

СТАТИСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ ЕКОНОМІКИ НА РОЗВИТОК УКРАЇНИ

ЖОВТАНЕЦЬКИЙ М. І.

кандидат фізико-математичних наук

ТВЕРДОХЛІБ М. І.

Львів

Вплив науково-технічного прогресу на економічне зростання країн є загально визнаним фактом і реалізується через науково-технологічні інновації в економіку країни. З технологічної точки зору економіка будь-якої сучасної держави неоднорідна, у ній виділяють групи виробництв, пов'язаних між собою однотипними технологічними ланцюжками, що утворюють відтворювальні цілісності – так звані технологічні уклади (ТУ) [1, с. 61]. Наразі фахівцями виділено сім ТУ [2, с. 66], з яких уклади з третього по шостий наявні у структурах економік різних сучасних країн. Щодо України, то у структурі її економіки переважають виробництва 3-го і 4-го ТУ, інші уклади представлені несуттєво [3].

На сьогодні конкурентоздатність економіки країни визначається значущістю ТУ, основу яких утворюють наукоємне виробництво та високі технології. Тому оцінювання тенденцій впливу технологічної структури української економіки на економічний розвиток держави є актуальною і недостатньо вирішеною проблемою, яка вимагає застосування специфічних математичних методів і моделей. Складність зазначеної проблеми ще посилюється тим, що статистика України не відстежує прямо технологічної структури економіки, а опосередковано відображає її через показники соціально-економічного розвитку країни.

В Україні проблеми довгострокового техніко-економічного розвитку аналізувались у працях В. Гейця [3 – 5], Б. Квасюка [5], В. Семиноженка [5]. Методологія технологічного передбачення розглянута М. Згуровським і Н. Панкратовою у роботі [6]. Застосування глобальних індексів для оцінювання готовності української економіки до сучасних технологічних викликів розглядалось Л. Федуловою [7] та С. Вахнюком [2]. У наших працях [8 – 11] методом базисних функцій відстежено життєвий цикл розвитку ТУ з 3-го по 5-й на теренах України. Вплив людського капіталу на економічний розвиток України досліджувався В. Порохнею [12]. Роль високо-технологічних укладів у розбудові суспільства проаналізовано Н. Геселевою [13].

Велику увагу проблемам технологічного розвитку приділяють фахівці із країн СНД. Зокрема, С. Глазьевим у [1, с. 96 – 99] наведено якісні характеристики шести ТУ, промодельована динаміка поширення декількох ТУ у Радянському Союзі. Також ним у [14] стверджується як першопричина сучасних фінансово-промислових криз

зміна технологічних укладів. А. Сініцкій [15] звернув увагу на потребу верифікації положень теорії ТУ економічними методами. Сучасний стан методології технологічного передбачення проаналізовано І. Комковим та С. Єрошкіним у праці [16], де зокрема відзначено доцільність застосування інформаційно-логічних моделей у процесі технологічного прогнозування, а В. Макаров [17] розглянув специфіку математичного моделювання економіки з урахуванням продукування знань. Еволюційний підхід у моделюванні економічного зростання з урахуванням технологічного прогресу охарактеризовано А. Красільниковим [18].

Проведений аналіз засвідчив множинність підходів до врахування технологічного прогресу в моделях економічного зростання, складність і неоднозначність кількісної оцінки розвитку технологічної структури економіки. Особливо відзначимо відсутність математичних моделей оцінювання розвитку країни з урахуванням ієрархії у технологічній структурі економіки, зокрема з урахуванням стану ТУ.

Метою проведеного дослідження було обґрунтування підходу до кількісного оцінювання залежності соціально-економічного розвитку України від стану ієрархічної технологічної структури її економіки.

КОНЦЕПЦІЯ ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ ЕКОНОМІКИ НА РОЗВИТОК КРАЇНИ

Наш підхід до аналізу впливу технологічної структури економіки на соціально-економічний розвиток України ілюструє інформаційно-логічна модель, зображена на *рис. 1*. Прямокутниками позначено компоненти технологічної структури економіки, а овалами – їх інформаційне відображення.

Як бачимо, на часовому проміжку $T = [t_0; t_n]$ економіка країни вважається багатокладною і включає виробництва ТУ з третього по I -й. У свою чергу підприємства одного і того ж ТУ ще згруповані в галузі. Тим самим дерево структури економіки поєднує галузевий і багатокладний принципи структуризації виробництв за технологічною ознакою. Внесок галузей i -го ТУ для $i = \overline{3, I}$ у соціально-економічний розвиток країни у період $t \in T$ оцінюється деякою множиною X_i показників. Вважаємо, що: 1) множини X_i є сталими на проміжку T ; 2) елементами x_{ik} множини X_i є техніко-економічні показники [1], що характеризують стан відповідного ТУ; 3) існують такі $(i \neq j) \wedge (i, j = \overline{3, I})$, для яких $X_i \cap X_j \neq \emptyset$. Ступінь розвитку ТУ у період $t \in T$ будемо оцінювати з допомогою базисної функції $e_i(X_p, t)$ технологічного укладу [15].

Соціально-економічний розвиток країни вимірюється деякою сукупністю Y показників y_j . Залежність

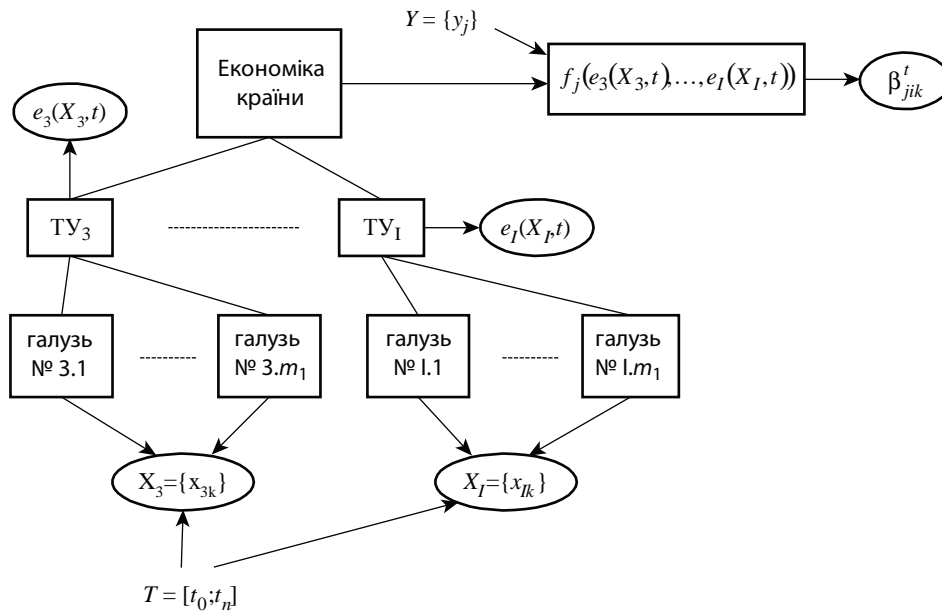


Рис. 1. Інформаційно-логічна модель процесу оцінювання впливу ієрархічної технологічної структури економіки на розвиток країни

величини показника y_j від стану розвитку ТУ і галузей економіки на часовому проміжку T може бути описана функцією $f_j(e_3(X_3,t), \dots, e_l(X_l,t))$. Тоді для відстеження у часі впливу технологічної структури економіки на той аспект розвитку країни, який оцінюється показником $y_j \in Y$, доцільно скористатися еластичністю β_{jik}^t . Змістовно β_{jik}^t характеризує приріст величини $y_j \in Y$ у період $t \in T$ при зміні на 1% значення k -го техніко-економічного показника $x_{ik} \in X_i$ оцінювання внеску i -го ТУ в економічне зростання держави.

ЕКОНОМІКО-СТАТИСТИЧНА МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ ЕКОНОМІКИ НА РОЗВИТОК КРАЇНИ

Нехай задано часовий проміжок T як послідовність однакових періодів t та для кожного i -го ТУ економіки вибрано множини X_i техніко-економічних показників. Допускаємо, що на проміжку T нам відоме значення x_{ik}^t показника $x_{ik} \in X_i$ у період $t \in T$. На підставі динамічних рядів $x_{ik}^t, (x_{ik} \in X_i) \wedge (t \in T)$ вже можна побудувати базисну функцію $e_i(X_i, t)$. Методика побудови базисних функцій технологічних укладів детально описана у [15, 8, 10]. Залежно від вибору показника для оцінювання розвитку ТУ можна отримати різні базисні функції. Порівняння результатів візуалізації життєвих циклів ТУ економіки України [8 – 11] на підставі базисних функцій, побудованих двома способами (методом представницького ряду [15] та з використанням спеціального інтегрального показника), засвідчує переваги інтегральних показників. Отже, за [10] базисна функція i -го ТУ, побудована на динамічних рядах даних показників множини X_p , матиме вигляд:

$$e_i^{inhm} = \sum_{l=1}^{L_i} \gamma_{il} \times (z_l^i)_n + \varepsilon_i \equiv \psi^i[(z_1^i)_n, \dots, (z_{L_i}^i)_n], \quad (1)$$

$$(z_l^i)_n = \frac{z_l^i - (z_l^i)_{\min}}{(z_l^i)_{\max} - (z_l^i)_{\min}} \equiv \varphi_l^i(z_l^i),$$

де e_i^{inhm} – інтегральний показник розвитку i -го ТУ, L_i – кількість головних компонент (ГК) для множини X_p , γ_{il} оцінює у відносних одиницях вклад l -ї ГК у дисперсію техніко-економічних показників i -го ТУ, ε_i означає похибку, z_l^i є значенням l -ї ГК для i -го ТУ, а $(z_l^i)_{\max}, (z_l^i)_{\min}$ – відповідно найбільше та найменше значення l -ї ГК на часовому проміжку T . Функції ψ^i та φ_l^i у (1) уведені для зручності обґрунтування формул обчислення еластичності β_{jik}^t .

У свою чергу величина головної компоненти z_l^i може бути розрахована на підставі значень показників $x_{ik} \in X_i$ за такою формулою:

$$z_l^i = \alpha_{0l}^i + \sum_{k=1}^{K_i} w_{lk}^i x_{ik} \equiv g_l^i(x_{i1}, \dots, x_{iK_i}), \quad (l = \overline{1, L_i}), \quad (2)$$

де α_{0l}^i – деякий коефіцієнт; w_{lk}^i – ваговий коефіцієнт для l -ї ГК базисної функції i -го ТУ, виділений у процесі компонентного аналізу [19] динамічних рядів значень показників $x_{ik} \in X_p$ а $K_i = |X_i|$. Символічно аналітичний вираз для обчислення z_l^i позначено у (2) як функцію g_l^i від вхідних показників x_{ik} .

Нехай задана сукупність Y показників y_j рівня соціально-економічного розвитку країни. Допустимо, що на проміжку часу $T_1 \subseteq T$ нам відомі значення $y_j^t, (e_i^{inhm})^t$

для всіх $i = \overline{3, I}$ та $t \in T_i$. Тоді методами кореляційно-регресійного аналізу можна віднайти статистично значущу залежність вигляду

$$y_j = f_j(e_3^{inh.}, \dots, e_I^{inh.}), \quad (3)$$

де $e_i^{inh.}$ розраховуються згідно з (1), (2). Якщо функціональна залежність (3) побудована для деякого $y_i \in Y$, то методом аналізу чутливості [20] можна визначити шукані еластичності β_{jik}^t . Як відомо [20, с. 40 – 43], значення дорівнює:

$$\beta_{jik}^t = \frac{\partial y_j}{\partial x_{ik}} \times \frac{y_j}{x_{ik}^t} = \frac{\partial f_j}{\partial x_{ik}} \times \frac{x_{ik}^t}{y_j^t}. \quad (4)$$

Але у загальному випадку з урахуванням (1) і (2) функція f_j неявно залежна від функціональних компонент ψ^i, φ_i^i та g_i^i . Врахувавши цей факт, отримуємо таку формулу для обчислення величини β_{jik}^t :

$$\beta_{jik}^t = \left[\frac{\partial f_j}{\partial \psi^i} \times \sum_{l=1}^{L_i} \gamma_{il} \frac{w_{lk}^i}{(z_l^i)_{\max} - (z_l^i)_{\min}} \right] \times \frac{x_{ik}^t}{y_j^t}. \quad (5)$$

Оскільки у (3) вигляд функціональної залежності f_j не конкретизовано, то у виразі (5) часткова похідна

функції f_j по ψ^i не уточнена. Процедуру уточнення формули (5) потрібно здійснити за результатами побудови функціональної залежності (3).

Таким чином, математична модель (1) – (3), (5) реалізує інформаційно-логічну модель рис. 1 та уможливає оцінку впливу розвитку галузей ТУ економіки на соціально-економічний стан держави через призму еластичності.

ІНФОРМАЦІЙНА БАЗА ДЛЯ РОЗРАХУНКІВ

Неодмінною умовою застосування описаного вище підходу є наявність динамічних рядів даних як техніко-економічних показників оцінювання внеску ТУ в розвиток країни, так і показників виміру рівня її розвитку. Таку базу даних для ТУ з 3-го по 5-й було створено засобами табличного процесора MS Excel. Методику її формування досить детально описано в [8, 10, 11], а загальну характеристику цієї БД подано в табл. 1, 2.

ПОБУДОВА БАЗИСНИХ ФУНКЦІЙ ТУ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ

Процес пошуку базисних функцій для 3-го, 4-го і 5-го ТУ економіки України у формі (1) включає декілька послідовних етапів. Спочатку динамічні ряди значень показників відповідних множин піддавались компонент-

Таблиця 1

Загальна характеристика табличної БД оцінок внесків ТУ в економічне зростання України

Назва показника	Значення показника для ТУ		
	$i = 3$	$i = 4$	$i = 5$
Часовий проміжок, T	1913 – 2010 рр.	1913 – 2010 рр.	1945 – 2010 рр.
Часовий період, $t_j \in T$	рік	рік	рік
Кількість показників, K_j	6 [8]	11 [9, 11]	4 [9, 10]
Показник оцінювання ступеня розвитку ТУ	$e_3^{inh.}$ [10]	$e_4^{inh.}$ [10]	$e_5^{inh.}$ [10]
Кількість записів у БД	79	79	66

Таблиця 2

Множини техніко-економічних показників оцінювання внеску ТУ у економічне зростання України

Показник		Показник	
Ім'я	Назва	Ім'я	Назва
1	2	3	4
Для 3-го ТУ, X_3 [8]		Для 4-го ТУ, X_4 [9, 11]	
X_{31}	Виробництво електроенергії (в млн кВт-год.) на душу населення	X_{41}	Споживання електроенергії на душу населення, кВт-год.
X_{32}	Вироблення вугілля на душу населення, тис. т	X_{42}	Споживання нафти на душу населення, кг
X_{33}	Виробництво сталі на душу населення, т	X_{43}	Виробництво алюмінієвої посуду на душу населення, кг
X_{34}	Прокат чорних металів на душу населення, т	X_{44}	Виробництво синтетичних смол і пластмас на душу населення, кг
X_{35}	Виробництво станків на душу населення, шт.	X_{45}	Виробництво хімічних волокон на душу населення, кг
X_{36}	Сумарна протяжність керованої залізничної колії на душу населення, км	X_{46}	Протяжність автодоріг на душу населення, км
Для 5-го ТУ, X_5 [9]		X_{48}	Парк тракторів на 1000 га ріллі, шт.
X_{51}	Видобуток газу, м куб. на особу	X_{47}	Виробництво вантажних автомобілів та автобусів на душу населення, шт.

1	2	3	4
x_{52}	Виробництво телевізорів, шт. на 1000 осіб	x_{49}	Виробництво мінеральних добрив на 1000 га ріллі, кг
x_{53}	Витрати електроенергії в межах загального користування, кВт-год. на особу	$x_{4,11}$	Кількість мінеральних добрив у перерахунку на 100% мінеральних речовин на 1000 га ріллі, кг
x_{54}	Кількість студентів ВНЗ на 1000 осіб населення	$x_{4,10}$	Протяжність автодоріг з твердим покриттям на душу населення, км

ному аналізу статистичною програмою STATGRAPHICS Plus for Windows [19, с. 46-130] з метою виділення ГК.

Для усіх зазначених ТУ програма виділила по 3-и ГК, які пояснюють не менше $\approx 95\%$ [10] сумарної дисперсії техніко-економічних показників нашої БД. Згідно розрахованих програмою факторних навантажень показників на ГК були сформовані аналітичні вирази виду (2) для обчислення величин ГК у різні роки часового проміжку T (див. [8, 11]).

На другому етапі обчислені значення ГК за 1913 – 2010 роки нормувались з метою розрахунку величини $(z_{it}^i)_n$ для $(i = 3, 4, 5) \wedge (l = 1, 2, 3)$ та усіх $[t = 1913; 2010]$. Взявши як коефіцієнти γ_{il} відсоток дисперсії, що пояснюється ГК множини показників відповідного ТУ і який вказується у звіті статистичної програми про результати компонентного аналізу, змогли побудувати аналітичні вирази для базисних функцій трьох ТУ економіки України (див. (6) – (8) [10]).

$$e_3^{im} \approx 0,69034 \times (z_1^3)_n + 0,20661 \times (z_2^3)_n + 0,0836 \times (z_3^3)_n; \quad (6)$$

$$e_4^{im} \approx 0,74045 \times (z_1^4)_n + 0,14894 \times (z_2^4)_n + 0,05543 \times (z_3^4)_n; \quad (7)$$

$$e_5^{im} \approx 0,53055 \times (z_1^5)_n + 0,3433 \times (z_2^5)_n + 0,09586 \times (z_3^5)_n \quad (8)$$

Знак « \approx » використано у (6) – (8) тому, що припускається рівність ε_i нулю. Оскільки ГК пояснюють не менше 95% дисперсії значень показників множин X_p то похибка обчислення не має перевищувати 5%.

На третьому етапі за формулами (6) – (8) були розраховані динамічні ряди значень інтегральних показників e_i^{im} для $(i = 3, 4, 5) \wedge (t \in [1913; 2010])$, що уможливило візуалізацію життєвих циклів цих ТУ на теренах України [10].

МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ ЕКОНОМІКИ НА РОЗВИТОК УКРАЇНИ

Це завершальна стадія нашого дослідження. З огляду на обмеження щодо обсягу статті розглянемо тільки залежність ВВП України від розвитку технологічної структури її економіки. Цей показник вважається одним із ключових індикаторів оцінювання соціально-економічного розвитку країни.

Оскільки нас цікавить аналіз стану розвитку незалежної України, то обмежуємось часовим проміжком

$[1991; 2010] = T_1 \subset T$. Тому множина показників виміру соціально-економічного розвитку буде дорівнювати $Y = \{y_1, y_2\}$, де через y_1, y_2 позначено обсяг ВВП України у відповідно млн грн і млн \$. Залежність f_j виду (3) шукаємо у формі багатофакторної лінійної регресії. Використавши статистичні ряди значень показників y_1, y_2 за період з 1991 по 2010 роки як залежні чинники, а розраховані величини інтегральних індексів e_i^{im} як незалежні, з допомогою програми STATGRAPHICS Plus for Windows отримали такі регресійні рівняння:

$$y_1 = -4286870 - 1164410 \times e_3^{im} + 7042820 \times e_4^{im} + 570281 \times e_5^{im} \quad (9)$$

$$y_2 = -453662 - 175595 \times e_3^{im} + 864740 \times e_4^{im} + 25271 \times e_5^{im} \quad (10)$$

Обидві віднайдені регресійні залежності є статистично значущі з рівнем довіри у 99% (висновок статистичного консультанта програми – засобу StatAdvisor [19, с. 52 – 53]). Оскільки коефіцієнт детермінації для (9) рівний 98,4% і більший від аналогічного для (10) на 16,5%, то такий показник, як обсяг ВВП України у млн грн краще враховує вплив технологічної структури економіки на економічне зростання незалежної України. Тому для подальшого аналізу використали регресійне рівняння (9). З урахуванням залежностей (9), (10) формула розрахунку еластичності (5) прийме вигляд (11), де через a_{ji} позначено коефіцієнт e_i^{im} при у регресійному рівнянні показника $y_i \in Y$:

$$\beta_{jik}^t = \left[a_{ji} \times \sum_{l=1}^{L_j} \gamma_{il} \frac{w_{lk}^i}{(z_l^i)_{\max} - (z_l^i)_{\min}} \right] \times \frac{x'_{ik}}{y'_j} \quad (11)$$

За формулою (11) з урахуванням співвідношень (6) – (9) та аналітичних виразів ГК базисних функцій ТУ із [8, 11] були обчислені значення β_{lik}^t для $t \in T_1$. Тенденції зміни впливу технологічної структури економіки на обсяг ВВП України у млн грн для найінформативніших аспектів її розвитку в останнє десятиліття показано на рис. 2, 3.

ВИСНОВКИ

Внесок галузей різних ТУ в економічне зростання є різним. Зокрема, заходи щодо розвитку галузей 4-го і 5-го ТУ, які покращують величини відповідних інтегральних показників на 1%, зумовляють очікуваний приріст обсягу ВВП України на відповідно 70428 та 5703 млн грн. Натомість (з урахуванням знаку) подібні заходи для 3-го ТУ вірогідно призведуть до зниження

обсягу ВВП на 11644 млн. грн. Оскільки для 3-го ТУ економіки зараз характерно погіршення стану розвитку, тобто його інтегральний індекс e_3^{imm} зменшується [10], то фактично його виробництва також вносять свою лепту в зростання нашої держави. Проте 3-й ТУ вичерпує свій ресурс розвитку. Найдоцільніше для України наразі розвивати виробництва 4-го ТУ.

Застосування регресійних рівнянь виду (9) для обґрунтування управлінських рішень суттєво ускладнюється через невизначеність шляхів зміни величини e_i^{imm} на 1%. Зазначений недолік усувається використанням еластичності β_{jik}^t , що уможливує розробку рекомендацій щодо розвитку окремих галузей еконо-

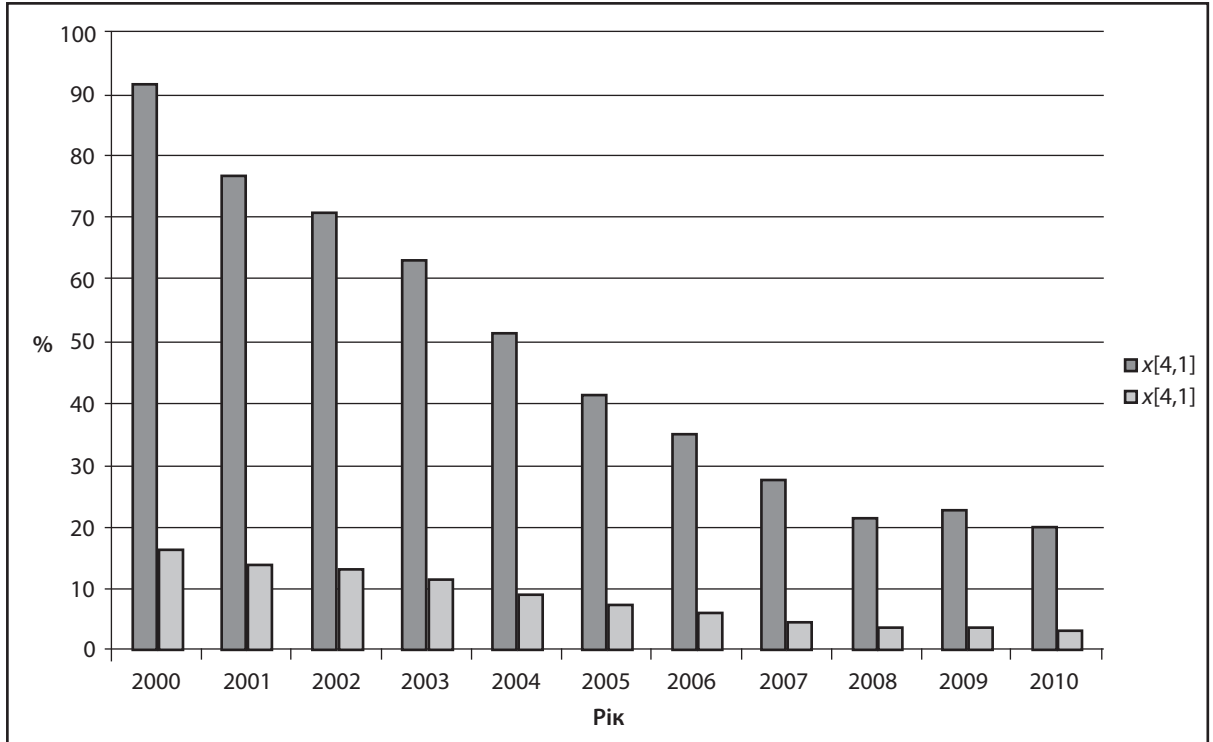


Рис. 2. Тенденції зміни еластичності впливу споживання електроенергії та алюмінію на душу населення на ВВП (млн грн) України (ряди x_{41}, x_{43})

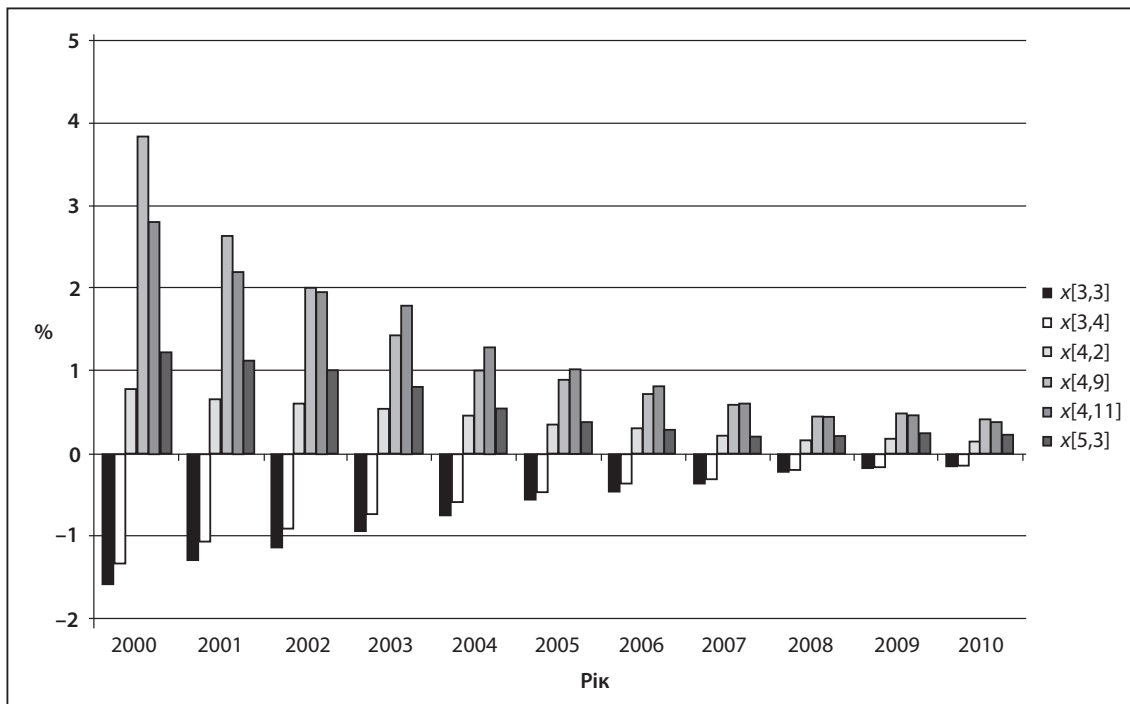


Рис. 3. Порівняння впливу на ВВП (млн грн) окремих техніко-економічних показників оцінювання внеску ТУ в економічний розвиток України

міки України, які покращують технологічну структуру економіки та зумовлюють економічне зростання країни. Через посередництво інтегральних індексів у нас враховано синергетичний ефект сукупності усіх техніко-економічних показників оцінювання внеску галузей ТУ у економічне зростання України, що покращує адекватність оцінок еластичності β_{jik}^t .

Аля економіки незалежної України характерно постійне зменшення впливу її технологічної структури на економічне зростання. Залежність обсягу ВВП України від абсолютної більшості техніко-економічних показників оцінювання внеску виробництв ТУ з 3-го по 5-й не є еластичною (див. рис. 3). Лише вплив зміни споживання електроенергії та алюмінію на ВВП України, хоча і зменшується, але ще залишається еластичним (див. рис. 2). Це означає, що в Україні буде така соціально-економічна структура суспільства, яка не налаштована на технологічний розвиток держави. Більше того, графіки зміни величини еластичності β_{jik}^t у часі засвідчують існування часового рубікону (2002 – 2004 рр.), протягом якого здійснено перехід до нееластичного впливу галузей основних ТУ економіки на економічне зростання нашої країни. ■

ЛІТЕРАТУРА

- 1. Глазьев С. Ю.** Теория долгосрочного технико-экономического развития / С. Ю. Глазьев. – М.: ВладДар, 1993. – 310 с.
- 2. Вахнюк С. В.** Технологічні пріоритети України в період розбудови економіки знань / С. В. Вахнюк, С. М. Братушка // Механізм регулювання економіки. – 2008. – № 3. – Т. 1. – С. 64 – 72.
- 3. Геєць В.** Наука і виробництво: партнери чи конкуренти? Деякі аспекти сучасної інноваційної політики України / В. Геєць // Президентський вісник. – 2004. – № 3. – С. 3 – 4.
- 4. Геєць В. М.** Нестабільність та економічне зростання. / В. М. Геєць. – Харків: Форт, 2007. – 344 с.
- 5.** Стратегічні виклики XXI ст. суспільству та економіці України: В 3 т. / За ред. акад. НАН України В. М. Гейця, акад. НАН України В. П. Семиноженка, чл.-кор. НАН України Б. Є. Квасюка. – К.: Фенікс, 2007. – Т. 2: Інноваційно-технологічний розвиток економіки. – 563 с.
- 6. Згуровский М. З.** Технологическое предвидение / М. З. Згуровский, Н. Д. Панкратова / Нац. акад. наук Украины, Ин-т прикладного системного анализа. – К.: Політехніка, 2005. – 154 с.
- 7. Федулова Л.** Технологічна готовність економіки України до нових викликів в умовах відсутності технологічної політики / Л. Федулова // Економіка України. – 2010. – № 9. – С. 12 – 26.
- 8. Жовтанецький М. І.** Інформаційне моделювання життєвого циклу третього технологічного укладу економіки України. / М. І. Жовтанецький, М. І. Твердохліб // Актуальні проблеми економіки. – 2009. – № 10(100). – С. 191 – 202.
- 9. Твердохліб М. І.** Інформаційне моделювання технологічної структури економіки України / М. І. Твердохліб // Актуальні проблеми економіки. – 2010. – № 10. – С. 272 – 280.
- 10. Жовтанецький М. І.** Оцінювання тенденцій розвитку технологічних укладів економіки України на підставі інтегральних показників / М. І. Жовтанецький, М. І. Твердохліб // Актуальні проблеми економіки. – 2011. – № 10(124). – С. 248 – 254.
- 11. Твердохліб М.** Візуалізація тенденцій розвитку четвертого технологічного укладу економіки України / М. Твердохліб // Вісник Львів. ун-ту. Серія екон. – 2010. – Вип. 44. – С. 231 – 241.
- 12. Порожня В. М.** Человеческий потенциал – источник экономического роста / В. М. Порожня, Л. В. Кухарева // Zastosowanie metod ilościowych w ekonomii i zarządzaniu doświadczenia polskie i ukraińskie. Pod redakcją naukową Bohdana Kopytko. – Katowice, 2009. – С. 19 – 41.
- 13. Геселева Н. В.** Механізми модернізації і технологічного розвитку економіки України / Н. В. Геселева // Актуальні проблеми економіки. – 2011. – № 11(125). – С. 64 – 72.
- 14. Глазьев С. Ю.** Мировой экономический кризис как процесс смены технологических укладов / С. Ю. Глазьев // Вопросы экономики. – 2009. – № 3. – С. 26 – 38.
- 15. Сеницкий А. В.** Количественной теории технико-экономических укладов / А. В. Сеницкий // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 6. Экономика. – 2005. – № 6. – С. 18 – 34.
- 16. Комков Н. И.** Методические основы прогнозирования технологического развития / Н. И. Комков, С. Ю. Ерощин // Сб. «Научные труды ИМП РАН». – 2006. – Т. 4. – Вып. 4. – С. 176 – 206.
- 17. Макаров В. Л.** Обзор математических моделей экономики с инновациями / Л. В. Макаров // Экономика и математические методы. – 2009. – Т. 45. – № 1. – С. 3 – 14.
- 18. Красильников А.** Эволюционные модели в теории экономического роста / А. Красильников // Вопросы экономики. – 2007. – № 1. – С. 66 – 81.
- 19. Дюк В.** Data mining: учебный курс (+CD) / В. Дюк, А. Самойленко. – СПб.: Питер, 2001. – 368 с.
- 20. Камінський А. Б.** Економічний ризик та методи його вимірювання: Навч. посібник. – К.: Вид. Дім «Козаки», 2002. – 120 с.