

УДК 330.113.2

Бурлуцька С. В.,

к.е.н., доцент, кафедра фінансового менеджменту

та фондового ринку,

Одеський національний економічний університет, м. Одеса

ЭНТРОПИЙНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕХАНІЗМІВ ПРУЖНОЇ РЕАКЦІЇ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНОЇ СИСТЕМИ

У статті досліджені прояв та динаміка структурної ентропії, визначені ентропійні характеристики механізмів пружної реакції соціально-економічної системи на шоківі збурення. Запропоновано формулу визначення структурної ентропії Шеннона для видів економічної діяльності з урахуванням експортно-імпортних потоків. Сформульовані альтернативні гіпотези щодо інтерпретації результатів емпіричної верифікації зв'язку кризових явищ з рівнем ентропії. Доведено, що скорочення структурної ентропії відповідає пластичній реакції економіки, а зростання – пружній реакції. Обґрунтовано можливість використання структурної ентропії як випереджального індикатора рецесійних шоків. Наведені рекомендації щодо покращення інформаційної якості та достовірності ентропійних характеристик соціально-економічних систем.

Ключові слова: ентропія, соціально-економічна система, рецесія, пластичність, пружність, випереджальний індикатор.

ЭНТРОПИЙНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕХАНИЗМОВ УПРУГОЙ РЕАКЦИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Бурлуцкая С. В.

В статье исследованы проявление и динамика структурной энтропии, определены энтропийные характеристики механизмов упругой реакции социально-экономической системы на шоквые возмущения. Предложена формула определения структурной энтропии Шеннона для видов экономической деятельности с учетом экспортно-импортных потоков. Сформулированы альтернативные гипотезы относительно интерпретации результатов эмпирической верификации связи кризисных явлений с уровнем энтропии. Доказано, что сокращение структурной энтропии соответствует пластичной реакции экономики, а рост – упругой реакции. Обоснована возможность использования структурной энтропии как опережающего индикатора рецессионных шоков. Приведены рекомендации по улучшению информационного качества и достоверности энтропийных характеристик социально-экономических систем.

Ключевые слова: энтропия, социально-экономическая система, рецессия, пластичность, упругость, опережающий индикатор.

CHARACTERISTICS ENTROPY OF RESILIENCE REACTION MECHANISMS OF THE SOCIO-ECONOMIC SYSTEM

Burlutska S.

The failure of an early overcoming of the consequences of the recession necessitates a systematic study of the reaction mechanism national socio-economic system in crisis. The structural entropy manifestation and dynamics, defined characteristics entropy of resilience reaction mechanisms of the socio-economic system to a shock disturbance are investigated in the paper. The proposed formula for determining Shannon structural entropy for economic activities taking into account export and import flows. Alternative hypotheses to the interpretation of the empirical verification results of the connection of crisis and the entropy level are formulated. It is proved that the structural entropy reduction corresponds to a plastic economic reaction, and growth – resilience reactions. The possibility of using structural entropy as leading indicator recessionary shocks is validated. Recommendations on improving information quality and credibility of characteristics entropy of the socio-economic systems are represented here. The offered theoretical-methodological framework forms a scientific basis for practical research of the stability social and economic systems at national and regional level and promotes advance in validity level of the government plans and programs.

Keywords: entropy, socio-economic system, recession, plasticity, resilience, leading indicator.

Постановка проблеми. В умовах подальшого розгортання фінансово-економічної кризи в Україні все більшої уваги заслуговує проблематика аналізу та моделювання динаміки соціально-економічних систем та її складових. Надшвидкісні темпи падіння національного виробництва та реальних доходів населення, стрімке знецінювання національної валюти свідчать про недостатню стійкість вітчизняної економіки та її неспроможність пружно реагувати на шоківі збурення ендогенного характеру. Одним з дієвим інструментів розв'язання питань з окресленої проблематики є ентропійний підхід до оцінки ступеня хаотичності складних систем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ентропійна міждисциплінарна парадигма є досить популярним інструментом пояснення непередбачених аномалій соціально-економічного розвитку. Це обумовило появу широкого спектру досліджень тих або інших ентропійних проявів суспільно-економічного буття. Так, у монографічному дослідженні О. Корольова [1] показник ентропії використано для аналізу часових рядів та моделювання процесів розподілу ресурсів. Акцент на використанні ентропійних методів дослідження під час моделювання критичних явищ у фінансово-економічних системах зроблено у роботі під

керівництвом В. Дербенцева [2]. У дослідженні С. Беренди [3] на підґрунті регіональної економічної ентропії робиться спроба кількісної оцінки основних детермінант процесу економічної інтеграції на рівні ЄС. Разом з тим, відкритим залишається питання зіставлення динаміки ентропії соціально-економічної системи та механізмів її реакції на шоківі рецесійні прояви.

Метою статті є дослідження прояву та динаміки структурної ентропії та визначення ентропійних характеристик механізмів пружної реакції соціально-економічної системи на шоківі збурення.

Основні результати дослідження. Аналіз останніх досліджень з даної проблематики обумовив увагу до близької за тематикою роботи проф. О. Грабчук щодо дослідження впливу невизначеності розподільчих процесів на загрозу виникнення фінансової рецесії. Автором робиться висновок, що «ентропія характеристик економічної системи, її субсистем та метасистеми у відношенні до системи може виступати як індикативна характеристика наближення до рецесії» [4]. Визнаючи справедливість цієї тези, слід привернути увагу до дискусійності використаної автором доказової бази. По-перше, у роботі О. Грабчук показник ентропії має від'ємне значення, що протирічить основним математичним вимогам [1] до цього показника. По-друге, сформована теза щодо зниження ентропії перед рецесією та під час її настання не знаходить достатньої емпіричної верифікації (результати розрахунків для різного складу регіональних систем дають різні показники динаміки ентропії). З цього приводу також слід зазначити, що наявні результати розрахунку ентропії Шеннона для оцінки кризових явищ, наприклад на валютних ринках, дійсно вказують на стрімке падіння показника (розрахованого на підґрунті часових рядів) у точці кризи [1]. По-третє, регіональна підсистема або національна соціально-економічна система є відкритою за своєю суттю, а отже оцінка виробництва ентропії без урахування обміну з зовнішнім середовищем (наприклад для національної економіки це, у першому наближенні, експортно-імпортні потоки) є помилковою.

Для ідентифікації кризових явищ в економіці та ступеню відповідної пружної реакції цілком логічне використання інтегральних показників економічної динаміки, наприклад, фондових індексів. Однак ступень розвитку вітчизняного фондового ринку знаходиться на такому низькому рівні, що інформаційна цінність його індексів мінімальна. З певними припущеннями в роботі використовується тільки показник валового внутрішнього продукту в розрахунку на особу в доларовому вимірюванні. Структуроутворюючими є секції видів економічної діяльності (КВЕД-2010). Оцінюючи неоднозначність наявних результатів емпіричної верифікації зв'язку кризових явищ з рівнем ентропії [2; 4], слід сформулювати дві можливі гіпотези.

Гіпотеза 1. Якщо показник ентропії характеризує ступінь відхилення соціально-економічної системи від упорядкованого та структурованого стану в бік більш хаотичного та безструктурного, то рецесійні процеси (шоківі збурення) порушують нормальне

функціонування економіки та обумовлюють формування додаткових структур та звязків необхідних для підтримки функціонування. У структурному аспекті це може свідчити про підвищення рівня диверсифікації (скорочення рівня концентрації) валового продукту за видами економічної діяльності, а отже зростання рівня ентропії. Ентропія Шенона для дев'ятнадцяти рівно-представлених секцій (КВЕД-2010) при абсолютно рівномірному розподілу видів діяльності буде наближатися до значення 2,944 нат.

Гіпотеза 2. Порухення нормального функціонування економіки обумовлює руйнування (порухення функціонування) існуючих звязків, зникнення слабких та нежиттєздатних структур, а отже скорочення рівня ентропії. Теоретично шоківий вплив може сформуванати структуру діяльності з абсолютною перевагою тільки однієї секції та відповідною ентропією прагнучою до нульового значення.

Запропоновані гіпотези відповідають розглянутим у попередніх дослідженнях механізмам забезпечення стійкості соціально-економічних систем [5]. Гіпотеза 1 відповідає пружній реакції системи на шоківі збурення адже передбачає адаптацію системи без значних структурних змін. Гіпотеза 2 – пластична реакція системи (як результат значного шоку, або вичерпання резервів пружної реакції) та відповідна деформація структури діяльності. З позицій синергетики реалізація першої гіпотези є еволюцією системи до рівноважного стану, який по аналогії з газовим середовищем є найбільш хаотичним. Друга ж гіпотеза, за своїм економічним змістом, ілюструє потенційний шлях виродження економки до рівня окремого виробництва (виду діяльності) та її фактичної «загибелі». Отже, ідентифікація (забезпечення) певних рівнів скорочення або зростання ступеню хаотичності не є свідомством (інструментом) позитивних або негативних процесів в соціально-економічній системі. Як справедливо зазначав проф. Ю. Клімонтович першочергове завдання полягає у визначенні певної «норми хаотичності», яка притаманна нормальному функціонуванню системи, а «корисність» певної динаміки ентропії обумовлена лише досягненням цієї норми [6]. В межах нашого дослідження «норма хаотичності» є тим нормальним станом національної економіки до якого вона повинна повертатися у результаті пружної реакції. Саме така здатність забезпечує сталий розвиток відкритих соціально-економічних систем.

Виробництво ентропії пов'язане з незворотними процесами у нерівноважних системах. Відтік ентропії в оточуюче середовище (інші системи) забезпечує дисипацію – перетворення частини енергії упорядкованих процесів у енергію неупорядкованих процесів. Зміна ентропії за таких умов обумовлюється виробництвом ентропії в межах системи за рахунок процесів незворотності та переносом ентропії за межі системи. Динаміка ентропії у відкритій системі (ds/dt) як адитивна функція ендогенної (ds_i/dt) та екзогенної (ds_e/dt) компоненти може бути проілюстрована рівнянням І. Пригожина [2]. Екзогенна компонента в межах даного аналізу відповідає експортно-імпортним потокам країни. Експортний потік (E) за свої економічним змістом характеризує відтік ентропії, а імпорт (I) – навпаки надходження. Згідно Е. Шредінгеру така взаємодія відображає дуальний характер ентропійних процесів: у

зовнішнє середовище система поставляє ентропію (безлад), а отримує негентропію (упорядкованість) [7]. Використання цієї тези дозволяє провести оцінку впливу імпорту (джерела ентропії) та експорту (джерела негентропії) на загальний показник швидкості зміни структурної ентропії. Таким чином, з урахуванням ентропійної функції К. Шеннона [1] та рівняння Пригожина структурна ентропія за видами економічної діяльності може бути представлена виразом:

$$\frac{ds}{dt} = \sum_{i=1}^n \frac{ВВП_i}{ВВП} \ln \left(\frac{1}{\frac{ВВП_i}{ВВП}} \right) - \sum_{i=1}^n \frac{ЕКC_i}{ВВП} \ln \left(\frac{1}{\frac{ЕКC_i}{ВВП}} \right) + \sum_{i=1}^n \frac{ІМП_i}{ВВП} \ln \left(\frac{1}{\frac{ІМП_i}{ВВП}} \right),$$

де ВВП_i, ЕКС_i, ІМП_i –вартісна оцінка валового внутрішнього продукту, експорту та імпорту за і-ою секцією видів економічної діяльності (КВЕД-2010).

Результати розрахунків за формулою (1) самі по собі не мають особливої інформаційної цінності, проте, їх порівняння з динамікою валового внутрішнього продукту (рис.1) обумовлює такі висновки:

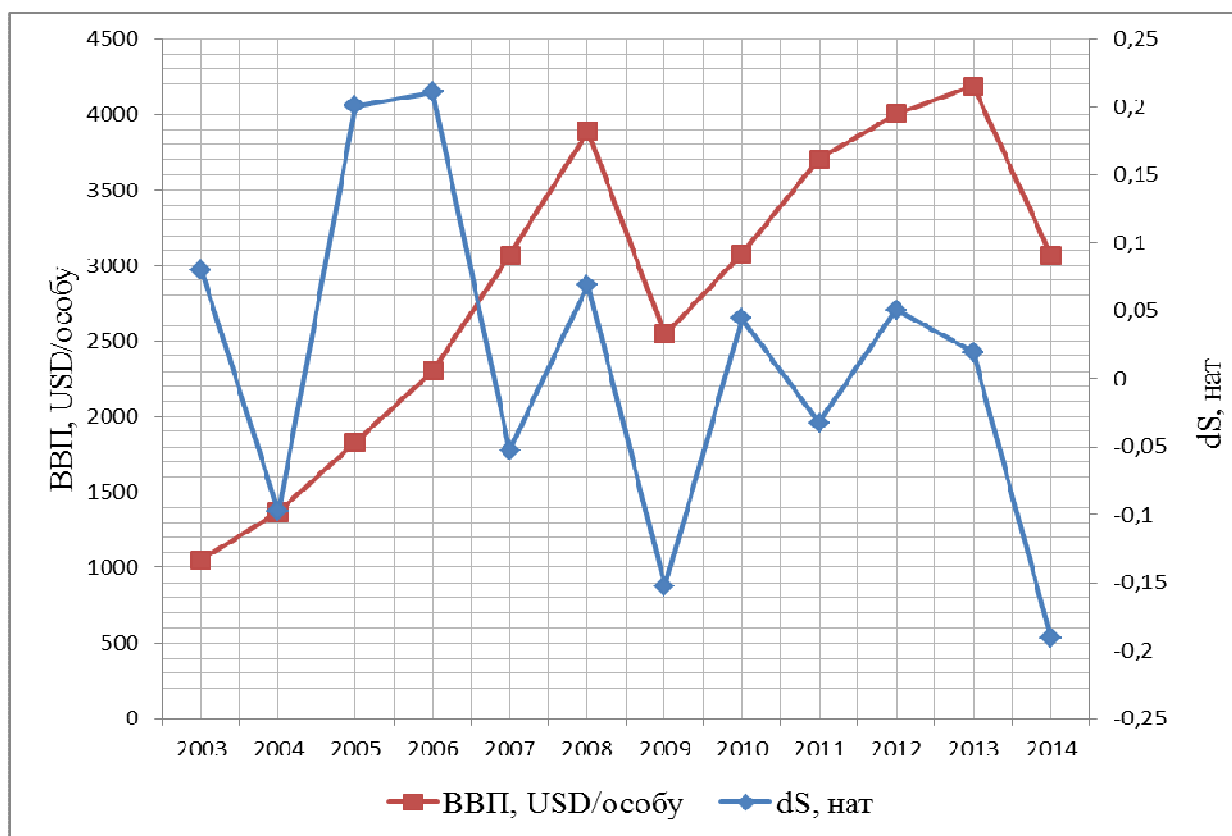


Рис. 1. Динаміка рівня ВВП та зміни структурної ентропії

Джерело: побудовано автором за [8]

1) ідентифікується лаговий зв'язок між зміною ентропії та динамікою ВВП. Падіння ентропії (реалізації гіпотези 2) передуює шоківому падінню ВВП (кризи 2008-2009 років та

2014 років). Значна дискретність розрахунків швидкості зміни структурної ентропії (1 рік) не дозволяє точно ідентифікувати параметри випереджального лагу. Характер реакції на шок вказує на брак пружності соціально-економічної системи України та переважно пластичну реакцію;

2) наявність «провалів» структурної ентропії на ділянках економічного зростання пояснюється, перш за все, неоднозначністю трактування експортно-імпортних потоків як каналів ентропійного обміну з іншими системами. Наприклад, спрямованість секції «С» КВЕД-2010 переважно на зовнішнього споживача обумовлює досить високу залежність національного виробництва від кон'юнктури світового ринку. Отже, прояв екзогенних кризових явищ спроможний підвищувати загальну ентропію, а не скорочувати згідно наведеної формули. Таким чином, інформаційна цінність запропонованої методики може бути підвищена за рахунок індивідуальної оцінки спрямованості секцій та розділів економічної діяльності в продуктивній структурі експорту та імпорту.

Висновок. У результаті проведеного дослідження розроблено формулу для визначення структурної ентропії Шеннона щодо видів економічної діяльності з урахуванням експортно-імпортних потоків. На її підґрунті сформульовані альтернативні гіпотези інтерпретації результатів емпіричної верифікації зв'язку кризових явищ з рівнем ентропії. В роботі доведено, що скорочення структурної ентропії відповідає пластичній реакції економіки, а зростання – пружній реакції. Обґрунтовано можливість використання структурної ентропії як випереджального індикатора рецесійних шоків.

1 Королев О. *Применение энтропии при моделировании процессов принятия решений в экономике: [монография]* / О. Королев, А. Сигал; под ред. А. В. Сигала. - Симферополь: Издательство «ОДЖАКЪ», 2013.

2 Дербенцев В. *Синергетичні та еконофізичні методи дослідження динамічних та структурних характеристик економічних систем* / В. Дербенцев, О. Сердюк. – Черкаси: Брама-Україна, 2010.

3 Беренда С. В. *Еволюція економічної інтеграції в країнах Європи* : [монографія] / С. В. Беренда. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2012.

4 Грабчук О. *Невизначеність розподільчих процесів як фактор виникнення фінансових рецесій* / О. Грабчук // Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Економіка». 2010. – Вип 4(1).

5 Бурлуцька С. *Механізми забезпечення стійкості соціально-економічних систем у контексті їх безпеки* / С. Бурлуцька // Економічний вісник, 2015. - № 3.

6 Климонтович Ю. *Критерии относительной степени упорядоченности открытых систем* / Ю. Климонтович // Успехи физических наук. – 1996. – №11 (166).

7 Шредингер Э. *Что такое жизнь?* / Э. Шредингер. — Москва-Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002.

8 *Україна у цифрах у 2014 році* / за ред. І. М. Жук. – К.: ДССУ, 2015.