

International Scientific Conference
MATHEMATICAL MODELING, OPTIMIZATION
AND INFORMATION TECHNOLOGIES

15 - 19 November, 2021
Chişinău – Київ – Batumi

**СПЕКТРАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ АГРЕГОВАНОЇ
МОДЕЛІ «ВИТРАТИ-ВИПУСК» ЕКОНОМІКИ
УКРАЇНИ**

В.В. КУЛИК, ДННУ «Академія фінансового управління», Київ, Україна
volodymyr_kulyk@ukr.net

П.І. СТЕЦЬЮК, Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України, Київ, Україна
stetsyukp@gmail.com

1.

Аннотація. *Приведені оцінки спектральних властивостей агрегованої 10-ти галузевої моделі «витрати-випуск» економіки України за 2016-2019рр.*

Ключові слова: *спектральні властивості, агрегована модель «витрати-випуск», економіка України.*

Модель «витрати-випуск» (модель Леонтьєва) на сьогодні є невід’ємною частиною опису процесів відтворення національної економіки. Таблиця «витрати-випуск» України в цінах споживачів в розрізі 42 видів економічної діяльності щорічно публікується в рамках збірника «Національні рахунки України» [Національні рахунки України за 2019 рік. Статистичний збірник. Київ: Державна служба статистики України, 2021].

2.

Модель «витрати-випуск» (модель Леонтьєва) на сьогодні є невід'ємною частиною опису процесів відтворення національної економіки. Таблиця «витрати-випуск» України в цінах споживачів в розрізі 42 видів економічної діяльності щорічно публікується в рамках збірника «Національні рахунки України» [Національні рахунки України за 2019 рік. Статистичний збірник. Київ: Державна служба статистики України, 2021].

Європейська система рахунків передбачає складання агрегованих таблиць «витрати-випуск», зокрема з виділенням 3, 10, 21 видів господарської діяльності / продуктів [European system of accounts – ESA 2010. Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2013].

В Україні до 2016р. офіційно здійснювалася підготовка агрегованих 19-тигалузових ТВВ в цінах споживачів [Національні рахунки України за 2015 рік. Статистичний бюлетень. Київ: Державна служба статистики України, 2016].

3.

Агреговані таблиці «витрати-випуск» України є основою для аналізу та моделювання процесів відтворення багатогалузевої економіки

[Ястремський О.І., Кулик В.В. Волатильність структури міжгалузевих зв'язків економіки України. Економіка і прогнозування. 2020. №2. С.61-79; Ястремський О.І., Кулик В.В. Міжгалузева мапа невизначеності економіки України та її застосування. Кібернетика і системний аналіз. 2021. №3. С.76-90; Кулик В.В. Аналіз галузевої структури економік Японії та України в рамках агрегованих моделей «витрати-випуск». Наукові праці НДФІ. 2020. №3. С.109-127].

Схеми агрегування ТВВ до 19, 10 та 3 видів господарської діяльності приведено в зазначених працях.

Становить інтерес дослідження спектральних властивостей

[Стецюк П.И., Бондаренко А.В. О спектральных свойствах модели Леонтьева. Теория оптимальных решений. 2011. №10. С.84-90; Стецюк П.И. О спектральных свойствах матриц Леонтьева / Статистика. Моделирование. Оптимизация: сборник трудов Всероссийской конференции (Челябинск, 28 ноября – 3 декабря 2011г.). – Челябинск:

Издательский центр ЮУрГУ, 2011. С. 173-178] агрегованих варіантів моделі «витрати-випуск» економіки України, зокрема 10 галузевої ТВВ.

4.

Модель Леонтьєва:

$$X = AX + Y, X \geq 0,$$

де X – випуск, AX – проміжне споживання, Y – кінцевий продукт (ВВП), A – матриця прямих витрат.

ВВП за категоріями кінцевих витрат

$$Y^1 = C + G + I + NetExport$$

ВВП за виробничим методом

$$Y^2 = X - AX$$

ВВП за категоріями доходу

$$Y^3 = \text{Оплата праці} +$$

*Чисті податки на виробництво та імпорт +
Валовий прибуток, змішаний дохід*

5.

Модель Леонтьєва і таблиця «витрати-випуск».

Проміжне використання товарів і послуг (AX) 1-й квадрант	ВВП за категоріями витрат (Y^1) 2-й квадрант	Випуск (як результат споживання) (X)
ВВП за виробничим методом (Y^2) ВВП за категоріями доходу (Y^3) 3-й квадрант	4-й квадрант	
Випуск (як результат виробництва) (X)		

6.

Таблиця «витрати-випуск» і консолідовані національні рахунки.

Счета	№	Товаров и услуг	Производства	Образования доходов	Распределения первичного дохода	Вторичного распределения дохода	Использования располагаемого дохода	Операций с капиталом	Внешний счёт товаров и услуг	Внешний счёт первичного дохода и текущих трансфертов	Внешний счёт операций с капиталом	Всего
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Товаров и услуг	1											=Σ(1)
Производства	2	5										=Σ(2)
Образования доходов	3		6									=Σ(3)
Распределения первичного дохода	4			7	1					8		=Σ(4)
Вторичного распределения дохода	5				9					10		=Σ(5)
Использования располагаемого дохода	6					11						=Σ(6)
Операций с капиталом	7						12				13	=Σ(7)
Результаты деятельности Внутренней и Внешней экономики								14			15	Σ=0
Внешний счёт товаров и услуг	8	16										=Σ(8)
Внешний счёт первичного дохода и текущих трансфертов	9								19	S.2		=Σ(9)
Внешний счёт операций с капиталом	10							20		21		=Σ(10)
Всего		=Σ(1)	=Σ(2)	=Σ(3)	=Σ(4)	=Σ(5)	=Σ(6)	=Σ(7)	=Σ(8)	=Σ(9)	=Σ(10)	

Примечание:

I квадрант – Показатели деятельности Внутренней экономики; II квадрант– Финансовые потоки из-за границы во Внутреннюю экономику; III квадрант – Финансовые потоки из Внутренней экономики за границу; IV квадрант – Результаты внешнеэкономической деятельности (институциональный сектор Иного мира).

В выделенных ячейках приведены доходы национальной экономики как единого целого (ячейки под номером 6, 7, 9, 11, 12, 14) и результаты её внешнеэкономической деятельности (соответственно ячейки – 15, 19, 21).

7.

Розглянемо структуру випуску 10-ти галузевої ТВВ України за 2019р., яка агреговано відображає процеси виробництва та утворення доходів за агрегованими видами діяльності, а також містить *матрицю витрат* А. Матриця А характеризує міжгалузеві зв'язки, що виникають в процесах виробництва та споживання виробленого кінцевого продукту. Її узагальнені характеристики важливі для економічної оцінки і порівнянь.

(А) – Сільське господарство, лісівництво та рибальство; (В,С,Д,Е) – Видобуток корисних копалин, виробництво, постачання електрики, газу, пари та повітряного кондиціонування, водопостачання, каналізація, видалення відходів і рекультивація; (F) – Будівництво; (G,H,I) – Оптова та роздрібна торгівля, ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів, транспортування та зберігання, розміщення та діяльність громадського харчування; (J) – Інформація та комунікації; (K) – Фінансова та страхова діяльність; (L) – Операції з нерухомим майном; (M,N) – Професійна, наукова і технічна діяльність, адміністративні та допоміжні послуги; (O,P,Q) – Державне управління та оборона, обов'язкове соціальне забезпечення, освіта, охорона здоров'я та соціальні послуги; (R,S,T,U) – Діяльність у сфері мистецтва, розваг, ремонт побутових виробів та інші послуги.

8.

Структура випуску економіки України, 2019р., %, (Випуск=100%).

	A	B,C,D,E	F	G,H,I	J	K	L	M,N	O,P,Q	R,S,T,U	Економіка Вцілому
A	0,1974	0,0464	0,0004	0,0228	0,0000	0,0000	0,0015	0,0014	0,0076	0,0013	0,0448
B,C,D,E	0,2340	0,3959	0,4115	0,1835	0,0498	0,0256	0,0551	0,1110	0,1431	0,1142	0,2735
F	0,0040	0,0064	0,2802	0,0159	0,0031	0,0012	0,0452	0,0411	0,0100	0,0093	0,0275
G,H,I	0,1597	0,2254	0,0310	0,1545	0,0229	0,0184	0,0156	0,0597	0,0264	0,0298	0,1493
J	0,0010	0,0033	0,0023	0,0167	0,3484	0,0158	0,0056	0,0472	0,0240	0,0267	0,0231
K	0,0082	0,0070	0,0042	0,0317	0,0119	0,1897	0,0194	0,0299	0,0133	0,0201	0,0172
L	0,0045	0,0064	0,0044	0,0272	0,0281	0,0303	0,0433	0,0813	0,0064	0,0132	0,0158
M,N	0,0200	0,0187	0,0407	0,0499	0,0241	0,0774	0,0704	0,1102	0,0355	0,0789	0,0349
O,P,Q	0,0014	0,0042	0,0020	0,0053	0,0012	0,0021	0,0037	0,0061	0,0398	0,0067	0,0068
R,S,T,U	0,0002	0,0004	0,0003	0,0021	0,0053	0,0011	0,0016	0,0030	0,0055	0,0636	0,0021
Проміжне споживання за ВЕД	0,6305	0,7141	0,7771	0,5096	0,4947	0,3618	0,2614	0,4909	0,3117	0,3637	0,5950
Оплата праці найманих працівників	0,0823	0,0962	0,0894	0,2395	0,1655	0,2992	0,0775	0,2572	0,6075	0,3685	0,1764
Податки на виробництво та імпорт	0,0146	0,1021	0,0448	0,0189	0,0425	0,0511	0,1013	0,0364	0,0104	0,0288	0,0607
Субсидії на виробництво	-0,0030	-0,0042	-0,0001	-0,0026	-0,0012	0,0000	-0,0014	-0,0025	-0,0002	-0,0480	-0,0033
Валовий прибуток, змішаний дохід	0,2756	0,0918	0,0888	0,2347	0,2984	0,2880	0,5612	0,2180	0,0706	0,2870	0,1712
Валовий внутрішній продукт	0,3695	0,2859	0,2229	0,4904	0,5053	0,6382	0,7386	0,5091	0,6883	0,6363	0,4050
Випуск	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Джерело: Підготовлено на основі [Національні рахунки України за 2019 рік.

Статистичний збірник. Київ: Державна служба статистики України, 2021].

9.

Віднайдемо число Фробеніуса λ_A та відповідний йому вектор Фробеніуса x_A , що задовільняє вимогам [Стецюк П.И. О спектральных свойствах матриц Леонтьева / Статистика. Моделирование. Оптимизация: сборник трудов Всероссийской конференции (Челябинск, 28 ноября – 3 декабря 2011г.). – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. С. 173-178]:

$$Ax_A = \lambda_A x_A, \quad \sum_{i=1}^n (x_A)_i = 1,$$

де A – матриця витрат (матриця Леонтьєва).

Число λ_A також називають лівим числом Фробеніуса, тоді як $\lambda_B = 1/(1 - \lambda_A)$ вважають правим числом Фробеніуса.

Справедливо

$$Bx_A = \lambda_B x_A,$$

де $B = (I - A)^{-1}$ – обернена матриця Леонтьєва.

10.

З теорії двоїстості випливає справедливність наступних співвідношень:

$$A^T p_A = \lambda_A p_A, \quad \sum_{i=1}^n (p_A)_i = 1,$$

$$B^T p_A = \lambda_B p_A,$$

де A^T, B^T – відповідно транспоновані матриця витрат та обернена матриця Леонтьєва.

Для визначення вказаних характеристик $(\lambda_A, \lambda_B, x_A, p_A)$ скористаємося алгоритмами приведеними в [Стецюк П.И. О спектральных свойствах матриц Леонтьева / Статистика. Моделирование. Оптимизация: сборник трудов Всероссийской конференции (Челябинск, 28 ноября – 3 декабря 2011г.). – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. С. 173-178].

11. В таблиці нижче приведені λ_A та λ_B (перша строчка), вектори x_A (лівий стовпчик) та p_A (правий стовпчик) для 10-галузових матриць прямих витрат за 2016-2019 рр.

	2016		2017		2018		2019	
	0,6018	2,5114	0,6027	2,5169	0,6058	2,5367	0,6020	2,5126
1	0,0831	0,1308	0,0747	0,1328	0,0873	0,1318	0,0669	0,1308
2	0,4731	0,2381	0,4860	0,2410	0,4811	0,2401	0,4485	0,2357
3	0,0144	0,1872	0,0184	0,1902	0,0188	0,1912	0,0362	0,1939
4	0,2522	0,1249	0,2606	0,1308	0,2501	0,1276	0,2661	0,1306
5	0,0330	0,0511	0,0313	0,0506	0,0320	0,0539	0,0396	0,0492
6	0,0411	0,0386	0,0351	0,0264	0,0338	0,0296	0,0374	0,0326
7	0,0401	0,0327	0,0336	0,0365	0,0318	0,0349	0,0322	0,0426
8	0,0524	0,0725	0,0510	0,0748	0,0565	0,0715	0,0631	0,0781
9	0,0069	0,0682	0,0059	0,0625	0,0061	0,0630	0,0073	0,0548
10	0,0035	0,0558	0,0034	0,0544	0,0026	0,0565	0,0024	0,0518

Як бачимо, спектральні характеристики агрегованої 10-ти галузевої моделі «витрати-випуск» України продовж досліджуваного періоду залишаються досить стабільними.

12.

Приведені характеристики мають безпосереднє економічне пояснення. Так число Фробеніуса λ_A характеризує особливості процесу виробництва в національній економіці – обсяги виробничих витрат в структурі випуску. В 2019р. вони склали 0,595. Вектор Фробеніуса структурно близький до існуючої структури випуску, і характеризує ту структуру випуску, яка найкращим чином відповідає довгостроковим цілям розвитку виробництва.

A	B,C,D,E	F	G,H,I	J	K	L	M,N	O,P,Q	R,S,T,U
Структура випуску, 2019р., % (всього = 100%)									
10,1	43,0	6,1	17,7	3,9	1,9	3,8	4,3	8,0	1,0
Вектор Фробеніуса, 2019р., x_A (всього=1)									
0,067	0,449	0,036	0,266	0,040	0,037	0,032	0,063	0,007	0,002

13.

Порівняно з іншими національними економічними системами процеси виробництва в Україні характеризуються значною витратністю [Ястремський О.І., Кулик В.В. Волатильність структури міжгалузевих зв'язків економіки України. Економіка і прогнозування. 2020. №2. С.61-79].

Кардинальна зміна ситуації можлива у разі зосередження максимальних зусиль на зростанні виробничих доходів в структурі випуску (ВВП, ВДВ, заробітна плата, валові прибутки та ін.) і системному зменшенні виробничих витрат.

Дякуємо за увагу !