

Оцінювання розвитку регіону як відкритої термодинамічної системи

Показана можливість оцінювання економічного розвитку регіону як самостійної динамічної дисипативної структури, що самоорганізовується і описується основним рівнянням термодинаміки відкритих систем. Оцінковими показниками можуть бути коефіцієнт використання ресурсів та коефіцієнт нерівноважності. Останній визначається відношенням зовнішніх грошових потоків (інвестиції в основний капітал) до потоків усередині системи (валового регіонального продукту). Методика опробована розрахунками зазначених коефіцієнтів для оцінювання динаміки економічного розвитку Львівської області. Показано, що у порівнянні з іншими регіонами, крім Київської області, Львівський регіон відрізняється підвищеною активністю розвитку. Ключові слова: регіон, відкрита термодинамічна система.

Економіку будь-якого регіону України можна розглядати як самостійну нерівноважну динамічну дисипативну структуру, що самоорганізується і обмінюється з довкіллям (іншими регіонами) енергією і матерією (грошовими потоками, сировиною і готовою продукцією), сприймати її як відкриту термодинамічну систему [1].

Стан закритої термодинамічної системи описується формулою:

$$F = E - TS, \quad (1)$$

де F – вільна енергія, Дж;
 E – енергія системи, Дж;
 T – температура, К;
 S – ентропія, міра хаосу, Дж/К

У закритих термодинамічних системах самодовільно відбуваються процеси тільки зі збільшенням ентропії.

Зміну ентропії відкритих систем можна представити такою, що складається з двох частин, одна з яких ($d_e S$) зумовлена взаємодією з навколишнім середовищем (зокрема теплообміном), а друга ($d_i S$) – самодовільним відбуванням необоротних «внутрішніх» процесів у відкритій системі, що описується формулою:

$$dS = d_e S + d_i S. \quad (2)$$

Вибір позначень $d_e S$ і $d_i S$ нагадує, що перший член стосується обміну енергією (з англійського exchange – е) із зовнішнім світом, а другий – необоротних усередині (з англійського inside – і) [2].

Згідно з другим законом термодинаміки, завжди $d_i S \geq 0$ (знак рівності стосується стану рівноваги); $d_e S$ не має визначеного знаку. Тому в принципі можливі процеси, за яких відкрита система досягне стану з нижчим значенням ентропії порівняно з початковим. Такі процеси мають місце, якщо потік ентропії з системи у довкілля перевищує потік ентропії усередині відкритої системи.

Такий підхід до оцінювання регіону як дисипативної структури, а саме динаміки розвитку і нерівноважності її як локальної зони, є цікавим і актуальним.

Мета дослідження полягає у встановленні особливостей використання теорії дисипативних структур для оцінювання стану економічного розвитку регіону.

Еквівалентом вільної енергії (F) в економіці може слугувати валовий дохід ($ВД$), а енергія системи (E) може бути виражена вартістю сировини і енергії, тобто собівартістю ($СВ$).

Прямо ентропію в економічних системах визначити не можна, тому можна використати не саму ентропію, а добуток TS .

Еквівалентом TS_i може служити валовий регіональний продукт ($ВРП$), який характеризує потоки усередині системи [3], а TS_e – проміжне споживання. Зрозуміло, що якщо $ПС > ВРП$, то можна одержати дохід.

Відтак, термодинамічна формула регіону як дисипативної структури буде мати вигляд:

$$ВД = СВ - ВРП + ПС. \quad (3)$$

Аналізуючи вираз (3), можна виявити протиріччя: кількість зв'язаної енергії – грошей, що надходять у систему ($E, СВ$), менше ніж одержують ($F, ВД$), тобто енергія утворюється з нічого. Протиріччя знімається, якщо застосувати поняття негентропії. У відкритих «живих» термодинамічних системах, до яких належать і економічні, негативна ентропія не витікає у довкілля, а навпаки «втікає» у систему, структуруючи її. Отже, вираз (3) потрібно переписати у вигляді:

$$П = СВ + ВРП - ПС, \quad (4)$$

де $П$ – результат фінансової діяльності, неоподаткований прибуток, який можна використати для розширення виробництва, в тому числі для інноваційного переозброєння.

Отже, ізсобівартості внаслідок діяльності людини немовби викристалізується нова, додаткова вартість.

Використовуючи статистичні дані, можна розрахувати $СВ$, а відношення $П/СВ$ можна трактувати як коефіцієнт використання ресурсів регіону як самоорганізованої структури.

Таблиця 1

Показники оцінювання Львівської області як дисипативної структури за період 2000-2008 рр.

Показник	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Прибуток, $П$, тис. грн.	158190	157737	282266	778441	302489	990658	1096272	1382900	-2367000
Проміжне споживання, $ПС$, тис. грн.	7478000	9795000	11337000	13960000	18507000	21726000	25560000	33336000	дані відсутні
Валовий регіональний продукт, $ВРП$, тис. грн.	5849500	7305000	8578200	10547000	13992000	17192000	21486000	27987000	28210900
Собівартість, $СВ$, тис. грн.	1786690	2490000	3041066	4191441	4817489	5524658	5170272	6731900	-
Відношення $П/СВ$, %	8,9	6,3	9,3	18,6	6,3	17,9	21,2	20,5	-

Таблиця 2

Нерівноважність регіонів України

Область	2004			2005			2006			2007			2008		
	Інвестиції в основний капітал, млн. грн.	ВРП, млн. грн.	α	Інвестиції в основний капітал, млн. грн.	ВРП, млн. грн.	α	Інвестиції в основний капітал, млн. грн.	ВРП, млн. грн.	α	Інвестиції в основний капітал, млн. грн.	ВРП, млн. грн.	α	Інвестиції в основний капітал, млн. грн.	ВРП, млн. грн.	α
Україна	75714	345113	0,219	93095	441452	0,211	125254	544153	0,230	188486	720731	0,261	233081	735866	0,317
АР Крим	2740	9901	0,276	3375	12848	0,263	4684	16044	0,292	7007	20874	0,336	8655	22064	0,392
Вінницька	1155	8123	0,142	1693	10207	0,166	2494	12414	0,201	4136	15381	0,269	4752	16427	0,289
Волинська	1064	4994	0,213	1186	6553	0,181	1839	7687	0,239	2867	10072	0,285	3489	10848	0,321
Дніпропетровська	5906	30040	0,197	7792	41227	0,189	10737	52347	0,205	14874	71173	0,209	18063	69038	0,261
Донецька	7239	45617	0,159	9598	58044	0,165	11728	72361	0,162	16898	92093	0,183	22136	89606	0,247
Житомирська	854	5947	0,144	1135	7430	0,153	1546	8784	0,176	2442	11127	0,219	3646	11561	0,315
Закарпатська	1113	5297	0,210	1115	6700	0,166	2019	8185	0,247	2642	10508	0,251	3303	10960	0,301
Запорізька	2745	15255	0,180	3299	19968	0,165	3896	24787	0,157	6407	33158	0,193	7459	33556	0,222
Івано-Франківська	1589	7311	0,217	1683	9622	0,175	2620	11316	0,232	4006	13916	0,288	5950	13429	0,443
Кіївська	3547	11883	0,298	4519	15362	0,294	7032	19188	0,366	12658	26221	0,483	16921	27480	0,616
Кіровоградська	1357	5594	0,242	1285	6877	0,187	1777	8187	0,217	2482	9981	0,248	3048	11348	0,268
Луганська	2941	14672	0,200	4363	19716	0,221	5538	24159	0,229	9754	32280	0,302	9000	32022	0,281
Львівська	3634	13992	0,260	4682	17192	0,272	5875	21486	0,273	8287	27987	0,296	10799	28211	0,383
Миколаївська	1963	7934	0,247	2535	9563	0,265	3118	11876	0,262	3699	14767	0,250	4333	15712	0,276
Одеська	5137	17029	0,301	5154	20762	0,248	7339	24898	0,295	10500	33116	0,317	12484	36726	0,340
Полтавська	2887	13983	0,206	3709	18099	0,205	4760	22179	0,215	6672	28355	0,235	8840	26739	0,331
Рівненська	1937	5599	0,346	1184	7263	0,163	2144	8924	0,240	2924	11180	0,261	3672	11314	0,355
Сумська	1102	6275	0,176	1441	8025	0,180	1508	9566	0,158	2435	12341	0,197	3015	12921	0,233
Тернопільська	632	3948	0,160	890	5137	0,173	1214	6452	0,188	1979	8276	0,239	2843	8814	0,323
Харківська	5055	20524	0,246	5775	25618	0,225	7957	32023	0,248	12051	43868	0,275	11819	44351	0,266
Херсонська	886	5200	0,170	1077	6469	0,166	1503	7565	0,199	2322	9034	0,257	3929	9937	0,395
Хмельницька	1745	6344	0,275	1461	7958	0,184	2075	9603	0,216	3135	12339	0,254	4849	12401	0,391
Черкаська	2408	6623	0,364	2046	9014	0,227	3304	10957	0,301	4236	13656	0,310	5128	15814	0,324
Чернівецька	656	3277	0,200	755	4234	0,178	1451	5126	0,283	2332	6672	0,350	3733	7099	0,526
Чернігівська	1140	6181	0,184	1333	7627	0,175	1520	8950	0,170	2422	11532	0,210	3053	11809	0,259
м. Київ	13859	61357	0,226	19468	77124	0,252	24858	95267	0,261	38230	135900	0,281	46574	140249	0,332
м. Севастополь	423	2213	0,191	544	2823	0,193	718	3822	0,188	1089	4916	0,222	1588	5093	0,312

У табл. 1 представлено статистичні дані і результати розрахунків коефіцієнта використання ресурсів Львівської області як дисипативної структури. Для розрахунків використовувались дані статистичних щорічників Львівської області [5].

Розрахунки показують невпинне збільшення використання ресурсів Львівщини за період до 2008 р. (не враховуючи 2004 р. – рік політико-економічної кризи), що свідчило про позитивні процеси, які відбувалися у соціально-економічному регіоні. У 2008 р. в економіці спостерігалась криза і замість прибутку одержано збитки (2367 млн. грн.); Львівська область перетворилася в дотаційний регіон.

На основі статистичних даних можна оцінити також активність регіону (області) як локальної нерівноважної зони. Локальними зонами вважають регіони у складі країни або райони, що утворюють регіон і які можна також розглядати як нерівноважні дисипативні структури [4].

Активність регіону може бути виражена формулою:

$$\frac{J_e(t)}{J_i(t)} = \alpha \quad (5)$$

де $J_e(t)$ – зовнішні потоки (інвестиції в основний капітал);
 $J_i(t)$ – потоки усередині системи (ВРП).

У цьому випадку α можна вважати ступенем нерівноважності макросистеми. Чим більше коефіцієнт α для даної зони, тим більше економічні процеси в цілому, відповідно до синергетичного принципу підкорення Г. Хакена, зсунуті в бік нерівноважності, що є позитивним фактором для загального стану економіки. Коефіцієнтом α можна охарактеризувати інноваційну активність регіону.

В табл. 2 представлено статистичні дані та розраховані коефіцієнти нерівноважності α в регіонах України за період з 2004 до 2008 р.

У цілому можна зазначити, що коефіцієнти нерівноважності для всіх регіонів і в Україні є невисокими. Міжнародна практика свідчить, що для регіонів, що швидко розвиваються, вони становлять не менше 0,4-0,6. До цього показника наблизились лише Київська і Чернівецька (у 2008 р.) області.

На тлі інших регіонів Львівщина у 2008 р. мала досить високий коефіцієнт α (0,383), який був вищим, ніж середній по країні (0,317). Це свідчить про інвестиційну привабливість області і про позитивні економічні процеси, які в ній відбуваються. На жаль, питома вага Львівщини в країні є досить малою (~5 % за інвестиціями в основний капітал і ~4,0 % за ВРП), щоб можна було сказати, що найближчим часом регіон буде атрактором для інвестицій і прикладом для наслідування.

Теоретичні дослідження та практичні розрахунки засвідчують можливість оцінювання економічного розвитку регіону з позицій розгляду його як самостійної динамічної дисипативної структури. Такими оціночними показниками можуть бути коефіцієнт використання ресурсів, що виражає відношення сумарного прибутку до вартості спожитої сировини і енергії, та коефіцієнт нерівноважності, який виражається відношенням зовнішніх потоків (інвестиції в основний капітал) до потоків усередині системи (валового регіонального продукту). Це підтверджують розрахунки зазначених коефіцієнтів для оцінювання економічного розвитку Львівської області.

Список використаних джерел

1. Пригожин И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой (Илья Prigogine, Isabelle Stengers. ORDER OUT OF CHAOS: Man's new dialogue with nature) / И. Пригожин, И. Стенгерс ; пер. с англ. под общ. ред. В. И. Аршинова, Ю. Л. Климонтовича, Ю. В. Сачкова. – М. : Прогрес, 1986. – 471 с.
2. Николис Г. Самоорганизация в неравновесных системах / Г. Николис, И. Пригожин. – М. : Мир, 1979. – 512 с.
3. Соловьев Ю. Л. Оценка развития сети городов нефтегазодобывающих территорий Тюменской области / Ю. Л. Соловьев. – Режим доступа : <http://www.ipdn.ru /rics/doc0/DB/b3/2-sol.html>.
4. Осипов А. И. Термодинамика вчера, сегодня, завтра. Ч. 2. Неравновесная термодинамика / А. И. Осипов // Соросовский образоват. журн. – 1999. – №5. – С.17-23.
5. Статистичні щорічники Львівської області за 2006, 2007 і 2008 роки.

Козык В.В., Сидоров Ю.И. Оценка развития региона как открытой термодинамической системы.

Показана возможность оценки экономического развития региона как самостоятельной динамической самоорганизующейся диссипативной структуры, которая описывается основным уравнением термодинамики открытых систем. Оценочными показателями могут быть коэффициент использования ресурсов и коэффициент неравновесия. Последний определяется отношением внешних денежных потоков (инвестиции в основной капитал) к потокам внутри системы (валовой региональный продукт). Методика апробирована расчетами указанных коэффициентов для оценки динамики экономического развития Львовской области. Показано, что по сравнению с другими регионами, кроме Киевской области, Львовский регион отличается повышенной активностью развития.

Ключевые слова: регион, открытая термодинамическая система.

Kozyk V.V., Sydorov Yu.I. Estimation of Development of the Region as an Open Thermodynamic System.

Possibility of estimation of economic development of region as an independent dynamic dissipative self-organizing structure, which is described by the basic equation of open systems thermodynamics, is shown. The resources management coefficient and nonequilibrium coefficient can be used as the evaluation indices. Nonequilibrium coefficient is determined by the relation of external money flows (investment in the fixed assets) to the flows inside the system (gross regional product). The methodics is approved by the calculations of the indicated coefficients for the estimation of dynamics of Lviv region economic development. It is shown that as compared to other regions, except for the Kiev region, Lviv region is characterised by overactivity of development.

Key words: region, open thermodynamics system.

Надійшло 22.06.2010 р.