

## ОЦІНКА СТАНУ ЕКОНОМІЧНОЇ СИСТЕМИ НАЦІОНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА ЗА ПОКАЗНИКАМИ ЕНТРОПІЇ

*Запропоновано використання ентропійного підходу до оцінювання повноти економічної інформації та стану економічної системи. Розроблено методику оцінювання стану економічної системи національного господарства. В основу методики покладено кількісне визначення рівня упорядкованості складної економічної системи та її підсистем. Проведено дослідження основних кластерів національного господарства за видами економічної діяльності з визначенням рівня їх упорядкованості. Сформовано основу прийняття рішень щодо забезпечення сталого економічного розвитку.*

**Ключові слова:** ентропійний підхід, економічна система, стан системи, стабільність функціонування.

### I. Вступ

У сучасних умовах економічної глобалізації значну увагу приділено проблемі сталого розвитку національної економіки. Особливе місце посідають питання щодо визначення умов забезпечення сталого економічного розвитку та прогнозування можливих траєкторій розвитку економіки як основи прийняття обґрунтованих стратегічних рішень. Проблему ускладнено тим, що на сьогодні розвиток економіки здійснюється під стохастичним впливом багатьох факторів, результатом дії яких можна спостерігати суттєві нерівномірності розвитку економічних систем різних рівнів: окремих країн, регіонів та галузей економіки.

Необхідно зазначити, що сталий розвиток національної економіки як складної системи залежить від підтримки оптимальних пропорцій між усіма її складовими підсистемами. Для цього економіка держави повинна мати відповідні механізми обґрунтованого прийняття рішень і цілеспрямованого регулювання. Однак ускладнення структури економічних систем, неповнота інформації про стан цих систем та, як наслідок, невизначеність їх стану, а також механізмів взаємодії складових створюють додаткові передумови неефективного прийняття рішень на різних рівнях управління.

У зв'язку з цим, проблемі невизначеності приділено значну увагу. Зарубіжні й українські вчені пропонують різні підходи, враховуючи безліч чинників за відповідними групами показників [3; 5; 6; 8; 9]. Однак найбільш ефективним підходом, за допомогою якого можна дійсно визначити ступінь невизначеності інформації, є ентропійний підхід. Вчені використовують ентропію для дослідження складних технічних систем, біосистем та економічних систем [2; 5; 7; 8; 10; 11].

Враховуючи значні досягнення вчених, актуальною залишається проблема комплексного дослідження національного господарства як складної економічної системи з метою оцінювання неповноти інформації та невизначеності стану системи взагалі, що є безумовно важливим аспектом, на який необхідно зауважити в процесі формування стратегічних рішень, спрямованих на забезпечення сталого економічного розвитку.

### II. Постановка завдання

Мета статті полягає в розробці методики оцінювання стану економічної системи національного господарства з визначенням рівня її упорядкованості як основи формування рішень щодо забезпечення сталого економічного розвитку.

### III. Результати

З погляду інформатики ентропія – це ступінь неповноти, невизначеності, при цьому ентропію розглядають як функцію стану, а отже, будь-якому стану можна надати цілком певне значення ентропії [2; 7; 10]. Вважаємо доцільним використання "шеннонівського" поняття ентропії як кількісної міри економічної інформації, за допомогою якої можна довести ступінь упорядкованості складної економічної системи національного господарства.

Для визначення міри корисної (потрібної) інформації Клод Шеннон ще у 1948 р. встановив взаємозв'язок між двома поняттями – інформацією та ентропією [10], та запропонував використання ентропії для оцінювання інформаційних процесів. Для розрахунку ентропії К. Шеннон запропонував використовувати таку формулу

$$H = -\sum p_i \log_2 p_i, \quad (1)$$

де  $p_i$  – ймовірність елементів системи ( $p_i = \overline{1, n}$ ).

Виходячи з принципу системності та враховуючи властивість невизначеності економічних систем, розроблено методику оцінювання стану економічної системи націона-

льного господарства (рис. 1). В основу методики покладено кількісне визначення рівня упорядкованості складної економічної системи та її складових.



Рис. 1. Методика оцінювання стану економічної системи національного господарства з визначенням рівня її упорядкованості

Відповідно до розробленої методики була сформована інформаційна база даних за період 2005–2013 рр. [4] за основними кластерами – видами економічної діяльності національного господарства за такими показниками: випуск товарів та послуг, оплата праці найманих працівників та споживання основного капіталу.

За кожним показником розраховані середні значення  $x_{cp}$  кожного динамічного ряду та розраховані середні квадратичні (стандартні) відхилення динамічного ряду [1]:

$$\sigma = S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x_{cp})^2}{n}}, \quad (2)$$

де  $x_i$  – значення показника, що досліджується за  $i$ -ий період часу.

Подальші дослідження ґрунтуються на гіпотетичному припущенні, що якісні показники, а також показники, за допомогою яких здійснюється оцінювання функціонування системи, відповідають нормальному розподілу.

Враховуючи гіпотетичне припущення, розраховуємо функцію щільності ймовірності нормального розподілу [1]:

$$f(x) = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\left(\frac{x_i - x_{cp}}{\sigma}\right)^2 / 2}. \quad (3)$$

Розглянемо ймовірність  $P_i = f(x_i)$  як чисельну міру можливості здійснення певної події, а невизначеність – як стан відсутності інформації щодо розуміння події, її наслідків або ймовірності.

Виконано кількісні розрахунки ентропії за кожним видом економічної діяльності за певні періоди часу (табл. 1).

В основу визначення показника упорядкованості економічної системи покладено ідею встановлення тенденцій у кількісних змінах ентропії системи за визначений період часу. Враховуючи концептуальні положення ентропійного підходу [7; 10], зазначимо, що будь-яка система, або її підсистема (складовий елемент) буде входити до упорядкованого стану у разі зниження ентропії.

## Основні види економічної діяльності (КВЕД – 2013)

№	Секція	Вид економічної діяльності	Ентропія	
			$\sum H_{2005-2008}$	$\sum H_{2010-2013}$
1	A	Сільське господарство, лісове господарство та рибне господарство	2,035	1,858
2	B	Добувна промисловість і розроблення кар'єрів	1,927	1,888
3	C	Переробна промисловість	1,867	1,926
4	D	Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря	1,929	1,861
5	E	Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	1,919	1,872
6	F	Будівництво	1,997	1,734
7	G	Оптова та роздрібна торгівля; ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	1,890	1,883
8	H	Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	1,856	1,914
9	J	Інформація та телекомунікації	1,803	1,978
10	K	Фінансова та страхова діяльність	1,723	2,057
11	L	Операції з нерухомим майном	1,850	1,882
12	M	Професійна, наукова та технічна діяльність	1,918	1,796
13	N	Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	1,835	1,922
14	O	Державне управління й оборона; обов'язкове соціальне страхування	1,846	1,899
15	P	Освіта	1,879	1,892
16	Q	Охорона здоров'я та надання соціальної допомоги	1,872	1,912
17	R	Мистецтво, спорт, розваги та відпочинок	2,037	1,672
18	S	Надання інших видів послуг	2,010	1,780

Показник упорядкованості економічної системи будемо визначати таким чином:

$$\Delta H = \sum H_{2010-2013} - \sum H_{2005-2008}, \quad (4)$$

де  $\sum H_{2005-2008}$ ,  $\sum H_{2010-2013}$  – сумарні значення ентропії системи, що досліджується за період 2005–2008 рр. та 2010–2013 рр. відповідно.

При визначенні рівня упорядкованості економічної системи національного господарства період часу був розподілений на два однакові періоди, проте, на нашу думку, дослідження щодо встановлення зміни ентропії системи можуть бути проведені при розподіленні періоду дослідження на іншу кількість періодів за умов рівних часових інтервалів.

Сформовані критерії виявлення позитивних і негативних змін у розвитку та функціонуванні економічної системи національного

господарства та її підсистем, а саме за умов незначних відхилень:  $-0.05 \leq \Delta H \leq 0.05$ , маємо констатувати відносну стабільність у функціонуванні економічної системи. За інших, більш суттєвих змін, маємо таке:

- за умов зростання ентропії  $\Delta H > 0.05$  маємо констатувати тенденцію до підвищення рівня неупорядкованості системи;
- за умов зниження ентропії  $\Delta H < -0.05$  маємо тенденцію до підвищення рівня упорядкованості системи.

За результатами розрахунків показників ентропії та визначення рівня упорядкованості виконано угруповання видів економічної діяльності (ВЕД) за даними випуску товарів та послуг, оплати праці найманих працівників та споживання основного капіталу (табл. 2).

Таблиця 2

## Характеристика стану економічної системи національного господарства за визначеним рівнем упорядкованості

Підсистеми (ВЕД) з підвищенням рівня упорядкованості	Підсистеми (ВЕД) з відносно стабільним рівнем функціонування	Підсистеми (ВЕД) з підвищенням рівня неупорядкованості
<i>за даними випуску товарів та послуг</i>		
A, D, F, M, R, S	B, E, G, L, O, P, Q	C, H, J, K, N
<i>за даними споживання основного капіталу</i>		
A, B, E, G, M, N, O, R, S	C, H, K, Q	F, J, L, P
<i>за даними оплати праці найманих працівників</i>		
A, G, L, M, N, R, S	B, C, H, J, P, Q	D, E, F, K, O

За результатами досліджень маємо констатувати, що такі секції національного господарства – A, M, R, S за дослідженими показниками характеризуються як системи з підвищенням рівня упорядкованості. Стійку тенденцію зі станом відносно стабільного рівня функціонування має секція Q.

Дослідження, проведені на рівні показників національної економіки, свідчать, що національне господарство як система має тенденції до значного підвищення неупорядкованості за останні роки. Зведені розрахунки показують, що з підвищенням неупорядкованості група ВЕД займає значну долю

(45,4% випуску товарів та послуг за даними 2013 р.), що суттєво впливає на загальний

стан економічної системи національного господарства (рис. 2).

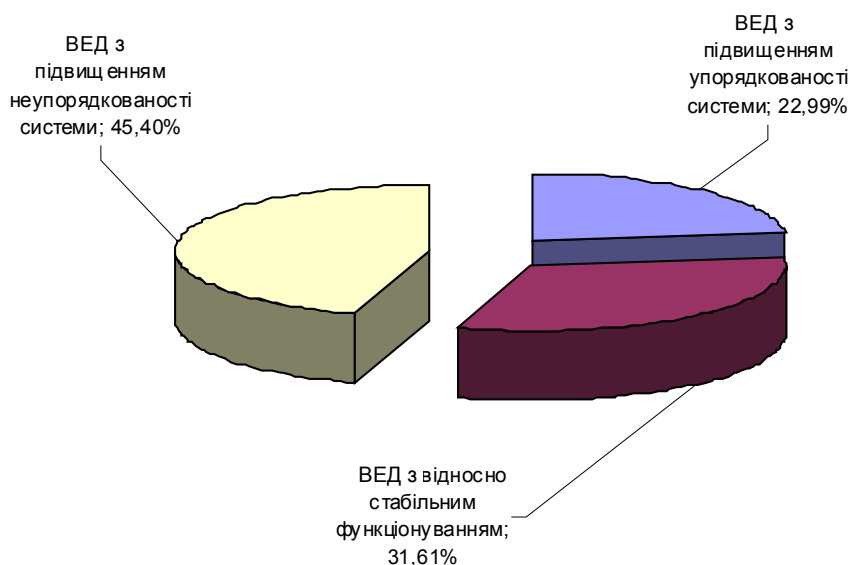


Рис. 2. Випуск товарів та послуг за кожною групою видів економічної діяльності (за даними 2013 р.)

Необхідно зазначити, що визначені тенденції в окремих секторах економіки негативно впливають на стан національного господарства загалом. При розробці програм стратегічного розвитку держави необхідно передбачати можливість поступового усунення таких негативних тенденцій, використовуючи різні механізми, інструменти та прийоми.

#### IV. Висновки

За результатами проведених досліджень запропоновано використання ентропійного підходу та розроблено методику оцінювання стану економічної системи національного господарства з визначенням рівня упорядкованості складових підсистем за видами економічної діяльності, що дало змогу визначити тенденції у розвитку та сформулювати основу обґрунтування стратегічних рішень.

Подальші дослідження спрямовані на розробку економічного механізму формування стратегічних рішень, спрямованих на забезпечення сталого економічного розвитку національного господарства.

#### Список використаної літератури

1. Бережная Е. В. Математические методы моделирования экономических систем : учеб. пособ. / Е. В. Бережная, В. И. Бережной. – Москва : Финансы и статистика, – 2006. – 432 с.
2. Волькенштейн М. В. Энтропия и информация / М. В. Волькенштейн. – Москва : Наука, 1986. – 192 с.
3. Зимин В. Дисбаланс на рынке труда – серьезная проблема [Электронный ресурс] / В. Зимин // Независимое инфор-

мационное агентство – Хакасия. – Режим доступа: <http://www.19rus.ru/more.php?UID=48792>.

4. Офіційний сайт Державного комітету статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
5. Современные подходы к моделированию сложных социально-экономических систем / под ред. В. С. Пономаренко, Т. С. Клебановой, Н. А. Кизима. – Харьков : ФЛП Александрова К. М. : ИНЖЭК, 2011. – 280 с.
6. Хейфец Б. А. Глобальные дисбалансы и реформа мировой валютно-финансовой системы / Б. А. Хейфец // Деньги и кредит. – 2012. – № 7. – С. 48–56.
7. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике / К. Шеннон. – Москва : Из-во иностранной литературы, 1963. – 827 с.
8. Harvey S. Perloff. Issues in Urban Economics / Harvey S. Perloff. – London Wingo Jr. Taylor & Francis, 2010. – 668 p.
9. Richardson H.W. Regional growth theory / H.W. Richardson. – London : MacMillan, 1973.
10. Shannon C. Mathematical theory of communication / C. Shannon // Bell System Techn J., 27. – 1948. – № 3. – P. 379–423; № 4. – P. 623–656.
11. Theil H. Economics and information theory / H. Theil. – Amsterdam : North-Holland, 1967. – 488 p.

Стаття надійшла до редакції 07.11.2014.

**Паршин Ю. И. Оценка состояния экономической системы национального хозяйства по показателям энтропии**

*Для оценки полноты экономической информации и состояния экономической системы предложено использование энтропийного подхода. Разработана методика оценки состояния экономической системы национального хозяйства. В основу методики положено количественное определение уровня упорядоченности сложной экономической системы и ее подсистем. Проведены исследования основных кластеров национального хозяйства по видам экономической деятельности с определением уровня их упорядоченности. Сформирована основа принятия решений по обеспечению устойчивого экономического развития.*

**Ключевые слова:** экономическая система, энтропийный подход, энтропия системы, стабильность функционирования.

**Parshin Ju. Estimation of the Economic System State of National Economy by Entropy Indices**

*The problem of steady development of national economy in the currently economic globalization is of great importance. Many scientists spare the considerable attention to these problem. Economy development is happening under the stochastic influence of many factors. It is possible to look after the structure complication of economic systems as the result of these actions. At the strategic decision making the degree of information incompleteness and degree of the non-definiteness state of economic systems must be taken into account.*

*The use of entropy approach to the estimation of incompleteness of economic information and non-definiteness state of economic system has been offered. System entropy of national economy as the function of its state has been considered. The method for estimation of the economic system state of national economy has been developed. The quantitative determination of definiteness level of the difficult economic system and its subsystems in basis of these method has been fixed. The types of economic activity as the component subsystems of national economy have been considered. Informative database for period 2005–2013 taking into account the following indices: goods and services output, hired workers labour payment and the fixed assets has been formed.*

*The idea of quantitative changes determination of system entropy for separate period of time in basis of the definiteness index of economic system has been fixed. The result about the definiteness of economic system taking into account conceptual positions of entropy approach has been given. Some systems or its subsystems will be in the well-organized state or in the definiteness state in the case of entropy decline. The criteria for the exposure of positive and negative changes in the economic system development of national economy and its subsystems have been formed. At the terms of entropy decline we can speak about the tendency to the increase of definiteness of the systems. The terms of insignificant rejections correspond the relative stability in functioning of the economic system. Researches of basic clusters of national economy taking into account the types of economic activity with determination of their definiteness level have been conducted. The sectors of national economy by the relatively stable functioning, sectors by the entropy increase and entropy decline have been established. The increase of entropy at the level of national economy has been set.*

*Basis of decision making for providing of steady economic development has been formed.*

**Key words:** economic system, entropy approach, entropy of system, stability of functioning.