



Чепелєв М. Г., аспірант

науковий співробітник Інституту економіки
та прогнозування НАН України

ЕКОНОМЕТРИЧНА ОЦІНКА ЕЛАСТИЧНОСТЕЙ ЗАМІЩЕННЯ МІЖ ПРАЦЕЮ І КАПІТАЛОМ ДЛЯ ОБЧИСЛЮВАНОЇ МОДЕЛІ ЗАГАЛЬНОЇ РІВНОВАГИ УКРАЇНИ

Представлено економетричні оцінки еластичностей заміщення між працею та капіталом у розрізі 10 видів економічної діяльності за даними 2003–2009 рр. Параметри оцінюються в контексті методології обчислюваних моделей загальної рівноваги, зокрема, на базі виробничих функцій з постійними еластичностями заміщення та з урахуванням умов мінімізації витрат на виробництво продукції.

Отримані оцінки еластичностей заміщення характеризуються відносно невисокими значеннями – на рівні 0,13–0,82. Ці результати ставлять під сумнів доцільність використання певних класів виробничих функцій для моделювання відповідних процесів, зокрема, досить поширених у цьому контексті виробничих функцій Кобба – Дугласа, які мають одиничну еластичність заміщення¹.

К л ю ч о в і с л о в а : еластичність заміщення, праця, капітал, обчислювана модель загальної рівноваги, економетрична оцінка, Україна.

J E L : E23, C50, C68

Вступ

Серед модельного інструментарію, що використовується для аналізу заходів економічної, соціальної та екологічної політики, важливе місце посідають обчислювані моделі загальної рівноваги (ОМЗР). Широка множина досліджуваних питань, включаючи аналіз торговельних режимів, заходів енергетичної політики, наслідків зміни політики оподаткування та інвестування разом із ґрунтовною емпіричною базою та системністю представлення ключових економічних процесів зробили ОМЗР невід’ємним інструментом досліджень провідних міжнародних організацій.

На відміну від деяких інших економіко-математичних моделей як методологічні припущення, так і вхідний набір емпіричних даних істотним чином визначають властивості цього інструментарію та характер отримуваних результатів. Утім, якщо у випадку методологічних припущень можна виділити множину загальноприйнятих положень, то величини екзогенних показників, як правило, визначаються окремо для кожної країни (регіону) та з урахуванням характеристик самої моделі. Вхідні дані більшості статичних ОМЗР можна розділити на дві групи.

До *першої* належить матриця соціальних рахунків (МСР) – розширений аналог таблиці витрати-випуск (ТВВ), в якому представлено транзакції, що мали місце в економіці країни (регіону) за певний період. На основі даних МСР розраховується більшість параметрів ОМЗР, включаючи вагові коефіцієнти виробничих функцій (ВФ), обсяги виробництва, ціни базового року, ставки податків, субсидій, митних зборів тощо.

Утім, не всі екзогенні показники можливо оцінити за даними МСР базового року, що зумовлює необхідність використання додаткових джерел інформації, які можна включити до *другої* групи. До таких параметрів належать, зокрема, еластичності за-

¹ Публікація підготовлена за виконання НДР "Регулювання ринків енергоресурсів в контексті міжнародних зобов’язань України", державний реєстраційний №0114U002016.



міщення та трансформації, величини яких показують відсоткову зміну відносної кількості використання товарів при зміні відносних цін цих товарів на 1%. Економічна сутність еластичностей обумовлює суттєву залежність не лише кількісних показників, а й якісного характеру результатів від значень цих параметрів [1–4].

Водночас часта відсутність надійних статистичних даних (особливо це актуально для країн, що розвиваються) зумовлює необхідність оцінювання еластичностей на основі експертних припущень та огляду літературних джерел. І хоча такий підхід має ряд переваг, зокрема, не вимагає значних ресурсів, дозволяє оцінити еластичності для будь-якого рівня групування аргументів та уникає критики Лукаса², його використання в прикладних дослідженнях часто супроводжується справедливими зауваженнями щодо суттєвої емпіричної необґрунтованості, а також географічної та часової невідповідності (у випадку запозичення даних з інших публікацій).

Як показав огляд літератури, при калібруванні моделей загальної рівноваги для України здебільшого використовують оцінки еластичностей заміщення, представлені в публікаціях іноземних авторів, або висуваються додаткові експертні припущення [6, 7]. Тому, навіть зважаючи на всі наявні недоліки економетричного підходу, емпірична оцінка еластичностей заміщення між працею та капіталом для економіки України видається задачею актуальною, передусім у контексті залучення додаткового статистично обґрунтованого джерела інформації.

ОМЗР України

Оцінювання *еластичностей* у цій роботі здійснюється в контексті використання відповідних показників у рамках ОМЗР України, яку було розроблено з акцентом на дослідження заходів енергетичної політики. Тому для адекватної реалізації цієї процедури доцільно враховувати ключові характеристики модельного інструментарію, які детально представлені в роботі [8]. Основну увагу слід звернути на структуру виробничих зв'язків ОМЗР України.

Так, для врахування специфіки паливно-енергетичного комплексу у виробничому блоці моделі використано багаторівневу функцію з постійними еластичностями заміщення (ПЕЗ). Енергетичні ресурси, продукція проміжного споживання та складові доданої вартості розділені на окремі групи (рис. 1).

Для визначення рівноважних обсягів випуску та цін розв'язується система нелінійних рівнянь. У процесі формування останньої для ВФ блоків моделі розв'язуються оптимізаційні задачі. Наприклад, виробляючи продукцію, підприємства мають визначити оптимальну структуру проміжного споживання. Вихідні величини часток оцінюються за даними базового року (ім відповідають ваги, що використовуються у функціях з ПЕЗ), у результаті розв'язання оптимізаційної задачі визначається, як реагуватимуть виробники (змінюючи обсяги споживання кожного з ресурсів) на зміни екзогенних параметрів моделі (наприклад, зростання величини податку на прибуток).

В ОМЗР України використовуються ВФ у формі каліброваних часток³. Функцію ПЕЗ виробничого блоку моделі можна представити у вигляді:

² Критичне зауваження представлено в роботі [5, с. 41]: "З огляду на те, що структура економетричної моделі складається з оптимальних правил прийняття рішення економічними агентами і що оптимальні правила прийняття рішення систематично змінюються разом зі змінами в структурі послідовностей, важливих для тих, хто приймає рішення, впливає, що будь-яка зміна в політиці систематично змінюватиме структуру економетричних моделей".

³ Англ. – calibrated share form.

$$\begin{aligned}
 Y_i = \bar{Y}_i & \left[\theta_{1,i} \left(\frac{IO_i}{IO_i} \right)^{\rho_{1,i}} + (1 - \theta_{1,i}) \left\{ \theta_{2,i} \left[\theta_{3,i} \left(\frac{K_i}{K_i} \right)^{\rho_{2,i}} + (1 - \theta_{3,i}) \left(\frac{L_i}{L_i} \right)^{\rho_{2,i}} \right]^{\frac{\rho_{3,i}}{\rho_{2,i}}} + \right. \right. \\
 & \left. \left. + (1 - \theta_{2,i}) \left[\theta_{4,i} \left(\frac{EL_i}{EL_i} \right)^{\rho_{4,i}} + (1 - \theta_{4,i}) \left(\frac{EN_i}{EN_i} \right)^{\rho_{4,i}} \right]^{\frac{\rho_{3,i}}{\rho_{4,i}}} \right\}^{\rho_{1,i}} \right]^{\frac{1}{\rho_{1,i}}}, \quad (1)
 \end{aligned}$$

де i – номер галузі; Y_i – випуск; IO_i – множина товарів проміжного споживання; K_i – капітал; L_i – праця (робоча сила); EL_i – електроенергія; EN_i – енергетична складова (за винятком електроенергії); $\alpha_{k,i}$ – параметр розподілу; $\theta_{k,i}$ – вагові коефіцієнти, які показують частку у споживанні виробниками відповідної продукції (у загальному обсязі споживання на відповідному рівні групування), наприклад, $\theta_{4,i}$ відповідає частці споживання електроенергії у загальному обсязі споживання енергоресурсів; символ « $\bar{}$ » відповідає значенням змінних у базовому році; $\rho_{k,i}$ – показники еластичностей заміщення, за якого еластичності обчислюються за формулою $\sigma_{k,i} = 1 / (1 - \rho_{k,i})$.

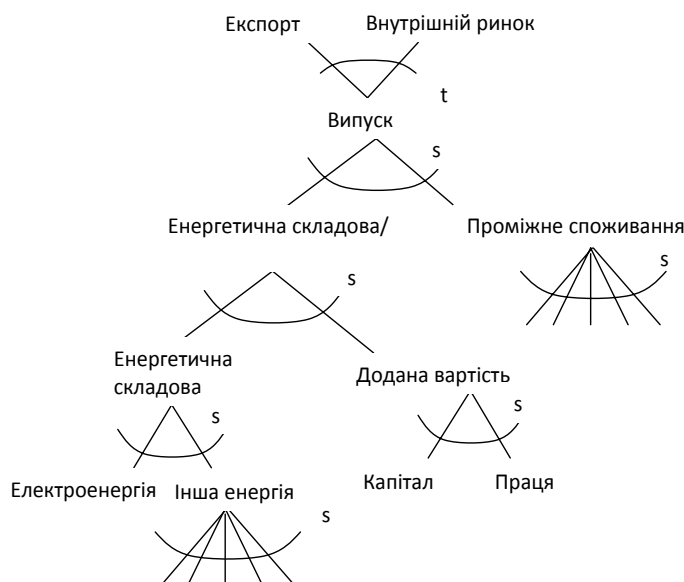


Рис. 1. Структура виробничого блоку ОМЗР України

Примітка: s – еластичності заміщення, t – еластичності трансформації
 Джерело: розроблено автором.

У наведеній ВФ ОМЗР України не виділено елементи груп товарів проміжного споживання та енергетичних ресурсів, тому, на відміну від схематичного запису структури виробничого блоку, в рівнянні (1) не представлено параметри еластичностей заміщення в рамках цих груп ресурсів.

У процесі формулювання умов рівноважного стану ОМЗР України, як і для більшості моделей цього типу, припускається, що виробники мінімізують витрати. В цьому контексті в моделі розраховуються т.з. функції одиничних витрат, які показують мінімально можливі витрати на виробництво одиниці продукції. Після цього, використовуючи лему Шепарда, знаходять величини оптимального попиту виробників на відповідні товари (послуги). При розв'язанні задачі мінімізації витрат формулюються умови першого порядку. Так, якщо розглянути складову ДВ виробничого блоку ОМЗР України, умови першого порядку можна записати у вигляді:

$$\frac{L_i^*}{K_i^*} = \left(\frac{1 - \theta_{3,i}}{\theta_{3,i}} \right)^{\frac{1}{1-\rho_{2,i}}} \left(\frac{p_{K,i}^*}{p_{L,i}^*} \right)^{\frac{1}{1-\rho_{2,i}}}, \quad (2)$$

де $K_i^* = \frac{K_i}{\bar{K}_i}$, $L_i^* = \frac{L_i}{\bar{L}_i}$, $p_{L,i}^* = \frac{p_{L,i}}{\bar{p}_{L,i}}$, $p_{K,i}^* = \frac{p_{K,i}}{\bar{p}_{K,i}}$; $p_{L,i}$ – ціна праці в i -

ій галузі; $p_{K,i}$ – ціна капіталу в i -ій галузі; \bar{p} – ціни базового року.

При цьому, незалежно від структури виробничого блоку, заданого функцією ПЕЗ, якщо два елементи перебувають на одному рівні, для них буде справедлива відповідна умова першого порядку.

Як видно на рис. 1, виробничий блок ОМЗР України містить 6 показників еластичностей заміщення. Втім, ураховуючи фактичну доступність статистичних даних, для емпіричного оцінювання було обрано лише еластичність заміщення між працею та капіталом (σ_{KL}).

Підходи до оцінювання еластичностей заміщення

Як показав аналіз публікацій з економетричного оцінювання σ_{KL} , наразі досить важко знайти хоча б дві роботи, які використовують однакові методики апроксимації цього показника. При цьому різниця між підходами може виникати одночасно на декількох етапах, починаючи з вибору форм функціональних залежностей, які апроксимуються, та економічних показників, що використовуються для побудови часових рядів, і закінчуючи методами оцінювання екзогенних змінних, що особливо актуально у випадку використання нелінійних форм (табл. 1). У деяких з аналізованих робіт параметр σ_{KL} оцінювався одночасно з іншими еластичностями заміщення виробничого блоку. І хоча через брак якісних статистичних даних наразі цей підхід для України реалізувати неможливо, такі роботи були включені до аналізованої множини публікацій, оскільки містять важливу інформацію щодо використаних статистичних даних та методик оцінювання.

У контексті економетричного оцінювання σ_{KL} проведений аналіз публікацій дозволив виділити декілька важливих аспектів, які доцільно враховувати в процесі подальшого дослідження:

1. *Мінімальний обсяг статистичних даних.* Це питання коректно розглядати з урахуванням кількості оцінюваних параметрів. У середньому мінімальна кількість спостережень у розрахунку на один невідомий параметр дорівнює 5–7 одиницям. Найбільш популярний метод збільшення кількості спостережень – агрегація за регіонами: припускається, що для певної галузі еластичність заміщення однакова для різних країн. Другий за поширеністю підхід полягає в оцінюванні єдиної еластичності для всіх галузей економіки країни або сектора (промисловість, сфера послуг тощо).



Таблиця 1

Порівняння підходів до оцінювання еластичностей заміщення між працею та капіталом

Показник/ джерело	[2]	[3]	[4]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]
Групування ресурсів ¹	(KL)E	KL	(KL)E)M	(KL)E	((KL)E)M	(KL)E	KL	(KL)E
Регіони	Канада	3 регіони ²	33 країни ³	Велика Британія	14 країн ⁴	12 країн	США	Німеччина
Галузі	10	6	35	27	19	7	28	7 ⁵
Часовий інтервал	1962–1997	1995–2009	1995–2006	1970–2005	1995–2004	1978–1996	1947–1998	1970–1988
Кількість спостережень ⁶	36	30–225	312–396	36–972	140	84–144	52	19
Кількість невдомих	5	3	9	7	2	2–3	3–5	6
Методологіч- ний підхід	Лінеаризовані функції попиту (ЛФП); включено кофіцієнти технологічних змін	ЛФП; враховано параметри технологічного прогресу та екзотенні темпи приросту	Окремо розглядається функція ДВ з технологічним параметром; нелінійний метод оцінювання	Нелінійні методи не дали надійних результатів; використані ЛФП	Лінеаризовані функції умов першого порядку	ЛФП; включено кофіцієнти технологічних змін	Оцінки на бази лінеаризованих функцій умов першого порядку	Безпосередня оцінка ПЕЗ; припускається нейтральний технологічний прогрес
Особливості статистичного оцінювання	Використовува- лись методи нелінійної регресії для системи зовнішньо непов'язаних рівнянь	Тест на рівень інтеграції – різні специфікації рівнянь	Використовується множина оптимізаційних алгоритмів	–	Еластичності оцінюються поетапно для кожного рівня групування	Використано підхід об'єднаної регресії	Тест на рівень інтеграції – різні специфікації рівнянь	–

¹ Для випадків оцінювання σ_K одночасно з іншими еластичностями наводились структура групування, за якої праця та капітал перебували на одному рівні, де: К – капітал, L – праця, E – енергетичні ресурси, M – решта продукції проміжного споживання. Дужками позначене групування ресурсів.

² США та Канада; країни ЄС-15; Кітай, Індія та Японія. В межах одного регіону для певної галузі еластичності припускаються однаковими.

³ Для вибраної галузі еластичності припускаються рівними для всіх країн.

⁴ Для вибраної галузі еластичності припускаються рівними для всіх країн.

⁵ Оцінка еластичностей здійснюється як окремо для кожного сектора, так і по всій промисловості загалом.

⁶ Зазначена довжина ряду, що використовується для оцінювання значення еластичності. Інтервал означає мінімальну та максимальну довжини ряду для дослідження.



Продовження табл. 1

Показник/ джерело	[2]	[3]	[4]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]
Значення $\sigma_{\text{вд.}}^1$	0,1549-0,4650	0,1748-4,4166	0,1973- 2,72 ²	-0,13-0,79 ³	0,023-0,46	0,2246-0,6161	-0,017-0,268; -1,597-22,45	0,17-0,793

Статистичні дані⁴

К	основні засоби (ОЗ) ⁶	ОЗ		У роботі безпосередньо не описані. Містяться послання на проєкт EU-KLEMS ⁷	ОЗ	індекс ОЗ	валовий запас ОЗ
		кількість зайнятих	кількість зайнятих				
L	кількість зайнятих	кількість зайнятих	кількість зайнятих	У роботі безпосередньо не описані, є послання на базу даних ⁵	ціновий індекс валового нагромадження ОЗ	кількість працівників в еквівалентів повної зайнятості	кількість зайнятих
P _K	–	–	–				
P _L	–	–	–	–	оплата праці, включаючи внески до соціальних фондів	–	–

Джерело: складено автором на основі: [2–4; 9–13].

¹ Наведено мінімальні та максимальні оцінки параметра. У випадку роботи [12] наведено короткострокові та довгострокові оцінки еластичностей.

² Для оцінок за методом PORT.

³ Від'ємне значення еластичності заміщення означає, що товари є взаємодоповнюючими. Тобто зі збільшенням ціни одного з двох товарів зменшуються обсяги споживання обох товарів.

⁴ $\sigma_{\text{вд.}}$ – плата за капітал, $H_{\text{вд.}}$ – оплата праці, $L_{\text{вд.}}$ – кількість відпрацьованих людино-годин, $K_{\text{вд.}}$ – обсяг основних засобів у цінах базового року.

⁵ Productivity program database of Statistics Canada [Електронний ресурс]. – Доступний з : <http://www.statcan.gc.ca/start-debut-eng.html>

⁶ При оцінці величини використовувався метод безперервної інвентаризації (англ. – perpetual inventory method).

⁷ EU KLEMS Growth and Productivity Accounts [Електронний ресурс]. – Доступний з : www.euklems.net

⁸ Включають прибутки фірм, доходи від підприємницької діяльності, рентний дохід, нетто-відсотки, відрахування на вибуття основних засобів, трансфертні платежі підприємств, споживання основного капіталу державою.

2. *Вибір функцій, що апроксимуються.* Серед усіх аналізованих робіт лише в одній статті оцінювання параметрів виконувалось на базі нелінійних форм ПЕЗ. У деяких випадках дослідники, які намагались апроксимувати безпосередньо нелінійні форми, не змогли отримати надійних результатів. Автори більшості публікацій (виняток становить робота [10]), розглядають ВФ, у яких не представлені всі компоненти виробничого блоку ОМЗР. Як правило, функція, що оцінюється, не включає продукцію проміжного споживання або оцінки еластичностей здійснюються окремо для різних рівнів ВФ [4].

Оскільки ВФ ПЕЗ є усередненням факторів, що визначають агрегований індекс [14], то чим більше вхідних аргументів вона має, тим кращі можливості апроксимації результуючого показника. Тому не зовсім коректно оцінювати, наприклад, окремо параметри ВФ ДВ $VA = C(\alpha_{KL}K^{\rho} + (1 - \alpha_{KL})L^{\rho})^{1/\rho}$, яка є складовою багаторівневої ВФ ПЕЗ, оскільки це співвідношення не обов'язково закладене в контексті всієї ПЕЗ. Крім того, використання наведеної вище функціональної форми не враховує оптимізації поведінки економічних агентів, закладеної в ОМЗР.

3. *Параметри технологічних змін.* Приблизно у половині аналізованих робіт до складу ВФ були включені параметри технологічних змін (коефіцієнти технологічного прогресу), які задаються у формі експоненційно зростаючого множника ВФ. Доцільність врахування таких коефіцієнтів при оцінці еластичностей у контексті ОМЗР має бути обґрунтована структурою ВФ моделі.

4. *Вибір економічних показників.* Оцінки σ_{KL} можуть суттєво залежати від економічних показників, які представляють змінні ВФ. Так, наприклад, кількість використаної праці можна вимірювати в людино-годинах, загальній кількості працівників, еквіваленті повної зайнятості або будувати похідні індикатори, по-різному можна підходити і до визначення цін праці чи капіталу. Однозначно виділити найкращий показник для представлення кожної зі змінних неможливо. В цьому контексті важливо зрозуміти, наскільки зміна у виборі репрезентативного показника може вплинути на результати економетричних оцінок. Доцільно обирати показники так, щоб вони безпосередньо відповідали змінним самої ОМЗР.

Проводити порівняння оцінок еластичностей, отриманих в аналізованих публікаціях, слід досить обережно. Досліджувані роботи не лише використовують специфічні функціональні форми, методики оцінювання та статистичні дані, але й істотно відрізняються за географічним, часовим та галузевим вимірами. Тому представлені оцінки еластичностей коректно інтерпретувати передусім у контексті формування множини найбільш імовірних значень цих показників, які потім доцільно використовувати при проведенні аналізу чутливості в процесі моделювання.

Статистичні дані та способи оцінювання

Оцінювання еластичностей заміщення між працею та капіталом у цій роботі здійснюється на базі лінеаризованої форми функції (2):

$$\ln \left(\frac{L_i^*}{K_i^*} \right)_t = a_{1,i} + b_{1,i} \ln \left(\frac{p_{K,i}^*}{p_{L,i}^*} \right)_t + u_{it}, \quad (3)$$

де $a_{1,i} = \frac{1}{1 - \rho_{2,i}} \ln \left(\frac{1 - \theta_{3,i}}{\theta_{3,i}} \right)$, $b_{1,i} = \frac{1}{1 - \rho_{2,i}}$.

Змінні моделей (2)–(3) представлені такими часовими рядами.



K_i – загальні індекси динаміки основних засобів (ОЗ)⁴, отримані за даними Державної служби статистики України. Оскільки значення цих показників доступні лише з 2004 р., базовий рік не може бути раніше за 2003 р.

L_i – середньорічна кількість працівників в еквіваленті повної зайнятості / середньооблікова кількість штатних працівників [15]. Оскільки до 2004 р. до середньооблікової кількості найманих працівників включались категорії військовослужбовців, які отримували грошове забезпечення (порівняння даних у динаміці з попередніми роками є некоректним), кількість працівників секції L ("Державне управління") у 2003 р. була отримана шляхом лінійної екстраполяції даних 2004–2009 рр. (коефіцієнт детермінації лінійної моделі дорівнює 0,98).

До 2009 р. середньооблікова кількість штатних працівників наведена без найманих працівників статистично малих підприємств та у фізичних осіб-підприємців, а починаючи з 2010 р. середньооблікова кількість штатних працівників розраховувалась по підприємствах, установах, організаціях та їхніх відокремлених підрозділах з кількістю найманих працівників 10 і більше осіб [16, с. 159]. Оскільки при визначенні середньої кількості працівників в еквіваленті повної зайнятості використовуються категорії штатних працівників [17, п. 4.1.], безпосереднє співставлення даних 2010 та попередніх років є некоректним. Таким чином, при розрахунку еластичностей заміщення між працею та капіталом можна оперувати даними 2003–2009 рр.

$p_{L,i}$ – середньомісячна заробітна плата працівників в еквіваленті повної зайнятості/штатних працівників за видами економічної діяльності (ВЕД) [15].

$p_{K,i}$ – індекси цін основних засобів. Розраховувались шляхом ділення номінальної вартості ОЗ на кінець відповідного року на вартість ОЗ на кінець року у цінах базового року [18, с. 90]. Дільник отриманий шляхом множення вартості ОЗ на кінець базового року на загальні індекси динаміки ОЗ.

Оцінювання еластичностей здійснюється з використанням двох наборів даних, які представляють працю – з використанням показників еквівалента повної зайнятості та середньооблікової кількості штатних працівників.

Враховуючи, що для кожної з аналізованих галузей для оцінювання еластичностей заміщення доступні часові ряди довжиною 6 періодів, для збільшення сукупності еластичності оцінювались для 2–5 ВЕД одночасно. Таким чином, висувалося припущення, що в межах відповідних галузей еластичності заміщення між працею та капіталом однакові.

Результати оцінювання

Перш ніж безпосередньо перейти до значень оцінених параметрів еластичностей, розглянемо питання відбору та групування вхідних даних. Величини K_i , L_i , $p_{L,i}$ та $p_{K,i}$ були оцінені в розрізі 30 ВЕД. Після чого для кожної галузі на базі рівняння (3) були оцінені параметри моделі за методом найменших квадратів (МНК), а також коефіцієнт детермінації (R^2). Для чотирьох з тридцяти аналізованих галузей значення R^2 було меншим за 0,3, що свідчить про низьку узгодженість побудованих економічних моделей з емпіричними даними. До цих ВЕД належать "Виробництво коксу, продуктів нафтоперероблення та ядерних матеріалів", "Виробництво гумових та пластмасових виробів", "Виробництво транспортних засобів та устаткування", а також "Діяльність транспорту та зв'язку". Решту видів економічної діяльності було згруповано за галузевим критерієм (табл. 2). У процесі перевірки передумов використання МНК за

⁴ На відміну від індексу чистого зростання ОЗ, який можна розглядати як альтернативу загальному індексу динаміки ОЗ, останній враховує загальне введення та виведення ОЗ за досліджуваній період, а не лише введення в дію нових та ліквідацію старих ОЗ.



Таблиця 2

Оцінки еластичностей заміщення між працею та капіталом для галузей економіки України

Вид економічної діяльності	Код КВЕД-2005	Кількість спостережень	Кількість/оплата праці працівників у еквіваленті повної зайнятості			Кількість/оплата праці штатних працівників		
			σ_{KL}	S^2	R^2	σ_{KL}	S	R^2
Сільське господарство, мисливство, лісове господарство. Рибальство, рибництво	01; 02; B	18	0,721	0,042	0,916	0,701	0,039	0,926
Добування паливно-енергетичних корисних копалин. Добування корисних копалин, крім паливно-енергетичних	CA; CB	12	0,443	0,090	0,657	0,454	0,097	0,633
Текстильне виробництво; виробництво одягу, хутра та виробів з хутра. Виробництво шкіри, виробів зі шкіри та інших матеріалів	DB; DC	12	0,482	0,070	0,756	0,579	0,070	0,826
Оброблення деревини та виробництво виробів з деревини, крім меблів. Целюлозно-паперове виробництво; видавнича діяльність	DD; DE	12	0,823	0,162	0,720	0,794	0,221	0,563
Хімічне виробництво. Виробництво іншої неметалевої мінеральної продукції	DG; DI	12	0,691	0,111	0,678	0,680	0,163	0,545
Металургійне виробництво та виробництво готових металевих виробів. Виробництво машин та устаткування. Виробництво електричного, електронного та оптичного устаткування	DJ; DK; DL	17	0,286	0,057	0,736	0,348	0,052	0,833
Інші галузі промисловості. Виробництво та розподілення електроенергії, газу та води	DN; E	12	0,346	0,059	0,711	0,384	0,096	0,703
Будівництво. Торгівля, ремонт автомобілів, побутових виробів та предметів особистого вжитку. Діяльність готелів та ресторанів. Діяльність транспорту та зв'язку. Фінансова діяльність. Операції з нерухомим майном, оренда, інжиніринг та надання послуг підприємцям	F-K	30	0,696	0,082	0,621	0,646	0,057	0,603
Державне управління. Освіта	L; M	12	0,138	0,029	0,691	0,134	0,029	0,686
Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги. Надання комунальних та індивідуальних послуг; діяльність у сфері культури та спорту	N; O	11	0,338	0,097	0,605	0,347	0,092	0,642

¹ Усі аналізовані ВЕД були розбиті на 10 груп. Таким чином, у процесі оцінювання на кожний невідомий параметр припадає принаймні 5-6 спостережень, що відповідає мінімальному обсягу статистичних даних у інших дослідженнях.

² Стандартна похибка.

Джерело: розрахунки автора.



критеріями фон Неймана та Дарбіна – Уотсона для 7 з 10 рівнянь було виявлено наявність додатної автокореляції. Для цих випадків було застосовано процедуру оцінювання стандартних похибок у формі Ньюї-Уеста (дійсні за наявності гетероскедастичності та автокореляції).

Представлені оцінки еластичностей заміщення між працею та капіталом для галузей економіки України не суперечать результатам, отриманим для інших країн. Загалом усі ВЕД у рамках національної економіки характеризуються відносно невисокими можливостями заміщення праці та капіталу: для більшості галузей величина σ_{KL} менша за 0,5. При цьому для жодного ВЕД значення еластичності заміщення не перевищує "1". Такі результати відрізняються від деяких досліджень, представлених у табл. 1, наприклад, у роботі [3] значення σ_{KL} сягає 4,4.

Отримані в рамках цієї роботи результати слід сприймати, враховуючи декілька зауважень. По-перше, оскільки для оцінювання параметрів використовувались річні дані, отримані значення характеризують можливості заміщення між працею та капіталом у короткостроковому періоді, що, як правило, відповідає припущенням динамічних ОМЗР. Водночас у випадку використання статичних моделей зазвичай припускається, що нове положення рівноваги встановлюється впродовж 3–5 років. По-друге, для оцінювання еластичностей були використані часові ряди за 2003–2009 рр. та висунуто припущення про незмінність значень параметрів на цьому часовому проміжку. Враховуючи характер розвитку економіки України протягом цих років, можна припускати, що характеристики економічних процесів та еластичності заміщення не були сталими. Втім, враховуючи дефіцит необхідних статистичних даних, перевірити це припущення не видається можливим. Нарешті, через ряд причин, пов'язаних зі специфікою статистичних даних, для оцінювання еластичностей були доступні галузеві часові ряди довжиною лише 7 років, чого недостатньо для отримання надійних оцінок параметрів. З метою вирішення цієї проблеми в роботі висувалося припущення про рівність еластичностей заміщення для деяких видів економічної діяльності, що також можна вважати не цілком обґрунтованим, хоча і виправданим у контексті цього дослідження підходом.

Висновки

Як показують отримані оцінки, параметри еластичностей заміщення між працею та капіталом для галузей економіки України характеризуються відносно невисокими значеннями – на рівні 0,13–0,82. При цьому для галузей сфери послуг характерні нижчі величини еластичностей, ніж для видів економічної діяльності, що відносяться до реального сектора економіки України, оскільки у першому випадку галузі характеризуються вищим рівнем інтенсивності використання одного з факторів виробництва (в нашому випадку – праці).

Порівняння оцінок еластичностей з використанням різних економічних показників – представлення праці здійснювалось як в еквіваленті повної зайнятості, так і через кількість штатних працівників – не виявило суттєвих відмінностей у результуючих оцінках. Різниця між значеннями еластичностей потрапляла у межі стандартних похибок, що може бути свідченням певної стійкості отриманих результатів. Можливо зміна репрезентативних показників ціни та кількості основних засобів мала би більш суттєвий вплив на величини результуючих оцінок.

Навіть враховуючи аргументи про відносно невеликий обсяг ретроспективних даних та ряд особливостей методологічного характеру, отримані оцінки ставлять під сумнів доцільність використання певних класів виробничих функцій для моделюван-



ня відповідних процесів. Зокрема, досить поширених у цьому контексті виробничих функцій Кобба – Дугласа, які мають одиничну еластичність заміщення.

Список використаних джерел

1. *Taylor L.* Computable General Equilibrium Models of Trade Liberalization: The Doha Debate [Електронний ресурс]. – 2006. – 89 р. – Доступний з : http://62.58.77.233/sn2/training%20docs/Lecture%20Missaglia/Lecture%20Missaglia_Taylor%20CGE%20Models%20of%20Trade%20Liberalization%20Doha%20Debate.pdf
2. *Dissou Y., Karnizova L., Sun Q.* Industry-level Econometric Estimates of Energy-capital-labour Substitution with a Nested CES Production Function // University of Ottawa, Working Paper № 1214E. – 2012. – 25 р. – [Електронний ресурс]. – Доступний з : <http://sciencessociales.uottawa.ca/sites/default/files/public/eco/1214e.pdf>
3. *Fragiadakis A., Paroussos L., Kouvaritakis N., Capros P.A.* Multi-Country Econometric Estimation of the Constant Elasticity of Substitution [Електронний ресурс] / E3M-Lab. WIOD Conference. – 2012. – 16 р. – Доступний з : http://www.wiod.org/conferences/groningen/Paper_Fragiadakis_et_al.pdf
4. *Koesler S., Schymura M.* Substitution Elasticities in a CES Production Framework. An Empirical Analysis on the Basis of Non-Linear Least Squares Estimations [Електронний ресурс] // ZEW – Centre for European Economic Research Discussion Paper No. 12-007. – 2012. – 25 р. – Доступний з : http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2014655
5. *Lucas R.* Econometric policy evaluation: A critique – Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy 1 (1) [Електронний ресурс]. – 1976. – Доступний з : http://pareto.uab.es/mcreel/reading_course_2006_2007/lucas1976.pdf
6. *Pavel F., Burakovsky I., Selitska N. and Movchan V.* Economic Impact of Ukraine's WTO Accession: First Results from a Computable General Equilibrium [Електронний ресурс] // Institute for Economic Research and Policy Consulting Working Paper. – 2004. – No. 30. – 43 р. – Доступний з : http://www.ier.com.ua/files/publications/WP/2004/WP_30_eng.pdf
7. *Eromenko, I.* Accession to the WTO: Part II – Computable General Equilibrium Analysis: The Case of Ukraine [Електронний ресурс]. – Ventus Publishing ApS. – 2010. – Доступний з : <http://library.ku.ac.ke/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=135>
8. Імплементация стратегічного планування в енергетиці в систему державного управління соціально-економічним розвитком : звіт з НДР № держреєстрації 0112U004433 / ДУ "Інститут економіки та прогнозування НАН України". – 2012. – С. 84–106.
9. *Turner K., Lange I., Lecca P., Ha S. J.* Econometric estimation of nested production functions and testing in a computable general equilibrium analysis of economy-wide rebound effects [Електронний ресурс] // Stirling Economics Discussion Paper. – 2012. – № 7. – 25 р. – Доступний з : http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2054122
10. *Okagawa A., Van K.* Estimation of substitution elasticities for CGE models [Електронний ресурс] // Discussion Paper 08-16. – 2008. – 19 р. – Доступний з : <http://www2.econ.osaka-u.ac.jp/library/global/dp/0816.pdf>
11. *Werfvander E.* Production functions for climate policy modeling: an empirical analysis [Електронний ресурс] // Climate change modeling and policy. – 2007. – 33 р. – Доступний з : <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/9549/1/wp070047.pdf>
12. *Balistreri E.J., McDaniel C.A., Wong E.V.* An estimation of U.S. industry-level capital-labor elasticities: Cobb-Douglas as reasonable starting point? [Електронний ресурс] / U.S. International Trade Commission, 2002. – 26 р. – Доступний з : <http://econmodels.com/upload7282/5b64cdcaeeae6c312ce74e75eb19e2ed.pdf>
13. *Kemfert C., Welsch H.* Energy-Capital-Labor Substitution and the Economic Effects of CO₂ Abatement: Evidence for Germany [Електронний ресурс]. – 1998. – 27 р. – Доступний з : <http://www.feem.it/userfiles/attach/Publication/NDL1998/NDL1998-076.pdf>
14. *Шумська С.С.* Інструмент виробничої функції в дослідженні української економіки / С.С. Шумська // Економіка та прогнозування. – 2007. – № 4. – С. 104–123.



15. Демографічна та соціальна статистика [Електронний ресурс] / Державна служба статистики України. – Доступний з : <http://ukrstat.gov.ua/>
16. Праця України у 2010 році : стат. зб. / Державна служба статистики України. – К., 2011. – 325 с.
17. Інструкція зі статистики кількості працівників. Затверджена Наказом Державного комітету статистики України від 28.09.2005 № 286 [Електронний ресурс]. – Доступний з : <http://zakon.nau.ua/doc/?uid=1092.1470.3&nobreak=1>
18. Статистичний щорічник України за 2010 рік / Державна служба статистики України ; за ред. О.Г. Осауленка. – К., 2011. – 560 с.

Надійшла до редакції 02.06.2015 р.

Чепелев М. Г., аспірант

научный сотрудник Института экономики и прогнозирования НАН Украины

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭЛАСТИЧНОСТИ ЗАМЕЩЕНИЯ МЕЖДУ ТРУДОМ И КАПИТАЛОМ ДЛЯ ВЫЧИСЛИМОЙ МОДЕЛИ ОБЩЕГО РАВНОВЕСИЯ УКРАИНЫ

Представлены эконометрические оценки эластичностей замещения между трудом и капиталом в разрезе 10 видов экономической деятельности на основе данных 2003–2009 гг. Параметры оцениваются в контексте методологии вычислимых моделей общего равновесия, в частности, на базе производственных функций с постоянными эластичностями замещения и с учетом условий минимизации издержек производства продукции.

Полученные оценки эластичностей замещения характеризуются относительно невысокими значениями – на уровне 0,13–0,82. Эти результаты ставят под сомнение целесообразность использования определенных классов производственных функций для моделирования соответствующих процессов, в частности, достаточно популярных в этом контексте производственных функций Кобба – Дугласа, которые имеют единичную эластичность замещения.

Ключевые слова: эластичность замещения, труд, капитал, эконометрическая оценка, вычислимая модель общего равновесия, Украина.

Maksym Chepeliev, Postgraduate Student, Researcher, Department of Sectoral Forecasting and Market Conditions, Sector of Energy Development Projections, Institute for Economics and Forecasting, NAS of Ukraine

ECONOMETRIC ESTIMATION OF CAPITAL-LABOR SUBSTITUTION ELASTICITIES FOR UKRAINIAN CGE MODEL

The paper presents econometric estimation of the capital-labor substitution elasticities for 10 economic activities based on the 2003-2009 data. Elasticities are estimated in the context of computable general equilibrium methodology, particularly, based on the constant elasticity of substitution production functions and cost minimization assumptions.

Choice of methods and approaches to elasticities estimation is based on the literature review. Thus paper considers issues of minimum statistical data amount requirements needed to obtain reliable estimates, choice of functional forms to be used for approximation and specification of economic indicators to represent variables of production functions.

According to the received estimates, values of Ukrainian capital-labor substitution elasticities are rather low (0.13-0.82). At the same time, service industries are characterized by lower elasticity values, compared to the real sector of Ukrainian economy, which can be explained by the fact that services have higher intensity of labor employment.

Despite the availability of relatively small amount of historical data and some methodological aspects, obtained estimates call into question the appropriateness of the utilization of certain



production functions for modelling the investigated processes. In particular, this includes the case of Cobb-Douglas production functions that have unitary elasticity of substitution.

In general, given the characteristics of CGE modelling approach, the obtained elasticity's point estimates should be used as initial values of exogenous parameters, which should be re-considered and changed during the sensitivity analysis and verification of results reliability.

Keywords: *substitution elasticities, labor, capital, econometric estimation, computable general equilibrium model, Ukraine*

References

1. Taylor, L. von Arnim, R. (2006). Computable General Equilibrium Models of Trade Liberalization: The Doha Debate. Retrieved from http://62.58.77.233/sn2/training%20docs/Lecture%20Missaglia/Lecture%20Missaglia_Taylor%20CGE%20Models%20of%20Tarde%20Liberalization%20Doha%20Debate.pdf [in English].
2. Dissou, Y. Karnizova, L. Sun, Q. (2012). Industry-level Econometric Estimates of Energy-capital-labour Substitution with a Nested CES Production Function. *University of Ottawa, Working Paper*, 1214E. Retrieved from <http://sciencessociales.uottawa.ca/sites/default/files/public/eco/1214e.pdf> [in English].
3. Fragiadakis, A. Paroussos, L. Kouvaritakis, N. Capros, P. (2012). *A Multi-Country Econometric Estimation of the Constant Elasticity of Substitution*. WIOD Conference. Retrieved from http://www.wiod.org/conferences/groningen/Paper_Fragiadakis_et_al.pdf [in English].
4. Koesler, S. Schymura, M. (2012). Substitution Elasticities in a CES Production Framework. An Empirical Analysis on the Basis of Non-Linear Least Squares Estimations. *ZEW – Centre for European Economic Research Discussion Paper*, 12-007. Retrieved from http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2014655 [in English].
5. Lucas, R. (1976). *Econometric policy evaluation: A critique* Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy 1 (1). Retrieved from http://pareto.uab.es/mcreel/reading_course_2006_2007/lucas1976.pdf [in English].
6. Pavel, F. Burakovsky, I. Selitska, N. Movchan, V. (2004). Economic Impact of Ukraine's WTO Accession: First Results from a Computable General Equilibrium. *Institute for Economic Research and Policy Consulting, Working Paper*, 30. Retrieved from http://www.ier.com.ua/files/publications/WP/2004/WP_30_eng.pdf [in English].
7. Eromenko, I. (2010) *Accession to the WTO: Part II – Computable General Equilibrium Analysis: The Case of Ukraine*. Ventus Publishing ApS. Retrieved from <http://library.ku.ac.ke/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=135> [in English].
8. Zvit z naukovo-doslidnoi roboty "Implementatsiia stratehichnoho planuvannia v enerhetytsi v systemu derzhavnoho upravlinnia sotsial'no-ekonomichnym rozvytkom" [Scientific report "Implementation of energy strategic planning into the state management system of social and economic development"]. DU "Instytut ekonomiky ta prohnozuvannia NAN Ukrainy" [State Organization "Institute for economics and forecasting, Ukrainian NAS"] Kyiv, 2012, pp. 84-106 [in Ukrainian].
9. Turner, K. Lange, I. Lecca, P. Ha, S. J. (2012). Econometric estimation of nested production functions and testing in a computable general equilibrium analysis of economy-wide rebound effects. *Stirling Economics Discussion Paper*, 07. Retrieved from http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2054122 [in English].
10. Okagawa, A. Ban, K. (2008). Estimation of substitution elasticities for CGE models. *Discussion Paper* 08-16. Retrieved from <http://www2.econ.osaka-u.ac.jp/library/global/dp/0816.pdf> [in English].
11. Werf van der, E. (2007). *Production functions for climate policy modeling: an empirical analysis. Climate change modeling and policy*. Retrieved from <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/9549/1/wp070047.pdf> [in English].
12. Balistreri, E. J. McDaniel, C. A. Wong, E. V. (2002). *An estimation of U.S. industry-level capital-labor elasticities: Cobb-Douglas as reasonable starting point?* Retrieved from <http://econmodels.com/upload7282/5b64cdcaeeae6c312ce74e75eb19e2ed.pdf> [in English].
13. Kemfert, C. Welsch, H. (1998). Energy-Capital-Labor Substitution and the Economic Effects of CO₂ Abatement: Evidence for Germany. Retrieved from <http://www.feem.it/userfiles/attach/Publication/NDL1998/NDL1998-076.pdf> [in English].



14. Shumska S.S. (2007). Instrument vyrobnychoi funktsii v doslidzhenni ukrains'koi ekonomiky [Tools of the production function in the study of the Ukrainian economy]. *Ekonomika ta prohnozuvannia* [Economy and forecasting], 4, 104-123 [in Ukrainian].
15. State statistics service of Ukraine Demographic and social statistics (2015). Retrieved from <http://ukrstat.gov.ua/> [in English].
16. Derzhavna sluzhba statyky Ukrainy [State statistics service of Ukraine]. Pratsia Ukrainy u 2010 rotsi [Labor in Ukraine in 2010]. Kyiv, 2011 [in Ukrainian].
17. Instruksiia zi statyky kil'kosti pratsivnykiv [Directive on the number of employees statistics]. Zatverdzhena Nakazom Derzhavnoho komitetu statyky Ukrainy vid 28.09.2005 № 286 [Approved by the State statistics service of Ukraine order of 28.09.2005 № 286]. Retrieved from <http://zakon.nau.ua/doc/?uid=1092.1470.3&nobreak=1> [in Ukrainian].
18. Derzhavna sluzhba statyky Ukrainy [State statistics service of Ukraine] (2011). Statystychnyj schorichnyk Ukrainy za 2010 rik [Statistical yearbook of Ukraine 2010]. Kyiv, 2011 [in Ukrainian].