

## СЕКЦІЯ 10 МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 519.8

**Горбачук В.М.***кандидат фізико-математичних наук,  
старший науковий співробітник  
Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова  
Національної академії наук України*

### ТОРГОВЕЛЬНІ ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ГАЛУЗІ

Запит Японії 2013 р. щодо імпорتنних тарифів України на легкові автомобілі було частково задоволено Світовою організацією торгівлі у 2015 р. Оскільки подібні запити можна очікувати в майбутньому, то варто вивчати торговельні засоби захисту. Показано приклади впливу таких засобів на реальних даних.

**Ключові слова:** ефект умов торгівлі, наскрізне застосування тарифу, тотожність Роя, непрямая корисність, диференційовані продукти.

#### **Горбачук В.М. ТОРГОВЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТРАСЛИ**

Запрос Японии 2013 г. по импортным тарифам Украины на легковые автомобили был частично удовлетворен Всемирной торговой организацией в 2015 г. Поскольку подобные запросы можно ожидать в будущем, то следует изучать торговые средства защиты. Показаны примеры влияния таких средств на реальных данных.

**Ключевые слова:** эффект условий торговли, сквозное применение тарифа, тождество Роя, непрямая полезность, дифференцированные продукты.

#### **Gorbachuk V.M. TRADE TOOLS FOR INDUSTRY PROTECTION**

The request of Japan in 2013 about the Ukraine's import tariffs on passenger cars was partially satisfied by the World Trade Organization in 2015. As similar requests may be expected in the future, the trade tools for protection should be studied. The real data cases about impact of such tools have been shown.

**Keywords:** terms of trade effect, pass-through of tariff, Roy's identity, indirect utility, differentiated products.

**Постановка проблеми** полягає у тому, що 30 жовтня 2013 р. делегація Японії подала запит «Україна – безумовні (definitive) захисні заходи на певні легкові (passenger) автомобілі. Запит на консультації Японією» на консультації з делегацією та урядом України відповідно до статті 4.4 Розуміння правил і процедур, якими керуються в розв'язанні спору (Understanding on Rules and Procedures Governing the Settlement of Dispute, DSU), статті XXII:1 Генеральної угоди з тарифів і торгівлі 1994 р. (General Agreement on Tariffs and Trade 1994, GATT 1994) і статті 14 Угоди про захисні заходи (Agreement on Safeguards). На погляд Японії, Україна наклала дві різні митні ставки на легкові автомобілі з різними об'ємами двигунів. Проте ці ставки накладені одночасно одним рішенням з ідентичними тривалістю, терміном виконання тощо, виходячи з одного висновку про шкоду чи загрозу, спричинену збільшеним імпортом, та одного рішення стосовно національного інтересу для введення додаткових мит. Згаданий запит отримав Голова органу розв'язання спорів (Dispute Settlement Body). Скарга була подана на вимогу органів влади Японії, зокрема Міністерства міжнародної торгівлі та промисловості (Ministry of International Trade and Industry, MITI) Японії.

**Аналіз досліджень** ринків з недосконалою конкуренцією говорить, що аргумент умов торгівлі на користь імпортного тарифу є ймовірним, але не гарантованим [1; 2]. Тому уваги заслуговує стратегічна настройка іноземними фірмами своєї ціни  $p^*$ . Дослідимо два тарифи США, що застосовувалися на

початку 1980-х років [10]: тариф 25% на імпорт компактних вантажівок з Японії, а також тимчасовий спадний тариф на імпорт важковихових мотоциклів з Японії, який починався з 45%.

**Не розв'язана раніше частина загальної проблеми** – визначити ефективність торговельних засобів захисту галузі. У 1979 р. новопризначений Голова Ради директорів (Chairman of the Board of Governors) Федерального Резервного Банку США Пол Уолкер (Paul Volcker) планував знизити інфляцію, яка тоді перевищувала 10%. Для цього була застосована жорстка монетарна політика з дуже високими відсотковими ставками, сильним долларом і глибокою рецесією, що розпочалася з 1980 р. Оскільки наприкінці 1982 р. після рецесії настало майже 20-річне відновлення (з помірною рецесією 1990–1991 рр.), то дії Уолкера могли бути виправданими у довгостроковому періоді, але у короткостроковому періоді спостерігалися безробіття і спад багатьох секторів, особливо автомобільної промисловості.

**Ціль даної роботи** – показати місце торговельних засобів захисту галузі серед низки інших.

**Виклад основного матеріалу** виходить із торговельної війни між США та Японією в автомобільній галузі. У червні 1980 р. профспілка Об'єднані автопрацівники (United Automobile Workers) звернулася до Комісії міжнародної торгівлі (United States International Trade Commission, USITC, ITC) за захистом відповідно до Секції (Section) 201 комерційних законів США. Подібне клопотання до ІТС подала компанія Ford (Ford Motor Company). Захист Секції 201

може надаватися тоді, коли зростаючий імпорт є «суттєвою причиною серйозної шкоди для вітчизняної галузі», де «суттєвою причиною» має бути «не меншою будь-якої іншої причини». Оскільки ІТС визначила, що рецесія США була важливішою причиною шкоди для автогалузі, ніж зростаючий імпорт авто, то ІТС не рекомендувала захист автогалузі за Секцією 201.

Після цього кілька конгресменів зі штатів Середнього Заходу США, де традиційно розташовувалися підприємства автовиробників, продовжили відстоювати імпорнтні обмеження іншими засобами. Для легкових автомобілів, імпортованих з Японії, таким засобом стало добровільне експортне обмеження (voluntary export restraint, VER), а для вантажних автомобілів було застосовано інший засіб. Протягом 1970-х років Японія експортувала до США зростаючу кількість компактних вантажівок, здебільшого у вигляді кабіна/шасі (cab/chassis) з потребою деякого кінцевого збирання. Вони класифікувалися як «частини вантажівок», які тягли за собою тарифну ставку 4%, позаяк «завершені чи незавершені вантажівки» тягли за собою тарифну ставку 25%. Остання була результатом «курчатної війни» («Chicken War») між США та Федеративною Республікою Німеччини (ФРН) 1962 р. На той час від ФРН як члена Європейського економічного співтовариства (European Economic Community, ЕЕС) вимагалось привести свої зовнішні тарифи у відповідність з тарифами інших країн ЕЕС. Це призвело до збільшення тарифу ФРН на птицю, імпортовану зі США. У відповідь США збільшили свої тарифи на «завершені чи незавершені вантажівки» та інші продукти, після чого тариф 25% на вантажівки увійшов до тарифного кодексу США. За наполяганням Конгресу США, у 1980 р. Митна служба США оголосила, що з 21 серпня 1980 р. імпорнтні легковагові авто кабіна/шасі перекаваліфікуються у завершені вантажівки. Це підвищило тарифні ставки на майже всі вантажівки Японії від 4% до 25%, що залишалося в силі у новому тисячолітті. Виробники Японії подали позов у суд США, щоб провести зворотню перекаваліфікацію, але програли справу.

Друге збільшення тарифів відбулося у 1980-х роках на важковагові мотоцикли (з об'ємом двигуна понад 700 куб. см) виробництва Harley-Davidson. У 1983 р. Harley-Davidson теж звернулася до ІТС за захистом відповідно до Секції 201. Рецесія США торкнулася Harley-Davidson менше, ніж тривале відставання від конкурентів у продуктивності та напружена конкуренція з виробниками Японії. Два виробники Японії (Honda та Kawasaki) мали заводи на території США, які використовували імпорнт, а два інші виробники (Suzuki та Yamaha) експортували до США вироблену в Японії продукцію. На початку 1980-х років зазначені фірми втягнулися у глобальну цінову війну, зокрема на ринку США. Як наслідок, запаси імпорнтних важковагових мотоциклів у США різко зросли: за даними ІТС, ці запаси на вересень 1982 р. перевищували фактичний обсяг продажів у США за січень–вересень 1982 р. [13].

Захист відповідно до Секції 201 комерційних законів США може рекомендуватися, якщо збільшений імпорнт є «суттєвою причиною серйозної шкоди, або відтак загрози для вітчизняної галузі». Дуже високий рівень запасів, які тримали виробники Японії, оцінювався ІТС як загроза для вітчизняної галузі, а тому захист було обґрунтовано надано. Цей захист набув форми 5-річного спадного переліку тарифів: 45% з 16 квітня 1983 р., 35%, 20%, 15%, 10% з квітня 1984 р., 1985 р., 1986 р., 1987 р. відповідно. Цей захист набув форми тарифної ставки на переви-

щення квоти (tariff-rate quota), яка означає застосування спадних тарифних ставок до імпорнту важковагових мотоциклів з кожної країни походження (source country), коли імпорнт перевищує квотне обмеження для країни-експортера. США також імпортували важковагові мотоцикли BMW з ФРН, але ФРН було надано настільки високу квоту, що до імпорту цих мотоциклів тариф на застосовувався. На відміну від ФРН, Японії була виділена квота  $\bar{x}$  (від 6 тис. до 10 тис. одиниць на рік), яка була нижчою обсягу  $m$  імпорту США. Тому до обсягу  $(m - \bar{x})$  застосовувався спадний тариф. Насправді фірма Harley-Davidson звернулася до ІТС припинити дію тарифу раніше (після застосування тарифної ставки 15%), коли ця фірма знизила свої витрати, ввела нові і дуже популярні продукти, відновила свою присутність.

Імпорнт США компактних вантажівок і важковагових мотоциклів з Японії дає ідеальні кейси для вивчення наскрізного застосування (pass-through) тарифів до цін США. Виробники Японії могли поглинати частину такого тарифу (що було б виграшем умов торгівлі для США) чи повністю переносити тариф на ціни США. Є небагато досліджень наскрізного застосування тарифів, але є багато робіт з наскрізного застосування обмінних курсів, тобто відгуку імпорнтних цін до зміни цінності валюти експортера. У більшості робіт з наскрізного застосування обмінних курсів (на агрегованому чи дезагрегованому рівні) стверджується, що відгук імпорнтної ціни до зміни цінності валюти експортера має коефіцієнт менше 1 (в середньому 0.6) і залежить від конкретної галузі [12]. Дезагреговані результати [16, 17] показують, що наскрізне застосування обмінного курсу досить різне поміж продуктів і країн походження, причому експортери США поглинають будь-яку зміну обмінного курсу менше, ніж експортери інших країн. Наскрізне застосування обмінних курсів у широких імпорнтних секторах країн Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР; Organization for Economic Cooperation and Development, OECD) виявляє значення середніх довгострокових еластичностей (цін відносно обмінних курсів) у проміжку від 0.61 до 0.89 залежно від сектора [7]. Покажемо, що наскрізне застосування тарифів та обмінних курсів має бути симетричним у даній галузі, і перевіримо цю теоретичну гіпотезу на даних для вантажівок і мотоциклів. Крім того, у вибірку включатимемо імпорнт США автомобілів Японії перед застосуванням VER, хоча для автомобілів оцінюватимемо лише наскрізне застосування обмінного курсу.

Для оцінки впливу на умови торгівлі використаємо співвідношення (5) [3]

$$(1 + \tau) \frac{dC^*[d^*(p, q, I)]}{d d^*} = p \left( 1 - \frac{1}{\eta^*} \right), \quad (1)$$

де  $\tau$  – оціночний (ad valorem) тариф на імпорнт,  $d^*(p, q, I)$  – попит на іноземний продукт,  $p$  – ціна імпорнтного продукту,  $q$  – ціна вітчизняного продукту,  $I$  – витрати на імпорнтний і вітчизняний продукти,  $C^*$  – функція витрат іноземної фірми (типового іноземного експортера) з фіксованими (в іноземній валюті) граничними витратами  $c^*$ ,  $\eta^* = -\frac{p}{d^*} \frac{\partial d^*(p, q, I)}{\partial p}$  – додатна еластичність імпорнту. При очікуваному обмінному курсі (exchange rate)  $e$  перепишемо рівняння (1) у вітчизняній валюті:

$$(1 + \tau) e c^* = p \left( 1 - \frac{1}{\eta^*} \right). \quad (2)$$

Якщо еластичність попиту відносно витрат рівна 1, то еластичність  $\eta^* = \eta^*(p, q)$  імпорнтного попиту є

функцією відношення  $\frac{p}{q}$  [3]. Загалом еластичність  $\eta^* = \eta^*(p, q, I)$  є функцією споживчого доходу  $I$ , причому однорідною степені 0 по  $(p, q, I)$  [3]. Тоді рівняння (2) визначає імпорту цін  $p$  в залежності від параметрів  $q, I, \tau, e, c^*$ :

$$p = \phi[(1+\tau)ec^*, q, I], \quad (3)$$

де функція  $\phi[(1+\tau)ec^*, q, I]$  однорідна степеню 0 за своїми аргументами. Це дає першу гіпотезу перевірки загальної специфікації рівняння ціноутворення (3).

Друга гіпотеза випливає з добутку  $\tau, e, c^*$  в лівій частині рівняння (2). Тому для специфікації рівняння ціноутворення (3) у часі  $t$  можна скористатися логлінійною функцією

$$\ln p_t = \alpha_t + \sum_{i=0}^L \beta_i \ln(c_i^* s_{t-i}) + \beta \ln(1+\tau_t) + \sum_{j=1}^M \gamma_j \ln q_{jt} + \delta \ln I_t + \varepsilon_t, \quad (4)$$

де:  $\alpha_t$  – проста квадратична функція часу, яка дозволить імпорту цін  $p_t$  гладко змінюватися з причин, не зазначених іншими параметрами рівняння (4);  $s_{t-i}$  – спотовий (spot) обмінний курс (долар/ієна) з лагом  $i = 0, 1, \dots, L$ ; оскільки очікуваний обмінний курс  $e$  є зваженим середнім курсів  $s_t, s_{t-1}, \dots, s_{t-L}$ , то  $\ln(c_i^* s_{t-i})$  входить з деяким коефіцієнтом  $\beta_i$ , причому  $\sum_{i=0}^L \beta_i$  вказує загальне наскрізне застосування обмінного курсу до імпорту цін;  $\beta$  – коефіцієнт наскрізного застосування тарифу до імпорту цін;  $q_{jt}$  – ціна (вітчизняного) продукту США чи імпорту продукту ФРН (автомобіля або мотоцикла)  $j = 1, \dots, M$ ;  $\sum_{j=1}^M \gamma_j q_{jt}$  – усереднена ціна конкуруючого імпорту продукту з Японії;  $I_t$  – загальні споживчі витрати на широку категорію імпорту обладнання;  $\varepsilon_t$  – похибка. Якщо еластичність попиту відносно витрат рівна 1, то еластичність  $\eta^* = \eta^*\left(\frac{p}{q}\right)$  не залежить від  $I$ , звідки  $\delta = 0$ , а в силу рівняння (4) однорідність функції (3) степені 1 означатиме

$$\sum_{i=0}^L \beta_i + \sum_{j=1}^M \gamma_j + \delta = 1. \quad (5)$$

Гіпотеза симетричного наскрізного застосування тарифу й обмінного курсу зводиться до

$$\sum_{i=0}^L \beta_i = \beta. \quad (6)$$

Досліджувалася регресія залежності (4) на квартальних даних імпорту а) японських автомобілів, б) вантажівок, с) куплених мотоциклів, д) поставлених мотоциклів (shipments), е) усіх (pooled) мотоциклів за період 1974:1–1981:1, 1977:1–1987:1, 1978:1–1984:4, 1978:1–1987:1, 1978:1–1987:1 відповідно [11], де 1974:1 означає 1-й квартал 1974 р. і т.п. Обсяг куплених мотоциклів визначається даними інтерв'ю [13, 14]. Ці дані дають значення середньої вартості товарної одиниці (unit-value) для споживання, включаючи мито, для головних японських імпортерів (Honda, Suzuki, Yamaha). Однак ці дані інтерв'ю включають мало важковагових мотоциклів ФРН і не продовжуються від 1984:4 до 1987:1. Крім USITC, іншим джерелом інформації є Міністерство економіки США (U. S. Department of Commerce), яке дає середню вартість одиниці товарної одиниці імпорту поставлених на кордоні й розрізняє важковагові мотоцикли ФРН та Японії до 1987:1. Дані імпорту поставлених включають мотоцикли, що надходять до запасів, і враховують тариф.

Більшість даних, які отримує USITC (через анкетування) щодо вітчизняної галузі (США) важковагових мотоциклів, має ділову конфіденційність, зокрема на агрегованому рівні, але деякі такі дані оприлюднюються (табл. 1).

Крім зростання виробництва галузі США, спостерігалося збільшення роздрібного продажу й експорту [18]. Крім зростання зайнятості у цій галузі, спостерігалося також збільшення кількості відповідних відпрацьованих годин.

Таблиця 1

## Деякі дані галузі важковагових мотоциклів США [18]

	1983:1	1984:1
Виробництво (шт.)		38047
Постачання (шт.)		27634
Постачання (млн дол.)		109
Середня продажна ціна (дол.)	4064	4001
Середня зайнятість (ос.)	3153	3463
Імпорт (шт.)	67301	8267
Імпорт (млн дол.)	156	33
Імпортне постачання (шт.)	57197	26936
Імпортне постачання (млн дол.)	164	77
Загальний роздрібний продаж імпорту (шт.)	28116	17601
Роздрібний продаж імпорту з об'ємом двигуна 700-790 куб. см (шт.)	16885	8619
Роздрібний продаж імпорту з об'ємом двигуна 790-970 куб. см (шт.)	2116	2872
Роздрібний продаж імпорту з об'ємом двигуна понад 970 куб. см (шт.)	9115	6110
Загальні запаси імпорту (шт.)	266806	170367
Запаси імпорту з об'ємом двигуна 700-790 куб. см (шт.)	83112	44785
Запаси імпорту з об'ємом двигуна 790-970 куб. см (шт.)	25313	18856
Запаси імпорту з об'ємом двигуна понад 970 куб. см (шт.)	29511	14958
Запаси дилерів імпорту з об'ємом двигуна 700-790 куб. см (шт.)	79858	48726
Запаси дилерів імпорту з об'ємом двигуна 790-970 куб. см (шт.)	15320	12854
Запаси дилерів імпорту з об'ємом двигуна понад 970 куб. см (шт.)	33692	30188

Для регресії (4) із залежною змінною ціною  $p_t$  для а), б), с), д), е) використовувалося 29, 41, 28, 37, 65 спостережень і 9, 9, 13, 13, 13 незалежних змінних відповідно (це важливо для статистики Дарбіна-Уотсона). Вибір  $L = 4$  дає використання 5 незалежних змінних  $c_i^* s_{t-i}$ ,  $i = 0, \dots, 4$ ; незалежними змінними також є  $\tau_t, I_t$ , ціна  $q_{jt}$  конкуруючого продукту ФРН, ціна  $q_{2t}$  вітчизняного продукту США,  $e_t = \sum_{i=0}^L \beta_i \ln(c_i^* s_{t-i})$ , де  $c_i^*$  – агрегована ціна іноземних факторів виробництва; коефіцієнти для часових трендів і квартальних фіктивних змінних не розраховувалися. Значення настроєного коефіцієнта  $R^2$  детермінації було найвищим у випадку а) (0.988) і найнижчим у випадку д) (0.769).

Для випадків а), б), с), д), е) оцінки  $\sum_{i=0}^L \beta_i$  становили 0.71, 0.63, 0.89, 1.05, 0.89 відповідно, причому були значущими з довірчим рівнем 95% звичайного  $t$ -тесту. Для випадків б), с), д), е) оцінки  $\beta$  становили 0.57, 0.95, 0.89, 1.39, 1.13 відповідно, причому були значущими з довірчим рівнем 95% звичайного  $t$ -тесту (у випадку а) не використовувалася незалежна змінна  $\tau_t$ ). Тоді легко прийняти гіпотезу (6), як і гіпотезу (5). Обмеження (5) і (6) у випадку б) дають значення еластичності наскрізного застосування (обмінного курсу чи тарифу) до ціни вантажівок у США, яке належить проміжку (0.57, 0.63). Це означає, що виробники вантажівок Японії поглинають від 37% до 43% застосування тарифу США і відповідний вииграш умов торгівлі США.



Проте у випадках с), d), e) значення еластичності наскрізного застосування (обмінного курсу чи тарифу) до ціни важковагових мотоциклів у США було у проміжку (0.89, 0.95), (1.05, 1.39), (0.89, 1.13) відповідно (з прийняттям гіпотез (5) і (6)), тобто було приблизно рівним 1. Тому в цих випадках США не мали виграшу умов торгівлі: повний обсяг тарифу щороку наскрізно застосовувався до ціни важковагових мотоциклів у США.

Причина відмінності наскрізного застосування (обмінного курсу чи тарифу) до ціни вантажівок і важковагових мотоциклів у США полягає у тому, що до підвищення тарифу у серпні 1980 р. майже всі компактні вантажівки, які продавалися у США, вироблялися фірмами Японії, причому деякі такі вантажівки продавалися через автомобільні компанії США. Однак після введення тарифу виробники США розробили свої власні моделі компактною вантажівки з дуже подібними характеристиками до імпорту Японії [9]. Тоді виробники Японії (Isuzu, Mitsubishi), які раніше продавали свою продукцію через автофірми США, стали вести незалежний маркетинг компактних вантажівок. У середовищі відносно напруженої конкуренції можна очікувати, що фірми Японії неохоче здійснюватимуть наскрізне застосування тарифу у повному обсязі до ціни вантажівок внаслідок ризику втрати частки ринку США.

На відміну від вантажівок, на ринку важковагових мотоциклів уже була глобальна цінова війна, а відтак ціни, напевне, були близькими до граничних витрат. Це залишало мало можливостей для виробників Японії поглинати частину тарифу. Крім того, ці виробники зважали на тимчасовість тарифу і високі запаси своєї продукції у США: якщо продавати у США за зниженою ціною протягом одного року, то продажі вичерпують запаси, що затримуватиме експорт у роки, коли тариф стане меншим. Справді, кожного року дії тарифу відбувався експорт важковагових мотоциклів з Японії. До того ж фірми Японії почали продавати у США мотоцикли з об'ємом двигуна 699 куб. см, щоб уникати тарифу [15].

Тариф США на вантажівки дієвий, якщо виграш умов торгівлі перевищує незворотні втрати і породжує виграш добробуту США. У випадку тарифу на важковагові мотоцикли такого не відбувається: за прийнятним критерієм добробуту, тариф на вантажівки виглядає краще, ніж тариф на важковагові мотоцикли. Однак цей критерій не враховує тимчасовості тарифу на мотоцикли, позаяк тариф на вантажівки зберігався у новому тисячолітті. Більше того, фірма Harley-Davidson, перебуваючи на межі банкрутства у 1982–1983 рр., стала здатною забезпечувати банківську позику лише після отримання захисту [21], що свідчить про роль тарифу для виживання цієї фірми. Близький до банкрутства статус цієї фірми був зумовлений поганим менеджментом і відсталою продуктивністю, а відродження цієї фірми після 1983 р. відбувалося завдяки запровадженню поліпшених продуктів і виробничих технологій. Не можна стверджувати, що зазначені широкі зміни у практиках цієї фірми були спричинені тарифом, але тимчасовий тариф дав час фірмі на зміни. За словами тогочасного головного економіста USITC, «якщо випадок важковагових мотоциклів вважати єдиним успішним застереженням можливої відмови (escape-clause), то тому, що він завдав невеликої шкоди і допоміг Harley-Davidson дістати банківську позику для своєї диверсифікації» [15, 23]. Зважаючи на поліпшені продукти, згодом запропоновані Harley-Davidson (які наслідувалися суперниками з Японії), тимчасовий тариф здійснив певний внесок у

довгострокові виграші добробуту для споживачів. На відміну від мотоциклів, компактні вантажівки, запроваджені фірмами США після тарифу, були досить подібними до існуючих моделей Японії, а відтак не здійснювали помітного внеску у виграш добробуту [9].

Іншою причиною відмінності ефектів тарифів і квот є вибір якості продукту для фірми-експортера [8]. Якість – це характеристика продукту, що додає корисності для споживачів, а також витрат для фірми. Обмеження на обсяг експорту впливатиме на вибір якості чи характеристики продукту. Покажемо, що за певних умов для фірми-експортера буде оптимально збільшувати якість свого продукту у відповідь на квоту, але не у відповідь на оціночний тариф.

Нехай є  $N$  різновидів диференційованого продукту, а характеристики кожного різновиду  $i = 1, \dots, N$  задаються вектором  $z_i$ . Аналогічно до аналізу монополістичної конкуренції припустимо, що попит на ці різновиди продукту зумовлений агрегованою функцією корисності  $U [c_{if}(z_i), \dots, c_{Nf}(c_N)]$ , де  $c_i$  – споживання різновиду  $i$ , а функція  $f(z_i)$  перетворює вектор  $z_i$  у скаляр, що вимірює якість цього різновиду продукту.

Якщо продуктивний асортимент купують різні індивіди, то можна користуватися агрегованою функцією корисності, подібною до функції  $U [c_{if}(z_i), \dots, c_{Nf}(c_N)]$  [4, 19, 20]. Нобелівський лауреат 2000 р. сформулював дуже загальну теорему агрегації, що застосовується до поведінки осіб, які приймають оптимальне групове рішення про вибір з дискретної кількості продуктів, де кожна особа купує один продукт [19; 20]. Показана еквівалентність між трьома моделями продуктової диференціації – адресним підходом (підходом характеристик), підходом випадкової корисності, підходом репрезентативного споживача (який виграє від різноманітності продуктів) [4].

Теорема агрегації [19, 20] говорить, що рішення осіб, які мають випадкову корисність на дискретних альтернативах, можна іноді агрегувати до репрезентативного споживача (з функцією корисності, яка має постійну еластичність заміщення (constant elasticity of substitution, CES) [4]). Розглядався випадок, де особи мають лінійні за доходом функції корисності, а кожний продукт купують в обсязі 0 або 1 [19; 20]. За деяких умов це можна узагальнити на випадок, де особи мають нелінійні за доходом функції корисності, а кожний продукт купують у будь-якому обсязі на [4].

Разом з агрегацією обговоримо емпіричну стратегію оцінювання моделей дискретного вибору [6]. Ця стратегія виходить з того, що немає даних про споживчий вибір на рівні осіб, але є дані про обсяги купівлі кожного продукту на рівні ринку, а також дані про характеристики й ціни продуктів. Мета стратегії – знайти параметри особистих смаків і граничних витрат, маючи такі дані про обсяги й ціни продуктів. Стратегія дозволить оцінювати маржу (margin) між ціною та собівартістю кожного продукту.

Нормалізуємо до 1 розмір генеральної сукупності (population) споживачів  $h$ . Кожен споживач має вирішити, яку із дискретної кількості альтернатив  $j = 1, \dots, N$  купувати, й отримує від споживання одиниці продукту  $j$  корисність

$$V_j^h = u_j + \varepsilon_j^h, \quad (7)$$

де  $u_j$  – корисність, отримана від продукту  $j$  кожним споживачем,  $\varepsilon_j^h$  – додаткова частина корисності, отримана від продукту  $j$  споживачем  $h$ . Вважати-мемо, що  $\varepsilon_j^h$  – випадкова змінна з кумулятивною функцією щільності  $F(\varepsilon)$ , де кожний споживач діс-

тає свій жереб (draw)  $\varepsilon = (\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_N)$ . Виходячи з жеребу, споживач обирає продукт з найвищою корисністю. Ймовірність того, що споживач обирає продукт  $j$ , дорівнює

$$P_j = \Pr \{V_j \geq V_k \forall k = 1, \dots, N\}, \quad (8)$$

де  $u_j + \varepsilon_j = V_j \geq V_k = u_k + \varepsilon_k, j = 1, \dots, N$ .

Співвідношення (8) можна інтерпретувати як імовірність (очікувану частку генеральної сукупності) того, що будь-який споживач обирає альтернативу  $j$ . Розв'язок  $N$  співвідношень (8) залежить від функції розподілу  $F(\varepsilon)$ , а також від визначення корисності  $u_j$ . У спрощеній ситуації корисність

$$u_j = y + \beta^T z_j - \alpha p_j + \xi_j \quad (9)$$

лінійна за особистим доходом  $y$  і спадає за ціною  $p_j$  продукту  $j$ , де:  $z_j$  – вектор характеристик різновиду  $j$  продукту;  $\beta$  – вектор коефіцієнтів відповідної вимірності;  $\alpha > 0$ ;  $\xi_j$  – випадкова величина, яка, на відміну від  $\varepsilon_j^h$ , не змінюється поміж споживачів (деяка невимірювана характеристика продукту  $j$ , яка є випадковою поміж продуктів, але не поміж споживачів) [В]. Функція корисності (9) не є однорідною ступеню 0 за доходом  $y$  і ціною  $p_j$ . Для отримання властивості однорідності функції корисності доход  $y$  і ціну  $p_j$  слід вимірювати відносно деякої базової ціни  $p_0$ : функція  $u_j = \frac{y}{p_0} + \beta^T z_j - \alpha \frac{p_j}{p_0} + \xi_j$  однорідна степені 0 за  $(y, p_j, p_0)$ .

Пошук імовірностей  $P_1, \dots, P_N$  вибору продуктів  $1, \dots, N$  відповідно через співвідношення (8) вимагає обчислювальних потужностей, бо потребує інтегрування на різних підмножинах області визначення  $F(\varepsilon)$ . Тому звуємо клас функцій розподілу до класу функцій узагальненого екстремального значення (generalized extreme value):

$$F(\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_N) = \exp\{-H[\exp(-\varepsilon_1) \dots, \exp(-\varepsilon_N)]\}. \quad (10)$$

**Теорема [19; 20].** Нехай  $H$  – невід'ємна функція, визначена на  $R_+^N$ , що має такі властивості:

функція  $H$  однорідна степені 1;

значення функції  $H$  прямує до нескінченності, коли до нескінченності прямує будь-який аргумент функції  $H$ ;

змішані частинні похідні функції  $H$  відносно  $k = 1, \dots, N$  змінних існують, є неперервними, невід'ємними для непарних  $k$  і недодатними для парних  $k$ .

Тоді сподіване значення споживчої корисності (з точністю до константи) задається агрегрованою функцією корисності

$$G(u_1, \dots, u_N) = \ln\{H[\exp(u_1), \dots, \exp(u_N)]\}, \quad (11)$$

а значення ймовірностей  $P_1, \dots, P_N$  у співвідношеннях (8) визначаються

$$P_j = \frac{\partial G}{\partial u_j}, \quad j = 1, \dots, N. \quad (12)$$

Для інтерпретації теореми використаємо лінійну функцію корисності (9) у залежності (11) і лінійну однорідність  $H$  степені 1:

$$\begin{aligned} G(u_1, \dots, u_N) &= G(y + \beta^T z_1 - \alpha p_1 + \xi_1, \dots, y + \beta^T z_N - \alpha p_N + \xi_N) = \\ &= \ln\{H[\exp(y + \beta^T z_1 - \alpha p_1 + \xi_1) \dots, \exp(y + \beta^T z_N - \alpha p_N + \xi_N)]\} = \\ &= y + \ln\{H[\exp(\beta^T z_1 - \alpha p_1 + \xi_1) \dots, \exp(\beta^T z_N - \alpha p_N + \xi_N)]\} \end{aligned}$$

звідки 
$$\frac{\partial G}{\partial y} = 1. \quad (13)$$

При  $\alpha = 1$  співвідношення (9) дає

$$du_j = -d p_j, \quad \frac{d p_j}{d u_j} = -1,$$

що разом з рівністю (13) використаємо у залежності (12):

$$P_j = \frac{\partial G}{\partial u_j} = \frac{\partial G}{\partial p_j} \frac{\partial p_j}{\partial u_j} = \left( \frac{\partial G}{\partial p_j} \right) \left( \frac{\partial G}{\partial y} \right)^{-1}. \quad (14)$$

Останнє означає виконання тотожності Роя (Roy) на агрегованому рівні.

Умови теореми 1 є технічними властивостями, потрібними для того, щоб функція (10) була кумулятивною функцією розподілу. Є багато варіантів функції  $H$ , що задовольняють цим умовам і дають агреговану функцію корисності (11), чий попит відповідає задачі індивідуального вибору (7), (8). Більше того, ця агрегована функція корисності відбиває сподівану індивідуальну корисність і може використовуватися для оцінки добробуту окремих споживачів.

Дослідимо поведінку споживача [22]. Споживач обирає такі обсяги товарів  $x_i \geq 0, i = 1, 2, \dots, n$ , щоб максимізувати свою функцію корисності  $U(\bar{x}): R_+^n \rightarrow R$  при своєму бюджетному обмеженні

$$\bar{p}^T \bar{x} \leq I, \quad (15)$$

де  $I$  називають доходом споживача,  $\bar{p}$  – вектором цін,  $p_i > 0, i = 1, 2, \dots, n$ . Нехай ця функція належить класу  $C^1$  і задовольняє умові монотонності {має місце обмеження (15)  $\Rightarrow \exists i = 1, 2, \dots, n: \frac{\partial U(\bar{x})}{\partial x_i} > 0$ }. Нехай  $\bar{x}^* \neq \bar{0}$  – споживчий набір, який максимізує цю функцію при обмеженні (15). Тоді:

$\exists \lambda^* > 0$ : обмеження (15) виконується як рівність (стає зв'язуючим);

$$\frac{1}{p_i} \frac{\partial U(\bar{x}^*)}{\partial x_i} \leq \lambda^* = \lambda(\bar{p}, I) \quad \forall i = 1, 2, \dots, n, \quad (16)$$

причому  $\left\{ \frac{1}{p_i} \frac{\partial U(\bar{x}^*)}{\partial x_i} = \lambda^* \Leftrightarrow x_i^* > 0 \right\}$ ;

$$\{x_i^* > 0 \forall i = 1, 2, \dots, n \Rightarrow \frac{\partial U(\bar{x}^*)}{\partial x_i} = \lambda^* p_i, \frac{\partial U(\bar{x}^*)}{\partial x_i} > 0 \forall i = 1, 2, \dots, n,$$

$$\frac{1}{p_i} \frac{\partial U(\bar{x}^*)}{\partial x_i} = \frac{1}{p_j} \frac{\partial U(\bar{x}^*)}{\partial x_j} \quad \forall i, j = 1, 2, \dots, n\}; \quad (17)$$

Нехай точка  $\bar{x}^*$  задовольняє обмеженню (15) та умові першого порядку (17)  $\forall i, j = 1, 2, \dots, n; x_i^* > 0 \forall i = 1, 2, \dots, n$ . Тоді: для  $U \in C^2$  має місце умова невідродженості другого порядку  $\{(-1)^k \det[H(U(\bar{x}^*))] > 0\} \forall k = 2, \dots, n \Rightarrow \bar{x}^*$  – строгий локальний розв'язок задачі максимізації корисності при обмеженні (15), де  $H(U(\bar{x}^*))$  – розширений гессіан функції  $U$  у точці  $\bar{x}^*$ . Для квазіувігнутої функції  $U$  матиме місце  $\{\nabla U(\bar{x}) \neq \bar{0} \quad \forall \bar{x} \neq \bar{0} \Rightarrow \bar{x}^*$  глобальний розв'язок задачі максимізації корисності при обмеженні (15)}.

Маршаллова (Marshallian) функція споживчого попиту  $\bar{x} = \xi(\bar{p}, I)$  максимізує  $U(\bar{x})$  при обмеженні (15).

Якщо  $(-1)^n \det[H(U(\bar{x}^*))] > 0$  у точці  $\bar{x} = \xi(\bar{p}^*, I^*)$ , де  $\bar{p}^* > 0, I^* > 0, U$  – псевдоувігнута функція з класу  $C^2$ , то множник Лагранжа  $\lambda(\bar{p}, I)$  з умови (16) та  $\xi(\bar{p}, I)$  є однозначними функціями від  $(\bar{p}, I)$  з класу  $C^1$  на відкритому околі  $(\bar{p}^*, I^*)$ , причому  $\lambda(\bar{p}, I) = \frac{\partial U(\xi(\bar{p}, I))}{\partial I}$  – гранична корисність доходу.

Для  $U = (x_1)^a (x_2)^b, a, b > 0$ , умова (17) означає

$$\frac{1}{p_1} a (x_1)^{a-1} (x_2)^b = \frac{1}{p_1} \frac{\partial U(\bar{x}^*)}{\partial x_1} = \frac{1}{p_2} \frac{\partial U(\bar{x}^*)}{\partial x_2} = \frac{1}{p_2} b (x_1)^a (x_2)^{b-1},$$

звідки, враховуючи бюджетне обмеження  $p_1 x_1 + p_2 x_2 = I$ , знаходимо

$$x_1 = \frac{I a}{p_1 (a+b)}, \quad x_2 = \frac{I b}{p_2 (a+b)}, \quad V = U = \frac{I^{a+b} a^a b^b}{(p_1)^a (p_2)^b (a+b)^{a+b}},$$

$$\lambda(p_1, p_2, I) = \frac{\partial U}{\partial I} = \frac{I^{a+b-1} a^a b^b}{(p_1)^a (p_2)^b (a+b)^{a+b-1}}.$$

Для  $U = (x_1)^{a_1} \dots (x_n)^{a_n}, a_i > 0, \sum_{i=1}^n a_i = 1$ , умова (17) означає  $a_i p_j x_j = a_j p_i x_i$ , звідки, враховуючи бюджетне обмеження  $\sum_{i=1}^n p_i x_i = I$ , дістаємо

$$x_i = \frac{I a_i}{p_i \sum_{j=1}^n a_j} = \frac{I a_i}{p_i} = \xi_i(\bar{p}, I), \quad U = I \frac{\prod_{i=1}^n (a_i)^{a_i}}{\prod_{i=1}^n (p_i)^{a_i}}, \quad \lambda(\bar{p}, I) = \frac{\partial U}{\partial I} = \frac{\prod_{i=1}^n (a_i)^{a_i}}{\prod_{i=1}^n (p_i)^{a_i}},$$

$$Z_i(\bar{p}, u) = \frac{u a_i}{p_i} \prod_{j=1}^n \left( \frac{p_j}{a_j} \right)^{a_j}, \quad u = I \prod_{j=1}^n \left( \frac{p_j}{a_j} \right)^{a_j} = V(\bar{p}, I).$$

Якщо виконується умова невиродженості у точці  $\bar{x}^* = \xi(\bar{p}^*, I^*) > \bar{0}$ , де  $\bar{p}^* > \bar{0}$ ,  $I^* > 0$ , то  $\forall (\bar{p}, I)$  в околі  $(\bar{p}^*, I^*)$  має місце

$$x_j + \sum_{i=1}^n p_i \frac{\partial x_i}{\partial p_j} = 0 = \sum_{i=1}^n p_i \frac{\partial x_j}{\partial p_i} + I \frac{\partial x_j}{\partial I}, \quad \sum_{i=1}^n p_i \frac{\partial x_i}{\partial I} = 1. \quad (18)$$

$\varepsilon_{ii} = \frac{p_i}{x_i} \frac{\partial x_i}{\partial p_i}$  називають власною (own) ціною еластичністю (price elasticity),  $\varepsilon_{ij} = \frac{p_j}{x_i} \frac{\partial x_i}{\partial p_j}$  – перехресною (cross) ціною еластичністю,  $\eta_i = \frac{I}{x_i} \frac{\partial x_i}{\partial I}$  – еластичністю за доходом (income elasticity).

Тоді рівняння (18) переписуються як

$$s_j + \sum_{i=1}^n s_i \varepsilon_{ij} = 0 = \sum_{i=1}^n \varepsilon_{ij} + \eta_j, \quad \sum_{i=1}^n s_i \eta_i = 1.$$

$V(\bar{p}, I) = U(\xi(\bar{p}, I))$  називають непрямою функцією користі.

Якщо  $\bar{x} = \xi(\bar{p}, I) > \bar{0}$ , де  $\bar{p} > \bar{0}$ ,  $I > 0$ , а функція  $U$  з класу  $C^2$  задовольняє умовам монотонності та невиродженості, то  $x_i = -\frac{\partial V(\bar{p}, I)}{\partial p_i} \left[ \frac{\partial V(\bar{p}, I)}{\partial I} \right]^{-1}$ ,  $i = 1, \dots, n$ . Це тотожність Роя, яка узагальнюється рівністю (14).

Хіксова (Hicksian) функція компенсованого попиту – це набір товарів  $\bar{Z}(\bar{p}, u)$ , який мінімізує витрати  $\bar{p}^T \bar{x}$  при обмеженнях  $U(\bar{x}) \geq u$ ,  $\bar{x} \geq \bar{0}$  (Хікс – Нобелівський лауреат 1972 р.)

Функція витрат – це мінімальні зазначені витрати  $E(\bar{p}, u) = \bar{p}^T \bar{Z}(\bar{p}, u)$ .

Якщо функція  $U$  з класу  $C^1$  задовольняє умові  $\{\exists i: x_i \frac{\partial U(\bar{x})}{\partial x_i} > 0\} \forall \bar{x} \neq \bar{0}$ , то:

$$U(\bar{Z}(\bar{p}, u)) = u;$$

функції  $\bar{Z}(\bar{p}, u)$  та  $E(\bar{p}, u)$  належать класу  $C^1$  в околі  $(\bar{p}, u)$ , якщо  $\bar{Z}(\bar{p}, u) > \bar{0}$  та  $U$  задовольняє умові невиродженості;

якщо  $U$  задовольняє умові невиродженості, то

$\frac{\partial E}{\partial p_i} = Z_i(\bar{p}, u)$ , причому додатним є множник Лагранжа  $\frac{\partial E}{\partial u}$  задачі мінімізації  $\bar{p}^T \bar{x}$  при обмеженнях  $U(\bar{x}) \geq u$ ,  $\bar{x} \geq \bar{0}$ .

Якщо  $U(\bar{x})$  – неперервна функція така, що  $\forall \bar{x} \neq \bar{0} \{\exists i: U$  строго зростає по  $x_i\}$ ;  $\bar{p} > \bar{0}$ ,  $I > 0$ , то:  $\bar{Z}(\bar{p}, u) = \xi(\bar{p}, E(\bar{p}, u))$ ;  $\xi(\bar{p}, I) = \bar{Z}(\bar{p}, V(\bar{p}, I))$ ;  $u = V(\bar{p}, E(\bar{p}, u))$ ;  $I = E(\bar{p}, V(\bar{p}, I))$ .

Якщо  $U$  задовольняє умовам монотонності й невиродженості,  $I > 0$ ,  $\xi(\bar{p}, I)$ ,  $\bar{p} > \bar{0}$ , то  $\frac{\partial \xi_j}{\partial p_i} = \frac{\partial Z_j}{\partial p_i} - \xi_i \frac{\partial \xi_j}{\partial I}$   $\forall i, j = 1, 2, \dots, n$ . Це рівняння Слуцького (Євген Слуцький (1880–1948) викладав політекономію й статистику в Київському комерційному інституті у 1913–1926 рр.)

**Висновок** полягає у тому, що не завжди виділяється економічна загальність моделей дискретного вибору, які зазвичай вивчають в економетриці, особливо моделей, що поєднують попит з оптимальними цінами, які стягують фірми при недосконалій конкуренції. Оскільки формування попиту має відповідати формуванню цін, то торговельні засоби (тариф або обмінний курс) впливають на ціни через попит на ринках недосконалої конкуренції. На ринках досконалої конкуренції ціни визначаються не стільки попитом, скільки граничними витратами. Таким чином, дівість торговельних засобів захисту галузі

залежить від структури ринку галузі, насамперед, світового ринку [5]. Ефективна діяльність на світових ринках потребує відповідної організації, прикладом якої може бути МІТІ Японії.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

- Горбачук В.М. Моделювання впливу державної політики на міжнародну торгівлю // Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: економічні науки. – 2015. – Вип. 10. Ч. 2. – С. 187-193.
- Горбачук В.М. Базові властивості рівноважних моделей міжнародної торгівлі // Комп'ютерна математика. – 2015. – 1. – С. 25-34.
- Горбачук В.М. Торговельні засоби розвитку високотехнологічної галузі // Вісник Одеського національного університету. Економіка. – 2015. – Т. 20. – Вип. 1.
- Anderson S.P., de Palma A., Thisse J.-F. Discrete choice theory of product differentiation. – Cambridge, MA: MIT Press, 1992.
- Atoyev K.L., Golodnikov O.M., Gorbachuk V.M., Ermoliev Yu.M., Ermolieva T.Yu., Kiriljuk V.S., Knopov P.S. The mathematical problems of complex management and effective utilization of food, energy and water resources under increased uncertainties / Integrated management, security, and robustness. A.G. Zagorodny, Yu.M. Ermoliev, V.L. Bogdanov (eds.) – Kyiv: NAS of Ukraine, 2014. – P. 198-227.
- Berry S.T. Estimating discrete-choice models of product differentiation // RAND journal of economics. – 1994, Summer. – 25 (2). – P. 242-246.
- Campa J.M., Goldberg L.S. Exchange rate pass-through into import prices: a macro or micro phenomena? – New York, NY: Federal Reserve Bank of New York, 2002.
- Feenstra R.C. Quality change under trade restraints in Japanese autos // Quarterly journal of economics. – 1988, February. – 103(1). – P. 131-146.
- Feenstra R.C. Gains from trade in differentiated products: Japanese compact trucks / Empirical methods for international trade. R.C. Feenstra (ed.) – Cambridge, MA: MIT Press, 1988. – P. 119-136.
- Feenstra R.C. Symmetric pass-through of tariffs and exchange rates under imperfect competition: an empirical test // Journal of international economics. – 1989. – 27. – P. 25-45.
- Feenstra R.C. Advanced international trade: theory and evidence. – Princeton, NJ: Princeton University Press, 2004. – 484 p.
- Goldberg P.K., Knetter M.M. Goods prices and exchange rates: what have we learned? // Journal of economic literature. – 1997, September. – 35. – P. 1244-1272.
- Heavyweight motorcycles, and engines and power train subassemblies therefor. – Washington DC: United States International Trade Commission (USITC), 1983. – Publication 1342.
- Heavyweight motorcycles: quarterly report on selected economic indicators. – Washington, DC: USITC, 1983-1984.
- Irwin D. A. Free trade on fire. – Princeton, NJ: Princeton University Press, 2002.
- Knetter M. M. Price discrimination by U.S. and German exports // American economic review. – 1989, March. – 79(1). – P. 198-210.
- Knetter M.M. International comparisons of pricing-to-market behavior // American economic review. – 1993, June. – 83(3). – P. 473-486.
- McElroy J., Lodomirak D. Heavyweight motorcycles: selected economic indicators, first quarter 1984. Report to the President on investigation No. 332-164 under Section 332 of the Tariff Act of 1930. – Washington, DC: Machinery and Equipment Division; USITC, 1984.
- McFadden D. Modeling the choice of residential location / Spatial interaction theory and planning models. A. Karlqvist, L. Lundqvist, F. Snickars, J. Weibull (eds.) – Amsterdam: North-Holland, 1978. – P. 75-96.
- McFadden D. Econometric models of probabilistic choice / Structural analysis of discrete data with econometric applications. C. F. Manski, D. McFadden (eds.) – Cambridge, MA: MIT Press, 1981. – P. 198-272.
- Reid P.C. Made well in America: lessons from Harley-Davidson on being the best. – New York, NY: McGraw-Hill, 1990.
- Simon C.P., Blume L. Mathematics for economists. – W. W. Norton & Company, 1994. – 930 p.
- Suomela J.W. Free trade versus fair trade: the making of American trade policy in a political environment. – Turku, Finland: Institute for European Studies, 1993.