

4. Горбачук В. М. Стратегія технологічного лідерства за ендogenous входу в ринок / В. М. Горбачук // Анализ, моделирование, управление, развитие экономических систем : V межд. школа-симпозиум АМУР-2011 (г. Севастополь, 12-18 сент. 2011 г.) : труды. – Симферополь : ТНУ им. В. Вернадского, 2011. – У друку.
5. Горбачук В. М. Сподіваний прибуток фірми в інноваційних перегонах / В. М. Горбачук, А. В. Гудима // Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2011. – С. 66-67.
6. Горбачук В. М. Метод решения задачи многоуровневого программирования / В. М. Горбачук, С. Г. Ненахова // Теорія оптимальних рішень. – 2005. – № 4. – С. 73-79.
7. Природа фірми : походження, еволюція і розвиток / ред. : О. Е. Вільямсон, С. Дж. Вінтер; пер. А. В. Куликов; наук. ред. пер. В. П. Кузьменко. – К. : А.С.К., 2002. – 336 с.
8. Etro F. Innovation by leaders / F. Etro // Economic journal. – 2004, April. – P. 281-303.
9. Etro F. Aggressive leaders / F. Etro // RAND journal of economics. – 2006. – № 37 (1). – P. 146-154.
10. Gorbachuk V. M. Generalized Cournot-Stackelberg-Nash equilibrium / V. M. Gorbachuk // Cybernetics and systems analysis. – 2006. – V. 42. – № 1. – P. 25-33.
11. Gorbachuk V. M. An asymmetric Cournot-Nash equilibrium under uncertainty as a generalized Cournot-Stackelberg-Nash equilibrium / V. M. Gorbachuk // Cybernetics and systems analysis. – 2007. – V. 43. – № 4. – P. 471-477.
12. Gorbachuk V. The prisoner's dilemma solved for a symmetric duopoly / V. Gorbachuk // XII international scientific Kravchuk conference (15-17 May, 2008). – Kyiv : National Technical University of Ukraine "KPI", 2008. – V. II. – P. 47.

Данильчук Г.Б.

УДК 330.46:519.86

ВИКОРИСТАННЯ ЕНТРОПІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ РЕЦЕСІЇ

Проблема вивчення кризових явищ соціально-економічних систем відноситься до найбільш фундаментальних в економічній науці. Розкриттю сутності кризових процесів в економіці у загальному фундаментальному розумінні присвячено роботи авторів як початку ХХ сторіччя (Ф. Кене, М. Туган-Барановський, М. Кондрат'єв, Є. Слуцький, В. Мітчел, Дж. Хікс, Дж. Кітчін, К. Джуглар, Р. Лукас, Д. Лонг, Р. Фріш, Дж. Кейнс), так і праці сучасних іноземних та вітчизняних науковців (П. Кругман, Д. Корсетті, М. Шиндлер, Д. Стігліц, Д. Сорос, М. Барклі, А. Бернак, М. Хатчисон, Н. Рубіні, Д. Сорнетте).

На жаль, кількість наукових праць та фундаментальних досліджень, присвячених проблематиці моніторингу, прогнозування, попередження кризових явищ у соціально-економічних системах та виходу з кризи, є досить обмеженою. Зазначені вище обставини зумовлюють актуальність і своєчасність даної роботи.

Проаналізувавши методологічний апарат вивчення процесів рецесії, ми дійшли висновку: для дослідження довжини та глибини рецесії можливе використання ентропійних показників.

Метою роботи є дослідження можливостей ентропійних показників для визначення довжини рецесії в складних фінансово-економічних системах.

Існує декілька варіантів визначення терміну рецесія:

Рецесія (лат. *Recessus* – відступ) – в економіці (зокрема в макроекономіці) термін, що позначає спад виробництва, характеризується нульовим ростом валового національного продукту (стагнація) чи його падінням протягом більше ніж півроку. Рецесія є однією з фаз економічного циклу кон'юнктури, що настає після буму і змінюється депресією.

Рецесія економічна у сучасному циклі кон'юнктури фаза зменшення господарської активності, що виражається у зменшенні обсягу національного доходу та зайнятості.

Незалежна дослідна організація Національне бюро економічних досліджень (NBER) [7] проводить чітку хронологію початку та закінчення рецесії в Сполучених Штатах Америки, але констатує лише найбільш виражені цикли, коли економічна рецесія триває два і більше кварталів. Отже, наша задача показати можливість визначення довжини рецесії із використанням показників індексів фінансових ринків, які інтегрально характеризують економічний стан країни.

Введемо поняття ентропії та ентропійних показників.

Поняття ентропії було вперше введено Р. Клаузіусом – «*ентропія*», що походить від грецького слова *τροπή*, «зміна» (зміна, перетворення). Наступним кроком стала нова інтерпретація Л. Больцмана, для якої характерні уявлення про дискретність та ймовірність. Згідно визначенню Больцмана, ентропія є просто функцією стану. К. Шеннон запропонував формулу для оцінки невизначеності кодової інформації в каналах зв'язку, так звану ентропію Шеннона [1].

Узагальнення ентропійних показників продовжують з'являтися і надалі. Наприклад, К. Тсалліс узагальнив формулу Шеннона на випадок неекстенсивності ентропії.

Що стосується застосування ентропії для дослідження поведінки фінансових систем, то найбільш популярними є ентропія подібності (Approximate Entropy, ApEn) [2], ентропія шаблонів (Sample Entropy, SampEn) [3], ентропія перестановок (Permutation Entropy) [4], вейвлет-ентропія [5], ентропія Реньї [5], нечітка ентропія [6] та інші.

У попередніх роботах [8, 9] ми використали деякі з ентропійних показників для дослідження кризових явищ, не звертаючи при цьому увагу на протяжність самого процесу рецесії. Проаналізуємо, чи можна оцінити довжину рецесії за значеннями ентропійних показників.

Всі види ентропій в якості початкових даних використовують часові ряди. Оскільки порівняння результатів розрахунків буде проводитися із даними Національного бюро економічних досліджень, нами були проаналізовані ентропійні показники на прикладі індексу Доу Джонса DJI (Dow Jones Industrial) за період з 1900 року по 2011 рік.

Розглянемо таблицю рецесій, що складена за показниками Національного бюро економічних досліджень [7].

Таблиця 1. Хронологічна історія відомих рецесій за даними NBER

Початок рецесії	Кінець рецесії	Початок рецесії	Кінець рецесії
Вересень 1902	Серпень 1904	Листопад 1948	Жовтень 1949
Травень 1907	Червень 1908	Липень 1953	Травень 1954
Січень 1910	Січень 1912	Серпень 1957	Квітень 1958
Січень 1913	Грудень 1914	Квітень 1960	Лютий 1961
Серпень 1918	Березень 1919	Грудень 1969	Листопад 1970
Січень 1920	Липень 1921	Листопад 1973	Березень 1975
Травень 1923	Липень 1924	Січень 1980	Липень 1980
Жовтень 1926	Листопад 1927	Липень 1981	Листопад 1982
Серпень 1929	Березень 1933	Липень 1990	Березень 1991
Травень 1937	Червень 1938	Березень 2001	Листопад 2001
Лютий 1945	Жовтень 1945	Грудень 2007	Червень 2009

В межах дослідження було проведено розрахунки довжин рецесій τ_r у відповідності до даних таблиці із використанням ентропії подібності. Всі розрахунки та побудова графіків проводилися в програмному середовищі MatLab із використанням методу ковзного вікна. В нашій роботі використовувалася ширина вікна 250 точок, що відповідає 1 року, крок переміщення вікна – 1 точка (1 день).

Результати розрахунків зображені на рисунках 1a), 1b), 1c).

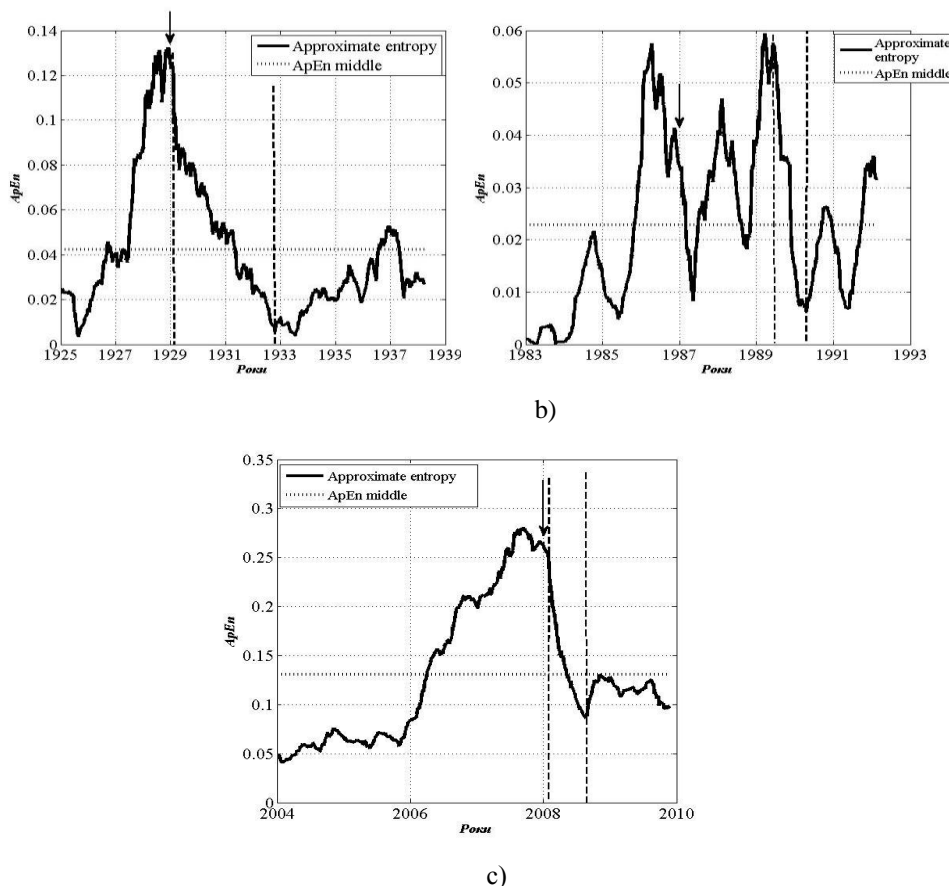


Рис.1. Розрахунок ентропії подібності на основі ряду індексу DJI, який охоплює період кризи та рецесії а) у 1929 році; б) у 1987 році; в) у 2008 році

Як видно з усіх рисунків, можна говорити про те, що перед початком кризи ентропійні показники різко збільшуються і з моменту власне кризи починають зменшуватися. Криза на рисунках позначена

вертикальною стрілкою. Зменшення значення ентропії показує, що відбувається стабілізація економічної системи, відновлення, що протікає безпосередньо через процес рецесії. Рецесія продовжується до того моменту, доки значення ентропії не починають збільшуватися, виходити майже на докризовий рівень та стабілізуватися. На рисунках початок та закінчення рецесії виділені штрих-пунктирними вертикальними лініями. Викликає особливий інтерес рисунок 1с), оскільки відображає поведінку індексу DJI на поточний період. З цього рисунку видно, що економічна система вийшла з глобальної кризи у вересні 2009 року, але можна говорити про ще й досі нестабільний стан економіки США.

Результати розрахунків довжин рецесій за найвідомішими кризами занесені до таблиці 2. Вони також порівнюються з аналогічними оцінками, зробленими за даними індексу незворотності часових рядів у роботі [10].

Таблиця 2. Таблиця порівняння довжин рецесій за даними розрахунків та NBER

Криза	Довжина рецесії τ_r (за розрахунком <i>ApEn</i> , місяць)	Довжина рецесії τ_r (за розрахунком NBER, місяць)	Довжина рецесії τ_r (за розрахунком [10], місяць)
1929	45	43	40
1987	12	8	8
2008	20,64	19	23

Як видно з Таблиці 2, проведене дослідження дає можливість забезпечити високу точність розрахунків довжини рецесії за даними ентропії подібності. Така оцінка є також більш зручною, оскільки вимагає тільки щоденного оновлення індексу фондового ринку, і на відміну від методики NBER не вимагає громіздких розрахунків та не потребує ємних баз даних.

В подальших роботах планується дослідити кризові явища в соціально-економічних системах з використанням інших ентропійних показників.

Автор висловлює щире подяку науковому керівнику проф. Соловйову В.М. за плідне обговорення результатів дослідження.

Джерела та література

1. Шамбадаль П. Развитие и приложения понятия энтропии / П. Шамбадаль. – М. : Наука, 1967. – 280 с.
2. Pincus S. M. Approximate entropy as a measure of system complexity / S. M. Pincus // Proc. Natl. Acad. Sci. – 1991. – V. 88. – P. 2297-2301.
3. Joshua S. Physiological time-series analysis using approximate entropy and sample entropy / S. Joshua, J. Richman, R. Moorman // Am J Physiol Heart Circ Physiol. – 2000. – Vol. 278. – P. 2039-2049.
4. Bandt C. Permutation entropy – a natural complexity measure for time series / C. Bandt, V. Pompe // Phys. Rev. Lett. – 2002. – Vol. 88. – P. 174102.
5. Синергетичні та екофізичні методи дослідження динамічних та структурних характеристик економічних систем : монографія / В. Д. Дербенцев, О. А. Сердюк, В. М. Соловйов, О. Д. Шарапов. – Черкаси : Брама-Україна, 2010. – 300 с.
6. Chena W. Measuring complexity using FuzzyEn, ApEn, and SampEn / W. Chena, J. Zhuangb, W. Yub, Z. Wangb // Medical, engineering & physics. – 2009. – Vol. 31. – P. 61-68.
7. National Bureau of Economic Research : [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.nber.org/>
8. Соловйов В. М. Використання ентропійних показників для вимірювання складності економічних систем / В. М. Соловйов, Г. Б. Данильчук // Вісник Криворізького економічного інституту. – 2008. – № 2 (14). – С. 61-69.
9. Данильчук Г. Б. Ентропійні методи вимірювання складності / Г. Б. Данильчук, В. Ю. Триус // Моделювання та інформаційні системи в економіці : зб. наук. праць. – К. : КНЕУ, 2008. – Вип.78. – С. 107-119.
10. Соловйов В. М. Кількісний метод оцінки довжини рецесії за даними незворотності фондових індексів / В. М. Соловйов, О. М. Рибчинська // Вісник Криворізького економічного інституту. – 2010. – № 2 (22). – С. 52-56.