

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 330.44
JEL Classification: C67; O11; O47

АНАЛІЗ ДЕЯКИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ МОДЕЛІ «ВИТРАТИ – ВИПУСК»

©2024 ДІЛЕНКО В. О., СОКОЛОВ К. С.

УДК 330.44
JEL Classification: C67; O11; O47

Діленко В. О., Соколов К. С.

Аналіз деяких особливостей розвитку економіки України на основі моделі «витрати – випуск»

Метою статті є порівняльний аналіз ефективності функціонування національної економіки на основі моделі «витрати – випуск» і найважливіших макроекономічних показників її розвитку. Було розраховано показники ефективності функціонування економіки у 2012–2020 роках, побудовані на основі відповідних елементів матриць коефіцієнтів прямих і повних витрат моделі В. Леонт'єва. Аналіз показників ефективності дав змогу виокремити періоди їх зростання та падіння, показати, що в економіці країни переважно використовуються менш ефективні макроекономічні показники її розвитку. З цією метою розраховувалися відповідні коефіцієнти парної кореляції. Також оцінювалася тіснота зв'язку макроекономічних показників розвитку та кількісних показників інвестиційного клімату. Отримані низькі значення зазначених коефіцієнтів кореляції можуть свідчити про те, що процеси зміни величини національної економіки у зазначений період не пов'язані безпосередньо з таким важливим фактором, як ефективність її функціонування, інвестиційний клімат також не є значущим для економічного розвитку держави. У зв'язку з цим природно припустити, що на розвиток економічної системи України визначальний вплив мають інші чинники, що вимагає подальшого їх виявлення та вивчення. На додаток до відомих на основі моделі «витрати – випуск» запропоновано нові показники ефективності функціонування макроекономічних систем. Як актуальний напрям розвитку наведеного матеріалу може розглядатися аналіз особливостей економіко-математичного змісту та співвідношення різних показників ефективності, побудованих на основі моделі В. Леонт'єва, та уточнення специфічних можливостей їх використання у відповідних економічних дослідженнях.

Ключові слова: національна економіка, ефективність функціонування, макроекономічні показники, інвестиційний клімат, модель «витрати – випуск».

DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2024-1-153-162>

Рис.: 8. **Табл.:** 5. **Формул.:** 10. **Бібл.:** 16.

Діленко Віктор Олексійович – доктор економічних наук, доцент, професор кафедри прикладної математики та інформаційних технологій, Національний університет «Одеська політехніка» (просп. Шевченка, 1, Одеса, 65044, Україна)

E-mail: v.dilenko@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3777-5358>

Соколов Костянтин Сергійович – магістр кафедри прикладної математики та інформаційних технологій, Національний університет «Одеська політехніка» (просп. Шевченка, 1, Одеса, 65044, Україна)

E-mail: constantin.sokolov15@gmail.com

UDC 330.44
JEL Classification: C67; O11; O47

Dilenko V. O., Sokolov K. S. Analyzing Some Features of the Development of the Ukrainian Economy on the Basis of the «Input – Output» Model

The aim of the article is a comparative analysis of the efficiency of functioning of the national economy on the basis of the «input – output» model and the most important macroeconomic indicators of its development. The indicators of efficiency of the functioning of the economy in 2012–2020 were calculated, built on the basis of the relevant elements of the matrices of the coefficients of direct and total costs of the V. Leontiev's model. The carried-out analysis of performance indicators has made it possible to allocate periods of their growth and decline, to show that less efficient industries are mainly used in the country's economy. A comparative study of the features of the dynamics of efficiency of functioning of the national economy and the main macroeconomic indicators of its development is carried out. For this purpose, the corresponding pair correlation coefficients are calculated. The closeness of the relationship between macroeconomic indicators of development and quantitative indicators of the investment climate is also assessed. The obtained low values of the defined correlation coefficients may indicate that the processes of change in the size of the national economy in the specified period are not directly related to such an important factor as the efficiency of its functioning, the investment climate is also not significant for the economic development of the State. In this regard, it is natural to assume that other factors have

a decisive influence on the development of the economic system of Ukraine, which requires their further identification and study. In addition to the already known on the basis of the «input – output» model, new indicators of efficiency of functioning of macroeconomic systems have been proposed. As an actual direction of development of the presented material, the analysis of the features of the economic and mathematical content and the ratio of various indicators of efficiency, built on the basis of the model of V. Leontiev, and a clarification of the specific possibilities of their use in the relevant economic studies can be considered.

Keywords: national economy, efficiency of functioning, macroeconomic indicators, investment climate, «input – output» model.

Fig.: 8. **Tabl.:** 5. **Formulae:** 10. **Bibl.:** 16.

Dilenko Viktor O. – Doctor of Sciences (Economics), Associate Professor, Professor of the Department of Applied Mathematics and Information Technologies, Odesa Polytechnic National University (1 Shevchenko Ave., Odesa, 65044, Ukraine)

E-mail: v.dilenko@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3777-5358>

Sokolov Kostiantyn S. – Master of the Department of Applied Mathematics and Information Technologies, Odesa Polytechnic National University (1 Shevchenko Ave., Odesa, 65044, Ukraine)

E-mail: constantin.sokolov15@gmail.com

Вступ. Аналіз особливостей розвитку національної економіки є однією з найважливіших тем макроекономічних досліджень. Результати такого аналізу дадуть змогу оцінити, наскільки еволюція економіка України відповідає сучасним тенденціям розвитку світової економічної системи та за необхідності спланувати відповідні корективи. Своєю чергою, у низці чинників, що впливають на розвиток будь-якої економічної системи, одним із визначальних є ефективність її функціонування. Тому оцінка та аналіз ефективності функціонування національної економіки являє собою надзвичайно актуальну задачу, що має як теоретичне, так і прикладне значення.

Перспективним підходом до оцінки ефективності функціонування макроекономічних систем є використання для цього можливостей моделі «витрати – випуск». У науковій літературі можна виділити два напрями в побудові показників ефективності на основі моделі В. Леонтєва. Згідно з першим із них як відповідні показники розглядають число Фробеніуса λ^* технологічної матриці моделі або показник $1-\lambda^*$ [1–7]. У рамках іншого напрямку при побудові показників ефективності використовують елементи матриць прямих і повних витрат [8, с. 229–242; 9]. У статті [10] було показано, що показники на основі чисел Фробеніуса можуть під час оцінювання ефективності функціонування економічних систем призводити до некоректних висновків. У цій же роботі проаналізовано динаміку деяких показників ефективності, що використовують елементи основних матриць моделі «витрати – випуск», для економіки України у 2012–2020 роках. Пропонована стаття є продовженням та розвитком досліджень, наведених у [10].

Метою цієї роботи є порівняльний аналіз ефективності функціонування національної економіки на основі моделі «витрати – випуск» та найважливіших макроекономічних показників її розвитку.

Виклад основного матеріалу. Нехай система галузей економіки описується моделлю «витрати – випуск»

$$X = AX + Y, \quad (1)$$

де X – вектор випуску системи, в якому компоненти цього вектора відповідають обсягам випуску продукції кожного виду,

Y – вектор кінцевого споживання продукції,

A – невід’ємна матриця коефіцієнтів прямих матеріальних витрат виробництва розмірністю $n \times n$.

У [8, с. 228] пропонується використовувати для оцінки ефективності функціонування окремих галузей економіки показники, які розраховуються таким чином:

$$E_j(A) = 1 / \sum_{i=1}^n a_{ij}, \quad (2)$$

$$E_j^*(B) = 1 / \sum_{i=1}^n b_{ij}, \quad (3)$$

де a_{ij} – відповідний елемент матриці коефіцієнтів прямих витрат A ,

b_{ij} – елемент матриці коефіцієнтів повних витрат B .

Відповідно до економічної інтерпретації елементів матриць A та B особливості наведених показників полягають у такому: $E_j(A)$ відображає лише сукупність прямих витрат окремої галузі економіки, $E_j^*(B)$ використовує комплекс витрат (не тільки прямих, а й непрямих) на виробництво відповідної продукції, які формуються з урахуванням всіх технологічних взаємозв’язків системи. Тому з позицій подання специфіки аналізованої системи в цілому другий показник є більш інформативним.

Для узагальненої оцінки ефективності функціонування системи галузей (економіки) можуть розглядатися середньоарифметичні показники $E_j(A)$ і $E_j^*(B)$:

$$\bar{E}(A) = (1/n) \sum_{j=1}^n E_j(A), \quad (4)$$

$$\bar{E}^*(B) = (1/n) \sum_{j=1}^n E_j^*(B). \quad (5)$$

Показники $\bar{E}(A)$ і $\bar{E}^*(B)$ відображають лише видні технологічні можливості системи та не враховують особливості їх використання. Тому для діючих систем виробників становить інтерес визначення не тільки показників $\bar{E}(A)$ і $\bar{E}^*(B)$, а й таких показників, які б відображали ефективність функціонування системи загалом, сформовану внаслідок особливостей використання окремих її

елементів. Показники, які задовольняють цій умові, можна побудувати як середньозважені значення показників і $E_j^*(B)$:

$$\bar{E}(A, X) = \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{\sum_{i=1}^n x_i} E_j(A), \quad (6)$$

$$\bar{E}(B, X) = \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{\sum_{i=1}^n x_i} E_j^*(B). \quad (7)$$

де ваговими коефіцієнтами є нормовані валові випуски x_j окремих галузей.

Визначимо показники ефективності $\bar{E}(A)$, $\bar{E}^*(B)$, $\bar{E}(A, X)$ та $\bar{E}^*(B, X)$ за даними офіційної статистич-

ної звітності [11] про функціонування економіки України в 2012–2020 роках (аналізований період обмежується 2020 роком, оскільки надалі економіка країни перебуває під впливом форс-мажорних обставин, що кардинально спотворює природні процеси її функціонування).

Для цього спочатку були розраховані технологічні матриці A та матриці коефіцієнтів повних матеріальних витрат B національної економіки для кожного року аналізованого періоду (у таблицях 1–3 наведено як приклади вихідні дані щодо галузей економіки та відповідні матриці A і B для 2020 року), а потім на їх основі знайдено зазначені показники ефективності. Розраховані значення показників $\bar{E}(A)$, $\bar{E}^*(B)$, $\bar{E}(A, X)$ і $\bar{E}^*(B, X)$ наведено на графіках рисунків 1–4.

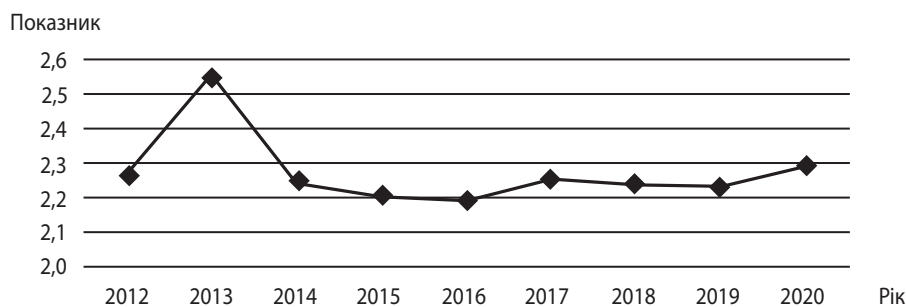


Рис. 1. Динаміка показника ефективності $\bar{E}(A)$

Джерело: розраховано авторами на основі [11]

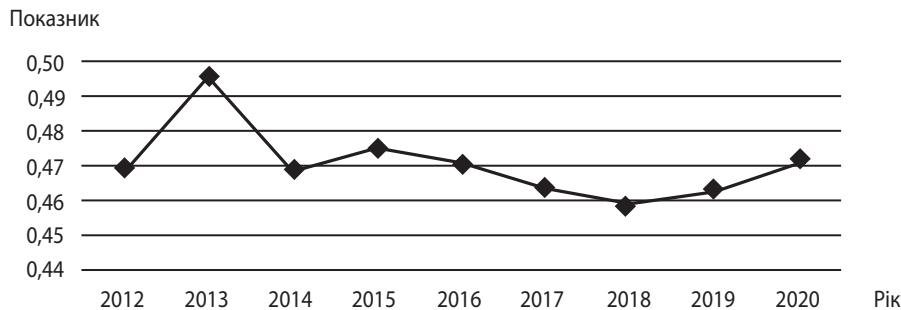


Рис. 2. Динаміка показника ефективності $\bar{E}^*(B)$

Джерело: розраховано авторами на основі [11]

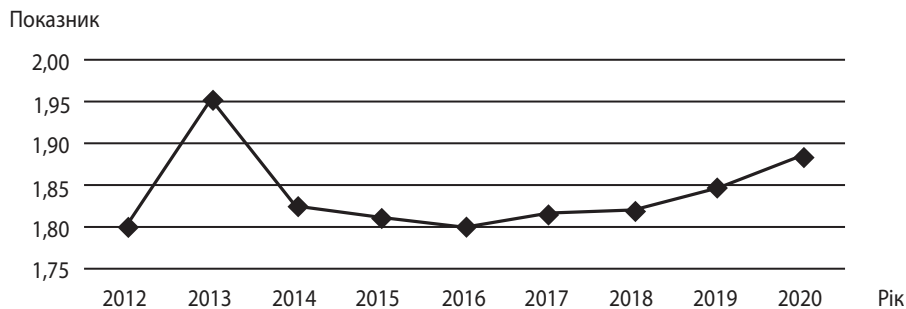


Рис. 3. Динаміка показника ефективності $\bar{E}(A, X)$

Джерело: розраховано авторами на основі [11]

Таблиця 1

Таблиця «квитрати – випуск» економіки України у 2020 році

Галузі	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	226922	253	238748	706	36	164	24544	709	3980	3	0	165	401	595	2859	1744	446	26	17
2	2599	20732	174515	139148	270	19474	6292	31021	244	50	1	1426	277	943	821	834	646	131	163
3	189936	66394	853485	45602	13664	203052	104940	116760	7236	19409	1323	15151	22168	14537	35642	5844	43939	1495	4317
4	16407	44599	103119	48868	8952	2677	16958	37222	4285	4163	59	947	2741	4131	7776	6358	12295	2016	1410
5	1256	829	5526	4594	4430	338	1262	1202	357	72	19	1808	166	2365	599	379	1306	131	211
6	5232	5314	21155	3113	924	254049	10804	11234	1768	1042	175	35753	16093	6452	9927	821	6125	347	1229
7	110847	40525	726730	3632	4391	11142	199266	10878	2041	8078	3478	5496	5457	5391	2793	6764	8580	1981	3702
8	56894	40400	173781	2588	2581	7997	60032	72196	480	765	171	1409	6256	2103	7984	2658	1035	911	516
9	182	129	891	211	18	218	522	199	721	333	7	51	1156	350	1195	58	301	272	65
10	1109	726	8780	2776	705	1104	16618	4942	610	126982	6183	2219	19493	2526	5250	7797	5440	756	1053
11	12171	4456	25930	9476	1235	1834	38685	11912	1239	4579	46130	8824	10835	2087	2650	4211	5195	318	1144
12	6592	1023	15623	2512	354	2651	37731	4952	1660	10923	4304	14164	31939	1704	194	906	3323	307	489
13	9363	5339	64279	8856	2206	13213	46020	8729	1595	8999	6412	12418	18541	5397	4465	8775	7961	817	1154
14	8156	4092	17059	1701	2109	3902	6514	12676	1418	3216	1743	7405	3640	10005	0	2386	4136	1762	878
15	1343	1298	5893	5530	877	383	7427	5073	170	675	116	653	5069	228	1128	5072	2128	247	144
16	66	222	422	144	63	70	500	607	5	216	71	64	467	60	923	16320	353	11	4
17	63	63	226	37	32	37	83	216	12	63	73	16	44	10	203	34	6558	34	23
18	15	18	246	16	3	6	191	111	211	1222	0	53	240	90	2194	2858	419	1495	2422
19	72	58	546	196	160	147	684	618	196	743	202	95	487	116	0	1134	906	34	574
Валовий випуск	1060199	44171	3311363	418780	62326	670970	1173007	604727	65067	413907	209088	380991	288691	124529	393136	265001	232896	3491	56285

Джерело: побудовано авторами на основі [11]

Таблиця 2

Матриця A коефіцієнтів прямих витрат економіки України у 2020 році

0,2140	0,0006	0,0721	0,0017	0,0006	0,0002	0,0209	0,0012	0,0612	0,00001	0	0,0004	0,0014	0,0048	0,0073	0,0066	0,0019	0,0007	0,0003
0,0025	0,0470	0,0527	0,3323	0,0043	0,0290	0,0054	0,0513	0,0037	0,0001	0,000005	0,0037	0,0010	0,0076	0,0021	0,0031	0,0028	0,0034	0,0029
0,1792	0,1505	0,2577	0,1089	0,2192	0,3026	0,0895	0,1931	0,1112	0,0469	0,0063	0,0398	0,0768	0,1167	0,0907	0,0211	0,1973	0,0388	0,0767
0,0155	0,1505	0,0311	0,1167	0,1436	0,0040	0,0145	0,0616	0,0659	0,0101	0,0003	0,0025	0,0095	0,0332	0,0198	0,0240	0,0528	0,0524	0,0251
0,0012	0,01011	0,0017	0,0110	0,0711	0,0005	0,0011	0,0020	0,0055	0,0002	0,0001	0,0047	0,0006	0,0190	0,0015	0,0014	0,0056	0,0034	0,0037
0,0049	0,0120	0,0064	0,0074	0,0148	0,3786	0,0092	0,0186	0,0272	0,0025	0,0008	0,0938	0,0557	0,0518	0,0253	0,0031	0,0263	0,0090	0,0218
0,1046	0,0919	0,2195	0,0087	0,0705	0,0166	0,1699	0,0180	0,0314	0,0195	0,0166	0,0144	0,0189	0,0433	0,0071	0,0255	0,0368	0,0515	0,0658
0,0537	0,0916	0,0525	0,0062	0,0414	0,0119	0,0512	0,1194	0,0074	0,0018	0,0008	0,0037	0,0217	0,0169	0,0203	0,0100	0,0044	0,0237	0,0092
0,0002	0,0003	0,0003	0,0005	0,0003	0,0003	0,0004	0,0008	0,0111	0,0008	0,00003	0,0001	0,0040	0,0029	0,0030	0,0002	0,0013	0,0071	0,0012
0,0115	0,0016	0,0027	0,0066	0,0113	0,0016	0,0142	0,0082	0,0094	0,3068	0,0296	0,0058	0,0675	0,0203	0,0134	0,0294	0,0234	0,0196	0,0187
0,0062	0,0101	0,0078	0,0226	0,0198	0,0027	0,0330	0,0197	0,0190	0,0111	0,2206	0,0232	0,0375	0,0168	0,0067	0,0159	0,0223	0,0083	0,0203
0,0088	0,0023	0,0047	0,0060	0,0057	0,0040	0,0322	0,0082	0,0255	0,0264	0,0206	0,0372	0,1106	0,0137	0,0005	0,0034	0,0143	0,0083	0,0087
0,0077	0,0121	0,0194	0,0211	0,0354	0,0197	0,0392	0,0144	0,0245	0,0217	0,0307	0,0326	0,0642	0,0433	0,0114	0,0331	0,0342	0,0212	0,0205
0,0013	0,0093	0,0052	0,0041	0,0338	0,0058	0,0056	0,0210	0,0218	0,0078	0,0083	0,0194	0,0126	0,0803	0	0,0090	0,0178	0,0458	0,0156
0,0001	0,0029	0,0018	0,0132	0,0141	0,0006	0,0063	0,0084	0,0026	0,0016	0,0006	0,0017	0,0176	0,0018	0,0029	0,0191	0,0091	0,0064	0,0026
0,0001	0,0005	0,0001	0,0003	0,0010	0,0001	0,0004	0,0010	0,0001	0,0005	0,0003	0,0002	0,0016	0,0005	0,0023	0,0616	0,0015	0,0003	0,0001
0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0005	0,0001	0,0001	0,0004	0,0002	0,0002	0,0003	0,00004	0,0002	0,0001	0,0005	0,0001	0,0282	0,0009	0,0004
0,0000	0,0000	0,0001	0,00004	0,00005	0,00001	0,0002	0,0002	0,0032	0,0030	0	0,0001	0,0005	0,0007	0,0056	0,0180	0,0018	0,0388	0,0430
0,0001	0,0001	0,0002	0,0005	0,0002	0,0002	0,0006	0,0010	0,0030	0,0018	0,0010	0,0002	0,0017	0,0009	0	0,0043	0,0039	0,0009	0,0102

Джерело: розраховано авторами на основі [11]

Таблиця 3

Матриця В коефіцієнтів повних витрат економіки України у 2020 році

1,322	0,051	0,157	0,045	0,056	0,084	0,058	0,048	0,110	0,016	0,005	0,019	0,028	0,041	0,030	0,020	0,045	0,019	0,023
0,062	1,179	0,136	0,467	0,126	0,130	0,046	0,138	0,065	0,022	0,006	0,029	0,036	0,062	0,033	0,027	0,067	0,048	0,0038
0,442	0,449	1,564	0,395	0,512	0,813	0,252	0,439	0,289	0,143	0,043	0,172	0,240	0,315	0,193	0,090	0,402	0,149	0,196
0,067	0,259	0,105	1,250	0,236	0,078	0,050	0,133	0,110	0,031	0,007	0,022	0,038	0,078	0,043	0,045	0,101	0,088	0,055
0,011	0,134	0,021	0,067	1,096	0,019	0,009	0,021	0,016	0,004	0,002	0,010	0,007	0,031	0,007	0,006	0,017	0,012	0,010
0,036	0,056	0,047	0,049	0,063	1,644	0,044	0,060	0,069	0,024	0,015	0,171	0,130	0,115	0,051	0,019	0,070	0,036	0,054
0,300	0,280	0,460	0,189	0,0264	0,283	1,294	0,173	0,147	0,082	0,044	0,078	0,109	0,164	0,073	0,070	0,177	0,122	0,150
0,134	0,180	0,149	0,101	0,120	0,110	0,103	1,194	0,053	0,022	0,009	0,028	0,057	0,064	0,046	0,029	0,055	0,055	0,041
0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002	1,012	0,002	0,000	0,001	0,005	0,004	0,003	0,001	0,002	0,008	0,002
0,039	0,027	0,031	0,032	0,043	0,027	0,042	0,031	0,031	1,453	0,062	0,020	0,117	0,050	0,027	0,056	0,053	0,042	0,041
0,038	0,053	0,051	0,064	0,063	0,039	0,069	0,053	0,046	0,032	1,291	0,043	0,070	0,046	0,019	0,033	0,053	0,028	0,043
0,033	0,028	0,037	0,029	0,034	0,033	0,058	0,028	0,044	0,050	0,037	1,051	0,138	0,036	0,009	0,016	0,036	0,023	0,024
0,042	0,057	0,066	0,061	0,081	0,074	0,071	0,048	0,051	0,046	0,049	0,052	1,095	0,076	0,025	0,049	0,066	0,042	0,042
0,013	0,029	0,021	0,021	0,053	0,024	0,016	0,036	0,033	0,017	0,015	0,027	0,025	1,097	0,005	0,015	0,030	0,058	0,026
0,006	0,014	0,010	0,023	0,024	0,008	0,012	0,016	0,008	0,005	0,002	0,005	0,022	0,007	1,005	0,023	0,015	0,011	0,006
0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,000	0,002	0,001	0,003	1,066	0,002	0,001	0,000
0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	1,029	0,001	0,001
0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,004	0,005	0,000	0,000	0,002	0,001	0,006	0,013	0,003	1,041	0,046
0,001	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,001	0,002	0,004	0,003	0,002	0,001	0,002	0,002	0,000	0,006	0,005	0,001	1,011

Джерело: розраховано авторами на основі [11]

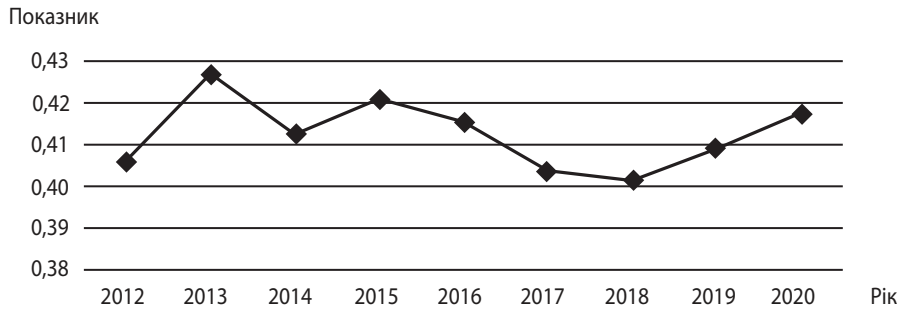


Рис. 4. Динаміка показника ефективності $\bar{E}(B, X)$

Джерело: розраховано авторами на основі [11]

Згідно з показником $\bar{E}(A)$ в еволюції ефективності функціонування національної економіки (рис. 1) умовно можна виділити три періоди: зростання у 2013 році, падіння у 2014–2016 роках та збільшення (при невеликому спаді у 2018 році) у 2017–2020 роках. Показник $\bar{E}(B)$ демонструє іншу поведінку (рис. 2): різноспрямована (при загальному зростанні) динаміка у 2012–2014 роках, зниження у 2015–2018 роках та зростання у 2019 та 2020 роках.

Загалом можна говорити, що для ефективності функціонування економіки України, яка визначається показником $\bar{E}(A)$, у 2017–2020 роках сформувалася тенденція зростання, для показника $\bar{E}(B)$ така тенденція тільки почала формуватися в останні два роки розглянутого періоду.

Зауважимо також, що асинхронність, що спостерігається в змінах аналізованих показників ефективності $\bar{E}(A)$ і $\bar{E}(B)$ цілком припустима, оскільки у моделі В. Леонтьєва вони характеризують різні аспекти функціонування економічної системи [12].

Якщо порівнювати графіки показників $\bar{E}(A)$ і $\bar{E}(A, X)$, то можна помітити, що вони демонструють якісно дуже близьку динаміку. Однак при цьому значення показників ефективності $\bar{E}(A, X)$ завжди залишаються менше показників $\bar{E}(A)$. Враховуючи змістовну інтерпретацію показників $\bar{E}(A)$ і $\bar{E}(A, X)$, це означає, що у своєму розвитку економіка України переважно використовує (завантажує) менш ефективні галузі. Наприклад, для 2017 року максимально ефективно відповідно до показника $E_j(A)$ функціонувала галузь «Операції з нерухомим майном» ($E_{12}(A)=3,993289903$), а найменш ефективною була галузь «Будівництво» $E_6(A)=1,3071032$. Проте валовий ви-

пуск другої із зазначених галузей становив 342546 млн грн, а першої – лише 265422 млн грн.

Практично аналогічна в цьому плані (як якісно, так і кількісно) картина має місце і при порівнянні динаміки показників $\bar{E}(B)$ і $\bar{E}(B, X)$, що свідчить про те, що, і з урахуванням не тільки прямих, а й непрямих взаємозв'язків (витрат) галузей національної економіки, максимально використовуються її найменш ефективно функціонуючі галузі. Причому ця ситуація простежується для всього аналізованого періоду.

Порівняємо зміни показників ефективності, що розглядаються, з динамікою основних показників розвитку економіки України в 2012–2020 роках [11; 13; 14], графіки яких представлені на рис. 5–7. Для цього розрахуємо коефіцієнти парної кореляції показників ефективності $\bar{E}(A)$, $\bar{E}(B)$, $\bar{E}(A, X)$, $\bar{E}(B, X)$ та аналізованих показників функціонування національної економіки. Результати розрахунків наведено у табл. 4.

Аналізуючи табл. 4, можна бачити, що тіснота лінійного зв'язку між аналізованими показниками ефективності та основними показниками розвитку економіки України в аналізований період в жодному з варіантів не є (за шкалою Чеддока) високою. В окремих випадках вона помірна (для показника ефективності $\bar{E}(B)$ та ВВП у доларах США, $\bar{E}(B, X)$ та індексу промислового виробництва) або помітна (для показників $\bar{E}(A)$, $\bar{E}(A, X)$ та ВВП України, $\bar{E}(B, X)$ та темпу приросту ВВП). Однак найчастіше зазначена тіснота зв'язку є слабкою. Крім того, для деяких випадків помірної та помітної тісноти зв'язку між показниками ефективності та розвитку системи галузей національ-

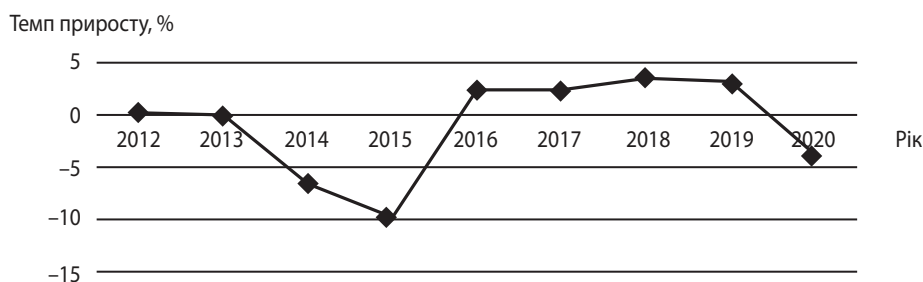


Рис. 5. Темп приросту ВВП України, %

Джерело: побудовано авторами на основі [14]

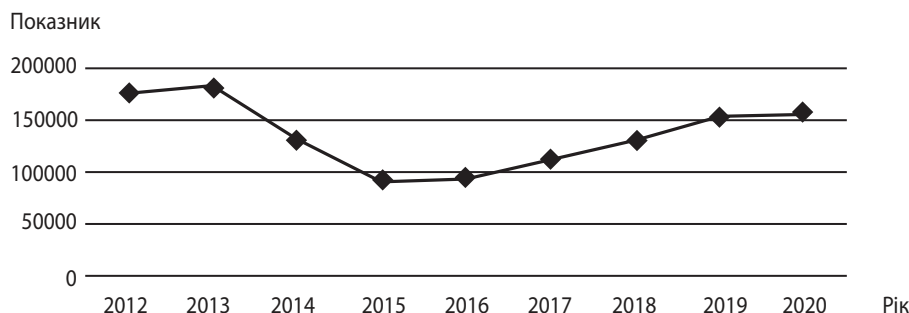


Рис. 6. Динаміка показника ВВП України, млн дол. США

Джерело: побудовано авторами на основі [13]

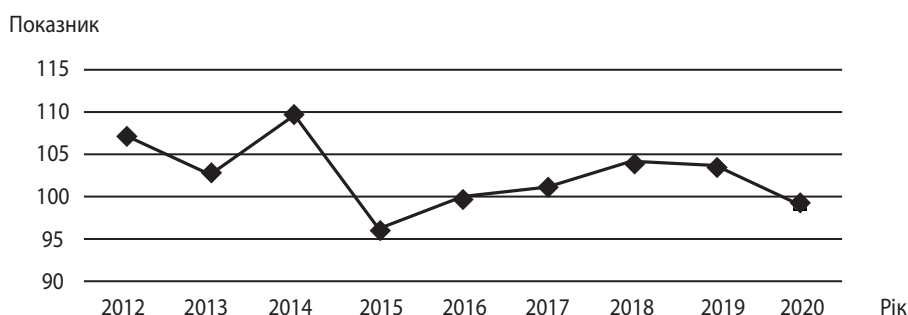


Рис. 7. Індекс промислового виробництва економіки України, %

Джерело: побудовано авторами на основі [11]

Таблиця 4

Коефіцієнти парної кореляції показників ефективності функціонування та розвитку економіки України

	$\bar{E}(A)$	$\bar{E}^*(B)$	$\bar{E}(A, X)$	$\bar{E}^*(B, X)$
Темп приросту ВВП	0,081639164	-0,284978388	-0,00222123	-0,518498888
ВВП України, долари США	0,686218	0,335683269	0,637279866	0,099102994
Індекс промислового виробництва	0,073975521	-0,210757428	-0,091249925	-0,423706197

ної економіки вона є зворотною. Це може свідчити про те, що процеси зміни величини національної економіки (і, зокрема, її помітне зростання у 2016–2019 роках) не пов'язані безпосередньо з підвищенням чи зниженням ефективності її функціонування та визначаються здебільшого простим масштабуванням.

У зв'язку з цим можна припустити, що на розвиток економіки України впливають інші економічні фактори, а не ефективність її функціонування. До таких чинником природно насамперед віднести умови інвестиційної діяльності, тобто інвестиційний клімат у країні.

У [15, с. 79–139] для кількісної оцінки економічних умов інвестування пропонується використовувати граничну норму прибутку інвестиційних проектів. Економічний зміст такого підходу полягає в тому, що для будь-яких інвестиційних умов існує таке значення норми прибутку проекту, перевищення якого гарантує його ефективну реалізацію (гранична норма прибутку β_{sp}). Чим більше значення β_{sp} , тим менше різноманітних інвестиційних проектів може бути реалізовано (а отже, гірші інвестиційні умови), і навпаки.

Для розрахунку граничної норми β_{sp} у [15, с. 84] пропонується використати формулу:

$$\beta_{sp} = \frac{\gamma}{(1+\gamma)^n - 1} + \alpha, \tag{8}$$

де γ – відсоток річних, під який банківські установи залучають фінансові ресурси;

α – відсоток, під який видається кредит;

n – період реалізації проектів.

Було проведено розрахунки величин β_{sp} для кожного року розглянутого періоду розвитку економіки України. При цьому використовувалися значення параметрів γ і α , наведені в офіційній статистиці [16], n варіювалося в діапазоні 1–12 для кожного року з періоду 2012–2020 років і обчислювалося відповідне середнє значення граничної норми прибутку $\bar{\beta}_{sp}$. Результати наведено на графіку рис. 8.

Можна бачити (рис. 8), що динаміка показника інвестиційного клімату не формує жодної стійкої тенденції в розглянутий період. Як і раніше для показників ефективності, проаналізуємо, як динаміка β_{sp} співвідноситься до

особливостей еволюції основних показників розвитку національної економіки. Значення відповідних коефіцієнтів парної кореляції наведено у табл. 5.

Низькі (за абсолютною величиною) значення коефіцієнтів парної кореляції табл. 5 (слабка і помірна тіснота зв'язку) не дозволяють, як і раніше для показників ефективності, стверджувати, що умови інвестування істотно впливають на розвиток економіки України.

При цьому зауважимо, що аналогічні розрахунки продемонстрували у цілому помітно тісніший зв'язок показників інвестиційного клімату та ефективності, ніж зазначений вище. Відносно високий ступінь взаємозв'язку цих показників природним чином відповідає економічній логіці їх взаємодії.

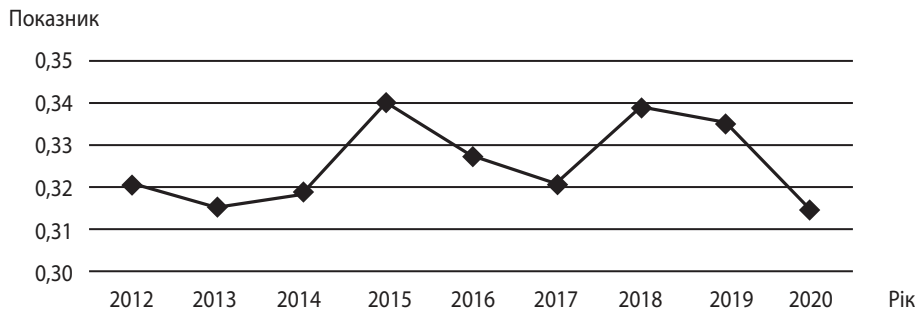


Рис. 8. Динаміка показника середнього граничного рівня річної норми прибутку проекту $\bar{\beta}_{сп}$

Джерело: розраховано авторами на основі [16]

Таблиця 5

Коефіцієнти парної кореляції показників середньої граничної норми прибутку та розвитку економіки України

	Темп приросту ВВП	ВВП України, дол. США	Індекс промислового виробництва
Середня гранична норми прибутку $\bar{\beta}_{сп}$	0,053462603	- 0,509997659	- 0,27742056

Джерело: розраховано авторами

елементів технологічної матриці A . Тоді показник ефективності (позначимо його як $E(A)$) буде розраховуватися згідно з формулою

$$E(A) = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (9)$$

Аналогічним чином можна ввести до розгляду показник ефективності

$$E(B) = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n b_{ij}} \quad (10)$$

Показники (9), (10) визначають ефективність функціонування системи за деякого еталонного одиничного випуску (валового або кінцевої продукції), і в цьому плані вони близькі до відповідних показників (2) – (5), але їх особливості при оцінці й аналізі ефективності порівняно з іншими аналогічними показниками підлягають подальшому вивченню. Крім того, потребує також уточнення і економіко-математичне тлумачення співвідношення показників (2), (4) та показників ефективності, побудованих

Необхідно також зазначити, що для оцінки ефективності функціонування макроекономічних систем поряд із (2), (3) і похідних від них (4) – (7) можна запропонувати й інші показники, побудовані на основі моделі «витрати – випуск». Дійсно, ефективність функціонування будь-якої системи – це відношення результатів її функціонування і витрат на їх отримання. У випадку моделі В. Леонтьєва результат у вартісному вираженні визначається як сума елементів вектора валових випусків X , а відповідні витрати являють собою суму елементів вектора $A\tilde{X}$. Якщо для наочності та простоти як вектор валових випусків розглядати одиничний вектор \tilde{X} , то сумарні виробничі витрати, що відповідають вектору $A\tilde{X}$, дорівнюватимуть сумі всіх

на основі числа Фробеніуса технологічної матриці моделі «витрати – випуск», яке було наведено у роботі [10].

Висновки. Таким чином, проведений у рамках використуваних методів аналіз розвитку економіки України у 2012–2020 роках дає підстави для таких висновків.

Процеси зміни величини національної економіки у зазначений період не пов'язані безпосередньо з таким фактором, як ефективність її функціонування.

Інвестиційний клімат також не є значущим для економічного розвитку держави.

У зв'язку з цим можна припустити, що на розвиток економічної системи України визначальний вплив мають інші чинники, що вимагає подальшого їх виявлення та вивчення.

Як актуальний напрям розвитку наведеного матеріалу може також розглядатися аналіз особливостей економіко-математичного змісту та співвідношення різних показників ефективності функціонування макроекономічних систем, побудованих на основі моделі В. Леонтьєва, та уточнення специфічних можливостей їх використання у відповідних економічних дослідженнях.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дмитришин Б. В., Гамалій В. Ф. Концептуальний підхід до моделювання продуктивності економічних систем на основі міжгалузевого балансу. *Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки*. 2013. Вип. 24. С. 8–15.

2. Дмитришин Б. В. Дослідження продуктивності сучасних економічних систем на основі моделей міжгалузевого балансу. *Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки*, 2010. Вип. 18. Ч. II. С. 85–92.

3. Малаховський Ю. В. Аналіз продуктивності моделей «витрати – випуск» на регіональному та національному рівнях. *Бізнес Інформ*. 2010. № 4. С. 59–63.

4. Онщенко І. Порівняльний аналіз економік на основі результатів агрегування цінами моделі Леонтєва «витрати – випуск». *Економіст*. 2010. № 9. С. 54–56.

5. Сатир В. В. Економіко-математичне моделювання впливу на державне регулювання економіки. *Актуальні проблеми економіки*. 2011. № 3. С. 256–270.

6. Ястремський О. І., Кулик В. В. Волатильність структури міжгалузевих зв'язків економіки України. *Економіка і прогнозування*. 2020. № 2. С. 6–79.

7. Ястремський О. І. Міжгалузевий аналіз витратності та продуктивності економіки України: порівняльний аналіз у часі і між країнами. *Кібернетика та системний аналіз*. 2020. Т. 56. № 4. С. 85–97.

8. Діленко В. О. Економіко-математичне моделювання інноваційних процесів: монографія. Одеса: Фенікс. 2013. 348 с.

9. Діордиця С. Г., Діленко В. О. Оцінка та аналіз ефективності функціонування економіки України з використанням моделі «витрати – випуск». Моделювання складних систем: монографія / за заг. ред. В. М. Соловйова. Черкаси: Видав. Третяков О. М., 2015. С. 126–141.

10. Діленко В. О., Соколов К. С. Дослідження ефективності функціонування національної економіки інструментами моделі «витрати – випуск». *Бізнес Інформ*. 2023. № 9. С. 111–117.

11. Державний комітет статистики України. URL: https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/01/Arch_zor_zb.htm

12. Діленко В. О. Аналіз ефективності інноваційної діяльності в системі взаємопов'язаних виробників. *Актуальні проблеми економіки*. 2005. № 11. С. 183–190.

13. Міністерство фінансів України. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/gdp/>

14. Експрес-Випуск / Державна служба статистики України. URL: <https://ukrstat.gov.ua/express/expr2022/03/25.pdf>

15. Савчук О. В. Аналіз ефективності інвестиційних проєктів та економічних умов їх реалізації. Одеса: ІПРЕД НАН України, 2000. 176 с.

16. Національний банк України. URL: <https://bank.gov.ua/>

REFERENCES

Derzhavnyi komitet statystyky Ukrainy. https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/Arhiv_u/01/Arch_zor_zb.htm

Dilenko, V. O. "Analiz efektyvnosti innovatsiinoi diialnosti v systemi vzaiemopoviazanykh vyrobnykiv" [Analysis of the Efficiency of Innovative Activity in the System of Interconnected Producers]. *Aktualni problemy ekonomiky*, no. 11 (2005): 183-190.

Dilenko, V. O. *Ekonomiko-matematychnе modeliuвання innovatsiinykh protsesiv* [Economic and Mathematical Modeling of Innovative Processes]. Odessa: Feniks, 2013.

Dilenko, V. O., and Sokolov, K. S. "Doslidzhennia efektyvnosti funktsionuvannia natsionalnoi ekonomiky instrumentamy modeli «vytraty - vypusk»" [A Study of the Efficiency of Functioning of the National Economy Using the Tools of the «Input – Output» Model]. *Biznes Inform*, no. 9 (2023): 111-117.

Diordytzia, S. H., and Dilenko, V. O. "Otsinka ta analiz efektyvnosti funktsionuvannia ekonomiky Ukrainy z vykorystanniam modeli «vytraty - vypusk»" [Evaluation and Analysis of the Effectiveness of the Functioning of the Economy of Ukraine Using the "Expenditure - Output" Model]. In *Modeliuвання skladnykh system*, 126-141. Cherkasy: Vydav. Tretiakov O. M., 2015.

Dmytryshyn, B. V. "Doslidzhennia produktyvnosti suchasnykh ekonomichnykh system na osnovi modelei mizhhaluzevoho balansu" [Study of the Productivity of Modern Economic Systems Based on Intersectoral Balance Models]. *Naukovi pratsi Kirovohradskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu. Ekonomichni nauky*, vol. II, no. 18 (2010): 85-92.

Dmytryshyn, B. V., and Hamalii, V. F. "Kontseptualnyi pidkhid do modeliuвання produktyvnosti ekonomichnykh system na osnovi mizhhaluzevoho balansu" [A Conceptual Approach to Modeling the Productivity of Economic Systems Based on the Inter-industry Balance]. *Naukovi pratsi Kirovohradskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu*, no. 24 (2013): 8-15.

"Ekspres-vypusk" [Express Issue]. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. <https://ukrstat.gov.ua/express/expr2022/03/25.pdf>

Malakhovskyy, Yu. V. "Analiz produktyvnosti modelei «vytraty - vypusk» na rehionalnomu ta natsionalnomu rivniakh" [Analysis of the Performance of Input-output Models at the Regional and National Levels]. *Biznes Inform*, no. 4 (2010): 59-63.

Ministerstvo finansiv Ukrainy. <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/gdp/>

Natsionalnyi bank Ukrainy. <https://bank.gov.ua/>

Onishchenko, I. "Porivnialnyi analiz ekonomik na osnovi rezultativ ahrehuvannia tsinamy modeli Leontieva «vytraty - vypusk»" [Comparative Analysis of Economies Based on the Results of Price Aggregation of the Leontiev "Expenditure - Output" Model]. *Ekonomist*, no. 9 (2010): 54-56.

Satyr, V. V. "Ekonomiko-matematychnе modeliuвання vplyvu na derzhavne rehuliuвання ekonomiky" [Economic and Mathematical Modeling of the Influence on State Regulation of the Economy]. *Aktualni problemy ekonomiky*, no. 3 (2011): 256-270.

Savchuk, O. V. *Analiz efektyvnosti investytsiinykh proektiv ta ekonomichnykh umov yikh realizatsii* [Analysis of the Effectiveness of Investment Projects and Economic Conditions for Their Implementation]. Odessa: IPREED NAN Ukrainy, 2000.

Yastremskyi, O. I. "Mizhhaluzevyi analiz vytratnosti ta produktyvnosti ekonomiky Ukrainy: porivnialnyi analiz u chasi i mizh krainamy" [Cross-industry Analysis of Cost and Productivity of the Economy of Ukraine: Comparative Analysis Over Time and between Countries]. *Kibernetyka ta systemnyi analiz*, vol. 56, no. 4 (2020): 85-97.

Yastremskyi, O. I., and Kulyk, V. V. "Volatylnist struktury mizhhaluzevykh zviazkiv ekonomiky Ukrainy" [Volatility of the Structure of Inter-branch Relations of the Economy of Ukraine]. *Ekonomika i prohnozuvannia*, no. 2 (2020): 61-79.

Стаття надійшла до редакції 14.03.2024 р.

Статтю прийнято до публікації 27.03.2024 р.