf (2 241 шт. станом на 2019 рік). Після зниження акцизів на вживані іномарки найпопулярнішими марками автомобілів, які імпортували українці, були Volkswagen (22 %), Renault (21 %), Skoda (20,8 %) та Opel (20,9 %). Далі слідували Mercedes-Benz (6,6 %), BMW (4,9 %) та Audi (4,6 %). Найбільш затребуваними моделями були Renault Megane, Volkswagen Passat і Skoda Octavia. На основі проведеного АВС-аналізу встановлено, що автомобілі класу С і позашляховики SUV (спортивний практичний автомобіль) займають 73,06 % ринку.

За період 2009—2019 рр. Україна мала від'ємне сальдо зовнішньої торгівлі автомобілебудівною продукцією. За вказаний період збільшилась імпортозалежність у цій галузі. Так, співвідношення вартості експорту до імпорту легкових автомобілів та інших двигунних транспортних засобів, призначених в основному для перевезення людей, 2011 року становило 9,5 %, а 2019-го — 0,3 %, тобто істотно погіршилося.

З числа вітчизняних підприємств 2016 року лише два наростили частки ринку (ПрАТ «Єврокар» — з 24,5 до 74,8%; Корпорація «Богдан» — з 0,72 % до 1,5 %). Найбільших втрат зазнали: ПАТ «ЗАЗ» — із 47,48 % до 10%; ХК «АвтоКрАЗ» — із 16,9 до 9,1%; ЗАТ «Чернігівський автозавод» — з 3,6 до 0,1%. Лідером ринку за середньою ринковою часткою серед вітчизняних виробників автомобілебудівної продукції України за період з 2010—2016 рр. був ПАТ «ЗАЗ», середня ринкова частка якого становила 7,53 % від загального обсягу продажу легкових автомобілів в Україні, а середня ринкова частка DAEWOO за вказаний період — 1,75 %.

Лідерами продажу продукції серед іноземних виробників легкових автомобілів за період 2010—2016 рр. стали TOYOTA (8,46 %), HYUNDAI (7,65 %), ВАЗ (6,95 %), RENAULT (6,51 %), VOLKSWAGEN (5,52 %), SKODA (5,40 %), KIA (5,16 %), а також FORD (4,95 %), NISSAN (4,91 %) та GEELY (4,59 %), які продемонстрували стабільну динаміку продажу.

Серед вітчизняних виробників лідером ринку за ринковою часткою 2016 року був ПрАТ «Єврокар» — підприємство із конкурентною позицією, що швидко поліпшується за

темпом приросту ринку. Аутсайтери ринку: Корпорація «Богдан» — підприємство із конкурентною позицією, що поліпшується; ПАТ «Завод «Часівоярські автобуси» — підприємство із конкурентною позицією, що погіршується; ЗАТ «Чернігівський автозавод» (Корроботія «Еталон») — підприємство із конкурентною позицією, що швидко погіршується.

Важливою характеристикою ринку є показник насиченості автомобілями на 1 000 осіб. У середньому у країнах ЄС він становить 400 автомобілів, а в Україні, за даними 2016 року — 202 автомобілі. При цьому ринок насичується в основному за рахунок імпорту, чому сприяє відкритість внутрішнього ринку, що характеризується показником ступеня проникнення імпорту, який виявляє негативну тенденцію зростання з 0,47 у 2008 р. до 0,95 у 2016 р.

За наявності чітко вираженої тенденції до зниження обсягів продажу продукції внутрішнього виробництва відбуваються структурні зрушення в розподілі часток ринку підприємств. Установлено, що український ринок автомобільної продукції далекий від насичення, а найактивніший вік автомобілів, які продають на ринку первинної вживаної автомобілебудівної продукції, — 8—10 років (понад 33 %). На другій позиції — автомобілі у віці старше за 16 років (понад 30 %). На третій сходинці — автомобілі вікової категорії 11—15 років (майже 18 %). На автомобілі, вік яких перевищує вісім років, припадає 85 % внутрішніх перепродажів в Україні.

Формування ряду розподілу марок легкових автомобілів за ціною продажу 2016 року дозволило встановити, що типова ціна продажу автомобілів міститься в модальному інтервалі [350; 500] тис. грн, а для половини марок автомобілів ціна не перевищує 575 тис. грн. Формування ряду розподілу марок легкових автомобілів за кількістю продажу 2016 року дало змогу виявити, що для половини товарної лінійки легкових автомобілів кількість продажу не перевищувала 1 350 одиниць.

Аналіз динаміки річних темпів зростання ринку упродовж 2004—2016 рр. дає підстави стверджувати про наявність нестабільної (змінно-спадної) тенденції та високу інтенсивність конкуренції за всіма трьома сегментами ринку.

Динаміку виробництва (пропозиції) і продажу (попиту) автотранспортних засобів наведено в *табл. 1*.

Таблиця 1

Виробництво і продаж автотранспортних засобів в Україні, тис. шт.

Роки	Виробництво і продаж автотранспортних засобів			Продажі нових легкових автомобілів
	для перевезення людей (легкові автомобілі)	для перевезення 10 осіб і більше (автобуси)	для перевезення вантажу (вантажівки)	
2011	97,59	3,74	3,33	207,45
2012	56,47	2,83	2,69	237,6
2013	21,35	1,08	0,86	213,32
2014	25,94	0,82	1,93	97,02
2015	5,65	0,90	1,74	46,55
2016	4,34	0,32	0,60	65,56
2017	7,30	0,80	0,49	82,25
2018	5,66	0,83	0,13	81,88
2019 (за 6 міс.)	3,07	0,45	0,05	46,31
Середній коефіцієнт зміни	0,6658	0,8065	0,6292	0,8756
Середній темп приросту, %	-33,42	-19,35	-37,08	-12,44

Джерело: [12].

З наведених даних можна зробити висновок про існування явно вираженої нелінійної тенденції щодо зниження обсягів часі. Це дає підставу стверджувати про доцільність опису

основної тенденції зміни виробництва і продажу автотранспортних засобів за допомогою показникової функції $y_t = b_0 \cdot e^{b_1 \cdot t}$ [11].

Аналізування та оцінювання показників інтенсивності конкуренції, монополізації та концентрації засвідчують, що вітчизняні автомобілебудівні підприємства функціонують на монополістичному ринку з високим ступенем концентрації та дуже високою конкуренцією.

З урахуванням наведених вище особливостей функціонування ринку автомобільної продукції України, а також сталості всіх зовнішніх стосовно цього ринку умов сформулюємо концептуальні припущення для моделі часткової економічної рівноваги.

1. Споживачі у межах власних грошових доходів прагнуть отримати максимальний корисний ефект від придбання продукту певного виду (легковий автомобіль, автобус, вантажний автомобіль).

2. Виробники прагнуть отримати максимальний прибуток від реалізації автомобільної продукції з урахуванням обмежень на ресурсне забезпечення та цін на товари і ресурси.

3. Держава має на меті отримання максимальних надходжень до бюджету шляхом формування адекватної податкової політики, установлення відповідних тарифів, квот та інших інституційних обмежень.

4. Економіка є відкритою — можливі надходження товарів і надходження ресурсів ззовні.

5. Сукупний попит за вартістю не є еквівалентний сукупній пропозиції. Пропозиція перевищує попит;

6. На ринку конкурують два виробники — внутрішній і зовнішній. Зовнішній виробник не обмежений щодо використання ресурсів «праця» і «капітал», на відміну від внутрішнього виробника.

7. Ресурсні обмеження є відокремленими для кожного виду продукту і їм властива обмежена мобільність.

Для побудови лінійної модифікації моделі загальної економічної рівноваги Вальраса (моделі часткової рівноваги ринку автомобільної продукції України) з урахуванням сформульованих припущень (1) — (7) та, вважаючи ціни продуктів і ресурсів на обмеженому часовому проміжку ($t = \text{один рік}$) сталими, уведемо такі позначення: j — індекс виду продукції ($j = \overline{1; 3}$); 1 — ознака продукції внутрішнього виробництва, яка реалізується на внутрішньому ринку; 2 — ознака продукції внутрішнього виробництва, яка реалізується на зовнішньому ринку; 3 — ознака імпортованої продукції.

Будемо вважати, що на ринку автомобільної продукції України взаємодіють три учасники (споживачі, виробники, держава), кожен з яких має власну мету.

Функція мети споживачів (F_c) відображає їхні прагнення до максимального задоволення потреб і є такою:

$$F_c = \sum_{j=1}^3 b_j^1 \cdot x_j^1 + \sum_{j=1}^3 b_j^3 \cdot x_j^3 \rightarrow \max, \quad (1)$$

де b_j^1, b_j^3 — оцінки корисності продуктів (міра задоволення потреб споживачів); x_j^1, x_j^3 — кількість пропозиції (споживання) продукції j -го виду на внутрішньому ринку.

Функція мети внутрішнього виробника (F_s) характеризує спрямованість його діяльності на отримання максимального прибутку і є такою:

$$F_s = \sum_{j=1}^3 (P_j^1 - C_j^1) \cdot x_j^1 + \sum_{j=1}^3 (P_j^2 - C_j^2) \cdot x_j^2 \rightarrow \max, \quad (2)$$

де P_j^1, P_j^2 — ціна продукції j -го виду, яка споживається на внутрішньому, зовнішньому ринках, відповідно; C_j^1, C_j^2 — собівартість одиниці продукції; x_j^2 — кількість пропозиції (споживання) продукції j -го виду внутрішнього виробництва на зовнішньому ринку.

Метою держави, як сторони взаємодії на ринку автомобільної продукції, можна вважати забезпечення максимальних надходжень коштів до бюджету. Цю мету представимо так

$$F_g = \sum_{j=1}^3 \alpha_j^1 \cdot P_j^1 \cdot x_j^1 + \sum_{j=1}^3 \alpha_j^2 \cdot P_j^2 \cdot x_j^2 + \sum_{j=1}^3 \alpha_j^3 \cdot P_j^3 \cdot x_j^3 \rightarrow \max, \quad (3)$$

де $\alpha_j^1, \alpha_j^2, \alpha_j^3$ — оцінки вагомості виробництва і реалізації автомобільної продукції j -го виду для держави; P_j^3 — ціна продукції j -го виду зовнішнього виробництва, яка споживається на

внутрішньому ринку. У найпростішому варіанті оцінки вагомості $\alpha_j^1, \alpha_j^2, \alpha_j^3$ можна тлумачити як податкові ставки.

Вимога рівноваги попиту і пропозиції на товарних ринках у класичному її розумінні в модифікованій моделі не розглядається. Однак умову відповідності між пропозицією і попитом на продукцію з урахуванням їхньої диспропорції та дисбалансу можна відобразити сукупністю обмежень:

$$x_j^1 \geq d_j^1, j = \overline{1; 3}, \quad (4)$$

$$x_j^2 \geq d_j^2, j = \overline{1; 3}, \quad (5)$$

$$D_j^* \leq (x_j^1 + b_j^1) + (x_j^3 + b_j^3) \leq D_j^{**}, j = \overline{1; 3} \quad (6)$$

де d_j^1, d_j^2 — мінімальна економічно доцільна пропозиція продукції внутрішнього виробництва для споживання на внутрішньому, зовнішньому ринках відповідно; b_j^1 — запаси продукції вітчизняного виробництва; b_j^3 — запаси імпортованої продукції; D_j^* — мінімальний можливий попит на продукцію j -го виду; D_j^{**} — максимально можливий попит на продукцію j -го виду.

Умови (4)—(6) доповнюються обмеженням на платоспроможний попит груп споживачів автомобільної продукції:

$$P_j^1 \cdot x_j^1 + P_j^3 \cdot x_j^3 \leq Q_j, j = \overline{1; 3}, \quad (7)$$

де Q_j — максимальна частина доходу споживачів, що спрямовується на придбання автомобільної продукції j -го виду.

Обмеження (7) можна розглядати в більш загальному варіанті:

$$\sum_{j=1}^3 P_j^1 \cdot x_j^1 + \sum_{j=1}^3 P_j^3 \cdot x_j^3 \leq Q, \quad (7')$$

де Q — частина загального обсягу доходів населення, яка спрямовується на споживання автомобільної продукції.

Умови обмеженості ресурсів (факторів виробництва) накладаються на виробничі потужності («капітал») вітчизняних виробників і на ресурс «праця», їх запишемо так:

$$k_j^1 \cdot x_j^1 + k_j^2 \cdot x_j^2 \leq K_j, j = \overline{1; 3}, \quad (8)$$

$$\sum_{j=1}^3 l_j^1 \cdot x_j^1 + l_j^2 \cdot x_j^2 \leq L, \quad (9)$$

де k_j^1, k_j^2 — технологічні коефіцієнти, що характеризують витрати капіталу на одиницю продукції j -го виду; K_j — виробничі потужності вітчизняних виробників автомобільної продукції; l_j^1, l_j^2 — технологічні коефіцієнти, що характеризують витрати праці на виробництво одиниці продукції; L — обсяг ресурсу «праця», який можна залучити у виробничий процес в Україні.

Наявність індексу виду продукції (j) при обсягу ресурсного забезпечення (K_j) пояснюється його обмеженою мобільністю.

Умова невід'ємності змінних величин є обов'язковою в задачах лінійного програмування

$$x_j^1 \geq 0; x_j^2 \geq 0; x_j^3 \geq 0, j = \overline{1; 3}. \quad (10)$$

Побудовані моделі (1) — (10) належать до класу лінійних багатокритеріальних. Наявність трьох сторін взаємодії на ринку автомобільної продукції, кожна з яких переслідує власні інтереси, що відображені функціями мети (1) — (3), вимагає застосування спеціального алгоритму для знаходження узгодженого (компромісного) розв'язку. Подібний розв'язок не буде оптимальним ні за жодною з функцій мети, однак цілком прийнятним для усіх сторін взаємодії, тобто належатиме до множини Парето-ефективних розв'язків.

З цією метою доцільно використати покроковий метод «поступок», за яким кожна із сторін ринкової взаємодії поступається певною частиною максимального значення функції мети задля досягнення узгодженого (урівноваженого) розв'язку, прийнятного для всіх сторін.

Для реалізації методу поступок першочергово встановлюють оптимальні розв'язки задачі (1) — (10) за кожною з функцій мети зокрема. Отримаємо оптимальні розв'язки X_c^*, X_s^*, X_g^* , яким відповідають максимальні значення функцій мети (1) — (3).

$$\begin{aligned} \max F_c(X) &= F_c(X_c^*) = F_c^*; \\ \max F_s(X) &= F_s(X_s^*) = F_s^*; \\ \max F_g(X) &= F_g(X_g^*) = F_g^*. \end{aligned}$$

Перетворимо багатокритеріальну задачу (1) — (10) до однокритеріального виду, виокремивши пріоритетну функцію мети, скажімо, $F_g(X)$:

$$F_g(X) \rightarrow \max, \quad (11)$$

$$F_c(X) \geq F_c^* - \Delta c, \quad (12)$$

$$F_s(X) \geq F_s^* - \Delta s, \quad (13)$$

$$X \in D(X), \quad (14)$$

$$\Delta c, \Delta s \geq 0, \quad (15)$$

де $F_g(X)$ — обрана як пріоритетна функція мети; $\Delta c, \Delta s$ — допустимі втрати оптимальності (поступки) споживачів і виробників, відповідно; $D(X)$ — область допустимих розв'язків X , що задається системою умов (4)—(10).

Далі знаходимо оптимальний розв'язок задачі (11)—(15), який варто узгодити з учасниками ринкової взаємодії. Цей процес в інтерактивному режимі продовжується до моменту встановлення точки економічної рівноваги на ринку автомобільної продукції України. Змінними керованими величинами при цьому можуть бути: значення поступок, ціни товарів, собівартість продукції, оцінки вагомості виробництва і реалізації продукції для держави.

Висновки. На олігопольному ринку автомобільної продукції України представлені транспортні засоби у таких сегментах, як легкові автомобілі, вантажівки та автобуси. Зростання ринку є нестабільним, а інтенсивність конкуренції — високою. Насичення ринку переважно відбувається за рахунок імпорту продукції іноземних виробників (в основному марок Volkswagen, Renault, Skoda, Opel). При цьому спостерігається негативна тенденція до погіршення конкурентної позиції вітчизняних виробників (ПАТ «ЗАЗ», ХК «АвтоКрАЗ», ЗАТ «Чернігівський автозавод»), що призводить до зростання імпортозалежності. Обсяги продажу продукції вітчизняних виробників протягом останніх десяти років невпинно спадають. Понад 70% ринку займають автомобілі класу С та позашляховики класу SUV (спортивні практичні автомобілі). Середній вік автотранспортних засобів в Україні істотно (на п'ять років) перевищує вік автомобілів в країнах ЄС, а оновлення парку автомобілів є повільним.

У таких умовах зростає роль держави щодо регулювання ринку автомобільної продукції та створення сприятливих умов для діяльності вітчизняних автовиробників шляхом обґрунтованого застосування дієвих інструментів — податкової політики, тарифів, квот тощо. Так, скасування ввізного мита на електромобілі позитивно позначилося на розширенні пропозиції продукції. Одночасно підвищення податку на «євробляхи» викликало соціальний спротив у суспільстві. З метою забезпечення узгодженості та ефективності управлінських рішень експериментування над економічною системою доцільно здійснювати на основі відповідної економіко-математичної моделі.

Розроблена оптимізаційна багатокритеріальна модель часткової економічної рівноваги ринку автомобільної продукції спирається на сформовані концептуальні припущення щодо функціонування ринкового механізму в сучасних економічних умовах, зокрема про відкритість економіки, невідповідність між попитом і пропозицією продукції, важливу роль держави в регулюванні інтересів стейкхолдерів.

Модель часткової економічної рівноваги ринку автомобільної продукції охоплює процеси виробництва і споживання автотранспортних засобів протягом однорічного періоду взаємодії суб'єктів ринкової економіки — споживачів, виробників і держави. Оскільки кожен з учасників ринкової взаємодії прагне досягнути власну мету, то пошук точки рівноваги нами трактується як пошук допустимого розв'язку з множини Парето-ефективних. Для знаходження точки рівноваги пропонуємо застосувати алгоритм методу «поступок», за яким кожен з учасників взаємодії частково поступається оптимальним значенням функції мети для досягнення узгодженої рівноваги інтересів усіх суб'єктів взаємодії.

Наукова новизна дослідження полягає в розробленні інструментів урівноваження інтересів суб'єктів ринкової взаємодії.

Побудована економіко-математична модель часткової економічної рівноваги ринку автомобільної продукції України має теоретичне (аналітичне відображення дії ринкового механізму) і практичне (засіб пошуку узгоджених, ефективних рішень) значення.

Упровадження моделі призведе до утворення відповідного соціально-економічного ефекту, принаймні за рахунок обґрунтованості втручання держави у функціонування ринкового механізму.

Перспектива подальших наукових досліджень, насамперед, пов'язана з побудовою імітаційної моделі часткової економічної рівноваги ринку автомобільної продукції.

Література

1. Dervis K., de Melo J., Robinson S. General equilibrium models for development policy. Washington, DC : WorldBank, 1989. 526 p.
2. Walras L. Application des mathématiques à l'économie politique (1re tentative 1860), in: Théorie mathématique de la richesse sociale et autres écrits d'économie pure, vol. XI des OEC, préparé par C. Mouchot, Paris : Economica, 1993. P. 329—339.
3. Arrou K. Values and Collective Decision making Philosophy and Economic Theory. Oxford, 1979. P. 57—58.
4. Шиманська О. Джерард Дебре: новий вимір загальної економічної рівноваги (Нобелівські лауреати у сфері економіки). *Вісник Тернопільського національного економічного університету*. 2008. № 2. С. 169—175.
5. Schumpeter J. A. The Theory of Economic Development: An Inquiry Into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle. Transaction Publishers, 2011. 244 p.
6. Reichheld F. F. The loyalty effect: the hidden force behind growth, profits, and lasting value. Published by the Harvard Business School in hardcover, 1996; in paperback, 2001. 323 p.
7. Современные проблемы моделирования социально-экономических систем : монография / под ред. В. С. Пономаренко, Т. С. Клебановой, Н. А. Кизима. Харьков : ИНЖЭК, 2009. 440 с.
8. Вітлінський В. В., Бурбело О. А., Рамазанов С. К. Ризики, безпека, кризи і сталий розвиток в економіці: методології, моделі, методи управління та прийняття рішень : монографія. Луганськ : Вид-во «Ноулідж», 2012. 948 с.
9. Горбачук В. М., Дунаєвський М. С. Аналіз і застосування прикладної загальної рівноваги. *Наукові записки НаУКМА. Економічні науки*. 2010. Т. 107. С. 96—100.
10. Кривогуб А. М., Новодержкіна К. В. Модель загальної рівноваги та методи її дослідження. *Математичні машини і системи*. 2015. № 4. С. 100—110.
11. Айвазян С. А. Методи економетрики. Москва : Магістр ; ИНФРА-М, 2010. 512 с.
12. Статистичні дані з виробництва автомобілів в Україні / Асоціація автовиробників України. URL : <http://ukrautoprom.com.ua/statistika>.
13. Статистичні збірники «Зовнішня торгівля України» за 2009—2018 рр. / Державна служба статистики України. URL : https://ukrstat.org/uk/druk/publicat/Arhiv_u/10/Arch_ztu_zb.htm.
14. Статистичний збірник «Зовнішня торгівля України у 2019 році». / Державна служба статистики України. URL : http://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2020/zb/06/Zov_torg.pdf.
15. Liubkina O., Murovana T., Magomedova A., Siskos, E., Akimova L. Financial Instruments of Stimulating Innovative Activities of Enterprises and Their Improvements. *Marketing and Management of Innovations*. 2019. № 4. P. 336—352.
16. Masharsky A., Azarenkova G., Oryekhova K., Yavorsky S. Anti-crisis financial management on energy enterprises as a precondition of innovative conversion of the energy industry: case of Ukraine. *Marketing and Management of Innovations*. 2018. № 3. P. 345—354.

Статтю рекомендовано до друку 31.08.2020

© Тимошук М. П., Терлецька В. О.,
Фециур Р. В., Шишковський С. В., Копитко О. В.

References

1. Dervis, K., de Melo, J. (1989). General equilibrium models for development policy. Washington, DC: World Bank [in English].
2. Walras, L. (1993). Application des mathématiques à l'économie politique (1re tentative 1860), in: Théorie mathématique de la richesse sociale et autres écrits d'économie pure. vol. XI des OEC, préparé par C. Mouchot. Paris: Economica [in French].
3. Arrou, K. (1979). Values and Collective Decision making Philosophy and Economic Theory. Oxford [in English].
4. Shymanska, O. (2008). Dzherard Debre: novyi vymir zahalnoi ekonomichnoi rinvovahy (Nobelivski laureaty v sferi ekonomiky). [Gerard Debre: a new dimension of general economic equilibrium (Nobel laureates in economics)]. *Visnyk Ternopil'skoho natsionalnoho ekonomichnoho universytetu — Bulletin of Ternopil National Economic University*, 2, 169—175 [in Ukrainian].
5. Schumpeter, J. A. (2011). The Theory of Economic Development: An Inquiry Into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle. Transaction Publishers [in English].
6. Reichheld, F. F. (2001). The loyalty effect: the hidden force behind growth, profits, and lasting value. Harvard Business School [in English].
7. Ponomarenko, V. S., Klebanova, T. S., & Kizim, N. A. (Eds.). (2009). *Sovremennye problemy modelirovaniya social'no-ekonomicheskikh sistem [Modern problems of modeling socio-economic systems]*. Kharkiv: INZHEK [in Russian].
8. Vitlinskyi, V. V., Burbelo, O. A., & Ramazanov, S. K. (2012). *Ryzky, bezpeka, kryzy i stalyy rozvytok v ekonomitsi: metodolohii, modeli, metody upravlinnia ta pryiniattia rishen [Risks, security, crises and sustainable development in the economy: methodologies, models, management methods and decision making]*. Luhansk: Vyd-vo «Noulidzh» [in Ukrainian].
9. Horbachuk, V. M., & Dunaievskiy, M. S. (2010). Analiz i zastosuvannya prykladnoi zahalnoi rinvovahy [Analysis and application of applied general equilibrium]. *Naukovi zapysky NaUKMA. Ekonomichni nauky — NaUKMA Scientific Notes. Economic Sciences*, 96—100 [in Ukrainian].

10. Kryvohub, A. M., & Novoderezhkina, K. V. (2015). Model zahalnoi rinvnashy ta metody yii doslidzhennia [Model of general equilibrium and methods of its research]. *Matematychni mashyny i systemy — Mathematical machines and systems*, 4, 100—110 [in Ukrainian].
11. Ajvazyan, S. A. (2010). *Metody ekonometriki [Methods of econometrics]*. Moscow: Magistr; INFRA-M [in Russian].
12. Asotsiatsiia avtovyrobnykiv Ukrainy. (n. d.). *Statystychni dani z vyrobnytstva avtomobiliv v Ukraini [Statistics on car production in Ukraine]*. Retrieved from <http://ukrautoprom.com.ua/statistika> [in Ukrainian].
13. Derzhavna sluzhba statystryky Ukrainy. (n. d.). *Statystychni zbirnyky «Zovnishnia torhivlia Ukrainy» za 2009—2018 rr. [Statistical collections «Foreign Trade of Ukraine» for 2009—2018]*. Retrieved from https://ukrstat.org/uk/druk/publicat/Arhiv_u/10/Arch_ztu_zb.htm [in Ukrainian].
14. Derzhavna sluzhba statystryky Ukrainy. (n. d.). *Statystychnyi zbirnyk «Zovnishnia torhivlia Ukrainy u 2019 rotsi» [Statistical collection «Foreign trade of Ukraine in 2019»]*. Retrieved from http://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2020/zb/06/Zov_torg.pdf [in Ukrainian].
15. Liubkina, O., Murovana, T., Magomedova A., Siskos, E., & Akimova, L. (2019). Financial Instruments of Stimulating Innovative Activities of Enterprises and Their Improvements. *Marketing and Management of Innovations*, 4, 336—352. <http://doi.org/10.21272/mmi.2019.4-26>.
16. Masharsky, A., Azarenkova, G., Oryekhova, K., & Yavorsky, S. (2018). Anti-crisis financial management on energy enterprises as a precondition of innovative conversion of the energy industry: case of Ukraine. *Marketing and Management of Innovations*, 3, 345—354. <http://doi.org/10.21272/mmi.2018.3-31>.

The article is recommended for printing 31.08.2020

© Tymoshchuk M., Terletska V., Feshchur R.,
Shyshkovskyy S., Kopytko O.