

### АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ СВІТОВОГО РИНКУ ЗОЛОТА

У статті методами фрактального аналізу досліджено застосування до світового ринку золота концепції ефективного ринку. Розглянуто, що на світовому ринку золота діють кілька референтних груп суб'єктів, поведінка яких не є незалежною. Тому застосовувати концепцію ефективного ринку до світового ринку золота некоректно. Встановлено, що за рахунок посилення референтної групи з короткостроковим часовим горизонтом світовий ринок золота набуває дедалі більш спекулятивного характеру протягом 2001-2011 рр.

В статті методами фрактального аналізу досліджено застосування до світового ринку золота концепції ефективного ринку. Рассмотрено, что на мировом рынке золота действуют несколько референтных групп субъектов, поведение которых не является независимым. Поэтому применять концепцию эффективного рынка к мировому рынку золота некорректно. Установлено, что за счет усиления референтной группы с краткосрочным часовым горизонтом мировой рынок золота приобретает все более спекулятивный характер в течение 2001-2011 гг.

The correctness of application of efficient market conception to the world gold market has been probed by the methods of fractal analysis in the article. It is shown that few reviewer groups of subjects operate in the world gold market, and its behavior into groups is not independent. Therefore to apply efficient market conception to the world gold market is inconsistently. It is determine that due to strengthening of reviewer group with short-term horizon the world gold market takes more speculative character during 2001-2011.

Ключові слова: світовий ринок золота, концепція ефективного ринку, фрактальний аналіз.

Міжнародний ринок золота відграє велику роль у сучасній глобальній фінансовій системі та світовій економіці загалом. Тому дослідження природи процесів, які відзначають його функціонування, надто важливе з теоретичної та практичної точки зору. Адже золото є інвестиційним активом і, що важливіше, одним із резервних активів, вагомою складовою золотовалютних запасів багатьох країн. Таку роль золоту відведено тому, що воно традиційно вважається порівняно безризиковим активом [14], що передбачає справедливість концепції ефективного ринку для світового ринку золота.

В основу концепції ефективного ринку покладено модель броунівського руху, яку вперше застосував у економіці Л.Башельє 1900 року [12]. Проте широкого застосування ця модель набула лише на початку 60-х років ХХ століття, коли власне й відбулося остаточне формування концепції ефективного ринку (на якому ціни повною мірою відображають всю доступну інформацію) [1; 11]. Необхідними умовами концепції ефективного ринку є:

- 1) існування на ринку досить великої кількості агентів;
- 2) повна інформованість агентів;
- 3) можливість миттєвої реакції на зовнішні події;
- 4) раціональність і незалежність у діях інформованих агентів, які миттєво реагують на зовнішні події.

Математично концепція ефективного ринку передбачає здійснення для ціни двох постулатів:

- 1) на будь-якому інтервалі природи процесу підпорядковуються нормальному розподілу з нульовим середнім (такий розподіл формується внаслідок підсумовування досить великої кількості незалежних випадкових чинників);

2) на інтервалах, що не перетинаються, прирости процесу є статистично незалежними [11, с.80].

Проте реальне застосування концепції ефективного ринку до економічних процесів, зокрема до інвестиційних, де ця концепція знайшла найширше застосування, показало її обмеженість. Найбільші невідповідності концепції ефективного ринку та реальної поведінки економічних процесів пов'язані з тим, що великі зміни процесу відбуваються значно частіше, ніж передбачено нормальним розподілом [5; 6].

Пізніші дослідження (інвестиційних ринків) засвідчили, що на реальному ринку сукупність агентів розпадається на кластери (референтні групи). Поведінка агентів всередині кластеру не є незалежною, агенти наслідують у діях один одного [5].

Враховуючи існування таких кластерів, концепція ефективного ринку передбачає, що на ринку, незалежно одна від однієї, діє велика кількість приблизно однакових референтних груп. Якщо таких груп одна або кілька, то концепція ефективного ринку не застосовна, а ринок має фрактальну природу. Надалі фрактальність було підтверджено щодо ринків цінних паперів у працях Е.Петерса [5, 6], О.Сохацької [8], О.Михайловської [4], Н.Старченко [9] та ін. Однак для ринку золота такі дослідження не проводилися. Водночас золото здебільшого розглядається як інвестиційний актив, тому логічно припустити, що природа світового ринку золота та ринку цінних паперів є ідентичними.

Метою статті є дослідження світового ринку золота на предмет наявності фрактальності. Якщо фрактальність відсутня, то до світового ринку золота застосовують концепцію ефективного ринку. У випадку наявності фрактальності механізм функціонування ринку золота має описуватися на інших засадах, ніж концепція ефективного ринку.

Б. Мандельброт зауважив, що у випадку відмови від нормального розподілу приростів і їх незалежності на різних інтервалах залишається незмінним положення, яке він назвав скейлінговим принципом зміни цін [3, с.65]. Цей принцип означає, що графіки цін є фракталами. Це виявляється, за Б. Мандельбротом, у тому, що «рухи акцій або валют зовні схожі, незалежно від масштабу часу та ціни. Спостерігач не може сказати за зовнішнім виглядом графіка, чи належать дані до тижневих, денних або годинних змін» [3, с.68]. Фрактальність зумовлена тим, що на ринку діють агенти за різними правилами поведінки, зокрема за різними часовими горизонтами дії. Це, в свою чергу, зумовлює масштабно-часову інваріантність цінових рядів на відповідному часовому інтервалі.

Попри посилену увагу до функціонування ринку золота у більшості робіт не розглядається питання про те, наскільки для цього ринку втілюється концепція ефективності.

Для дослідження наявності фрактальності у функціонуванні світового ринку золота використовуємо ціну золота за вечірнім Лондонським фіксингом. У вільному доступі наявні денні, а також місячні та річні дані за період 1968–2011 роки (сім місяців) [15].

Лондонський фіксинг на золото встановлюється компанією London Gold Market

Fixing Limited і є головним орієнтиром для учасників ринку. Ціна лондонського фіксингу використовується майже в усіх контрактах, що укладаються на постачання фізичного золота.

По суті фіксинг – це визначення провідними учасниками ринку рівноважної ціни дорогоцінного металу в конкретний момент часу на основі зіставлення існуючого попиту та пропозиції. Лондонський фіксинг на золото вперше було встановлено 12 вересня 1919 р. [16]. Протягом тривалого часу фіксинг щодо золота встановлюється двічі на день: о 10.30 (ранковий, або АМ-фіксинг) й о 15.00 (вечірній, або РМ-фіксинг) за лондонським часом представниками п'яти найбільших світових банків (Scotia Mocatta, HSBC, Deutsche Bank, Societe Generale, Barclays Capital). Кожен з них є членом Асоціації учасників ринку золота (London Bullion Market Association).

Дослідження щодо наявності фрактальності на світовому ринку золота варто розпочати з динаміки середньомісячних цін (рис. 1).

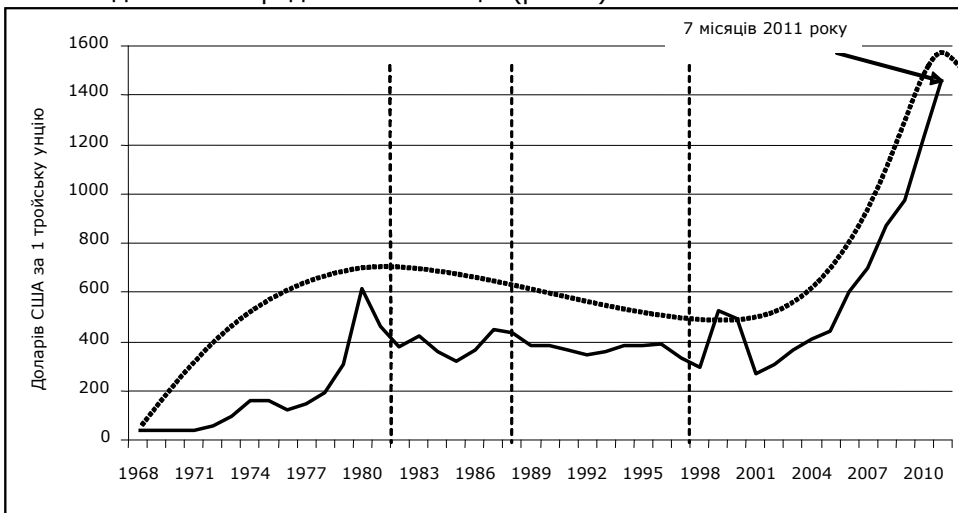


Рис. 1. Динаміка середньорічних цін на золото (лондонський РМ-фіксинг)\*

\*Джерело: побудовано автором згідно з даними [15].

Цінова динаміка на ринку золота характеризується двома потужними трендами:

1) 1977-1980 рр., коли ціни на золото зросли в 4,9 разу – з \$124,772 за тройську унцію (1976 р.) до \$614,499 (1980 р.);

2) з 2002 року і дотепер. За цей період ціна на золото зростає більше, ніж у першому тренді – в 5,4 разу з \$271,0359 за тройську унцію (2001 р.) до \$1462,693 (середнє значення за 7 місяців 2011 р.).

В інші періоди (на рис. 1 їх відокремлено пунктирними лініями) також спостерігалися підйоми та падіння ціни на золото, але вони були незначними. Проте, виходячи з мети цієї статті, важливим є не величина піків чи тривалість трендів, а повторюваність (наближено) поведінки ціни на золото в різних періодах.

Навіть аналізуючи вигляд графіка, можна констатувати фрактальність поведінки ціни на золото. На кожній його ділянці відтворюється одна й та сама фігура – хвиля з двома максимумами, перший з яких є більш пологим і меншим (рис. 2).

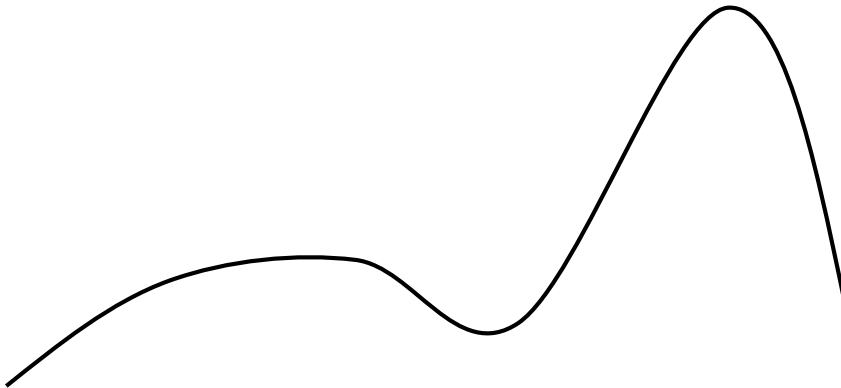


Рис. 2. «Прототип» цінової динаміки, який фрактально відтворюється в динаміці цін на золото у 1968-2011 рр.\*

\*Джерело: побудовано автором.

Однак прототип відтворюється саме фрактально, а не точно. Тривалість підйомів і спадів, а також висота піків неоднакова. Цей процес дещо схожий на гілки дерева: вони подібні, але не тотожні. Поведінка цінової динаміки за 1968–2011 роки загалом нагадує фігуру, зображену на рис. 2, що цілком відповідає фрактальності функціонування світового ринку золота.

У літературі вказано, що у деяких випадках економічні процеси суттєво відрізняються на різних часових інтервалах (зокрема це характерно для інвестиційних процесів [4]). У такому випадку доцільно аналізувати кожен інтервал окремо, оскільки на кожному з них може відтворюватися свій фрактал, що означає відтворення суб'єктами правил поведінки на ринку. Це стосується мотивів купівлі-продажу золота та зовнішніх інформаційних сигналів, які спонукають суб'єктів вчинити ті чи інші дії на ринку. Проведемо дослідження щодо цінової динаміки на світовому ринку золота (рис. 3).

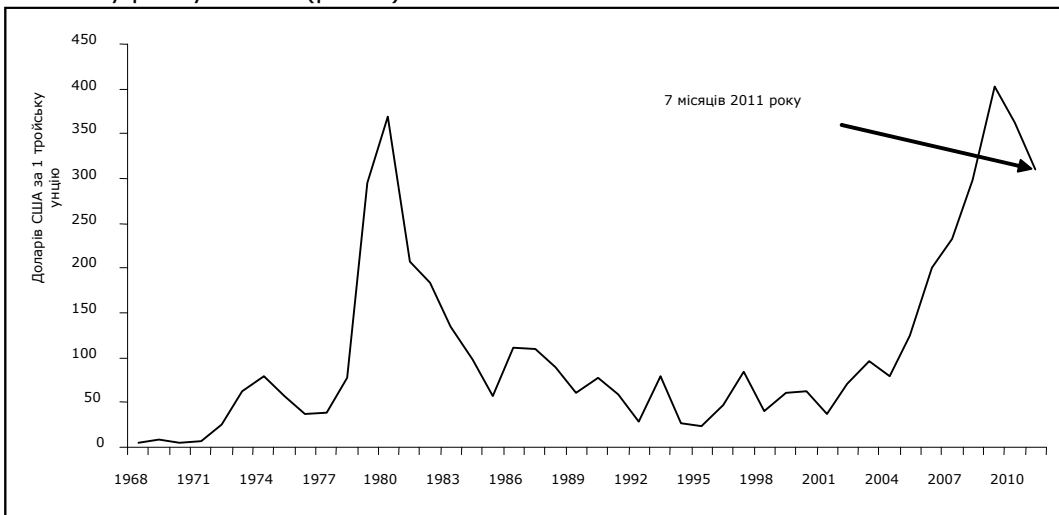


Рис. 3. Розмах варіації (у межах року) за 1968–2011 рр.\*

\*Джерело: розраховано та побудовано автором згідно з [15].

Як видно з рисунку, розмах варіації цінової динаміки в межах 1968-2011 років не вказує на наявність певних тенденцій, навпаки, він (як і рис. 1) демонструє фрактальність, причому величина цього показника за 1977-1980 роки (перший значний тренд цінової динаміки (рис. 1)) майже тотожна величині розмаху варіації цін у межах року за 2004-2011 рр. (другий визначний позитивний ціновий тренд на ринку золота, який триває донині). Зазначимо, що зменшення розмаху варіації за 2011 рік не має враховуватися, оскільки на рис. 3 подано дані за 7 місяців. Певна річ, що за позитивної динаміки в 2011 році в наступних місяцях розмах варіації може суттєво зрости. Таким чином, вважатимемо, що функціонування світового ринку золота в 1968-2011 роках у межах фрактальності слід досліджувати на всьому інтервалі доступних даних.

Щодо поведінки ринку важливим є не вид фігури, яка відтворюється ціновою динамікою (оскільки це лише зовнішній бік динаміки індикатора процесу), а фрактальна розмірність, за допомогою якої можна поглибити знання про процеси, що відбуваються на ринку золота.

Науковцями, зокрема Е.Петерсом [5; 6], М.Дубовиковим [2], О.Михайловською [4], Н.Старченко [9], Л.Сергєєвою [7], О.Сохацькою [8], розроблено методичні підходи до встановлення фрактальності економічних процесів через показник Херста.

Показник Херста отримуємо у випадку, якщо у динаміці числового ряду, який ідентифікує певний процес (Херст досліджував паводки Нілу), має місце співвідношення

$$\frac{R}{S} = \left( \frac{\tau}{2} \right)^H, \quad (1)$$

де  $\tau$  – часовий інтервал;

$N$  – кількість відліків даних за часовий інтервал  $\tau$  ;

$R$  – розмах часового ряду, який визначається за формулою

$$R(\tau) = \max_{1 \leq t \leq \tau} \sum_{u=1}^t (\xi(u) - \bar{\xi}_\tau) - \min_{1 \leq t \leq \tau} \sum_{u=1}^t (\xi(u) - \bar{\xi}_\tau);$$

$\xi(t)$  – значення числового ряду в момент часу  $t$ ;

$\bar{\xi}_\tau$  – середнє значення ряду за інтервал часу  $\tau$  ;

$$S = \left( \frac{1}{\tau} \sum_{t=1}^t (\xi(t) - \bar{\xi}_\tau)^2 \right)^{1/2} - \text{стандартне відхилення за період } \tau .$$

$H$  – показник, який характеризує ряд і має назву показник Херста [4, с.20].

Пізніше виявилось, що показник Херста має зв'язок з фрактальною розмірністю [4, с. 21]

$$D = 2 - H. \quad (2)$$

Якщо фрактальна розмірність – не ціле число, маємо фрактал. Якщо показник  $H$  дорівнює 0,5, то ряд описує випадковий процес [3, с.84]. Якщо  $H$  відрізняється від

0,5, це означає, що спостереження не є незалежним. Кожне спостереження зафіксує всі попередні події. Проте це довготривала пам'ять, яка теоретично зберігається назавжди. І хоча події, що відбулися нещодавно, мають більший вплив, ніж ті, що сталися у віддалених періодах, проте процес «відчуває» і певний вплив останніх. Іншими словами, система, що характеризується статистикою Херста, відмінною від 0,5, є результатом послідовності взаємопов'язаних подій. Щодо процесів, які відбуваються на ринку, такими є дії агентів. Відмінність показника Херста від 0,5 означає, що суб'єкти точно чи наближено копіюють дії один одного. Тобто існує одна чи кілька референтних груп, які приблизно однаково враховують зовнішню інформацію та дії на ринку членів самої групи.

Алгоритм розрахунку показника Херста досить складний, він детально описаний у роботах [4-6]. Для його розрахунку існують спеціально розроблені програмні засоби. Однією з них є програма Fractan 4.4 (автор В.Сичов), що застосовувалася для розрахунку показника Херста (програма є у вільному доступі в Інтернеті). Як вихідний масив даних використовувалися лондонські денні та полуденні фіксинги за 1968-2011 роки [15]. Масив даних містив 10 879 відліків, що цілком достатньо для проведення фрактального аналізу.

На рис. 4 подано графік залежності логарифма накопиченого відхилення ряду, який складається з лондонських фіксингів на золото, від логарифма часу. За графіками визначається показник Херста та фрактальна розмірність ряду та процесу, який ідентифікує обраний для дослідження ряд.

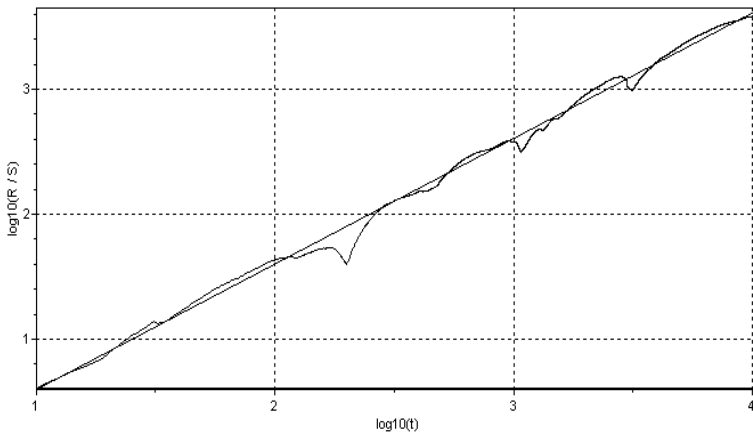


Рис. 4. Результат обробки даних щодо розрахунку показника Херста для лондонських фіксингів за 1968–2011 рр. \*

\* Джерело: розраховано автором у програмі Fractan 4.4.

Тангенс нахилу прямої, яка апроксимує залежність логарифма накопиченого відхилення  $\left( \log_{10} \left( \frac{R}{S} \right) \right)$  від логарифма часу  $(\log_{10} t)$  (рис. 4), дорівнює показнику

Херста. Розрахунки доводять, що показник Херста суттєво відрізняється від 0,5,  $H = 1,002961$ , що відповідає фрактальній розмірності  $D = 2 - H = 0,9970 \pm 0,1224$ .

Отже, застосовувати концепцію ефективного ринку до світового ринку золота

некоректно. Дії суб'єктів на цьому ринку не є незалежними, на світовому ринку золота існують одна чи кілька референтних груп.

Однією з найважливіших характеристик таких груп є часовий горизонт, протягом якого здійснюються (плануються) операції на ринку. Зазвичай часовий горизонт референтних груп суб'єктів, що функціонують на ринку, визначають за «провалами», розривами чи вигинами графіка залежності логарифма накопиченого відхилення від логарифма часу [4-6]. При цьому враховують такі відхилення від плавної поведінки графіка на його початку й у середніх ділянках. Якщо проаналізувати графік на рис. 4, то перший такий «провал» відповідає часовому горизонту  $T = 10^{2.4} \approx 250$  днів, другий – часовому горизонту  $T = 10^3 = 1000$  днів. Це дозволяє констатувати наявність на світовому ринку золота двох референтних груп суб'єктів зі своїми правилами поведінки. Референтна група з часовим горизонтом у кілька років (ідентифікована за другим «провалом» графіка на рис. 4), очевидно, відповідає тим суб'єктам, які орієнтуються на довгострокові операції із золотом. Ці суб'єкти інвестують у золото, орієнтуючись на довготривалу перспективу, що відповідає переважно інституційним інвесторам і поширеному підходу до золота як порівняно малоприбуткового в короткостроковій перспективі, але безризикового активу [14].

Проте наявність першого «провалу» означає формування на світовому ринку золота й іншої групи суб'єктів, щодо яких характерний порівняно короткий часовий горизонт для операцій із золотом. Фактично це група короткострокових інвесторів спекулятивного типу, що нещодавно вважалося нехарактерним для ринку золота [13]. Причому глибина провалу (графік на рис. 4), пов'язаного з функціонуванням цієї референтної групи, перевищує глибину провалу, пов'язаного з наявністю довгострокових інвесторів. Це значить, що група короткострокових інвесторів на світовому ринку золота починає домінувати. У свою чергу, це вказує на те, що золото втрачає безризиковість, оскільки світовий ринок набуває спекулятивного характеру. Причому, аналізуючи графік цінової динаміки на золото (рис. 1), можна припустити, що домінування зумовлено посиленням референтної групи короткострокових інвесторів у 2001-2011 роках. Щоб підтвердити цю тезу, проаналізуємо графік залежності логарифма накопиченого відхилення цін на золото від логарифма часу за 2001-2011 роки (рис. 5).

Хоча показник Херста і фрактальна розмірність для цінової динаміки на світовому ринку золота за 2011-2011 рр. також близькі до одиниці ( $H = 1,0649 \pm 0,0679$ ;  $D = 0,9351 \pm 0,0679$ ), вищенаведений графік відрізняється від аналогічного на рис. 4 насамперед відсутністю «провалу», який зумовлений наявністю референтної групи з довгостроковим часовим горизонтом. Це не означає її зникнення. Просто референтна група з короткостроковим часовим горизонтом в останні десять років за наслідками своєї діяльності значно переважає суб'єктів, діяльність яких на ринку золота орієнтована на довгострокову перспективу. Причому, часовий горизонт суттєво зменшився (рис. 5) – до 1-2 місяців ( $T_1 = 10^{1.5} \approx 32$  та  $T_2 = 10^{1.8} \approx 63$  дні). Це вказує на те, що у 2001-2011 роках ринок золота здебільшого функціонує в режимі короткострокових операцій.

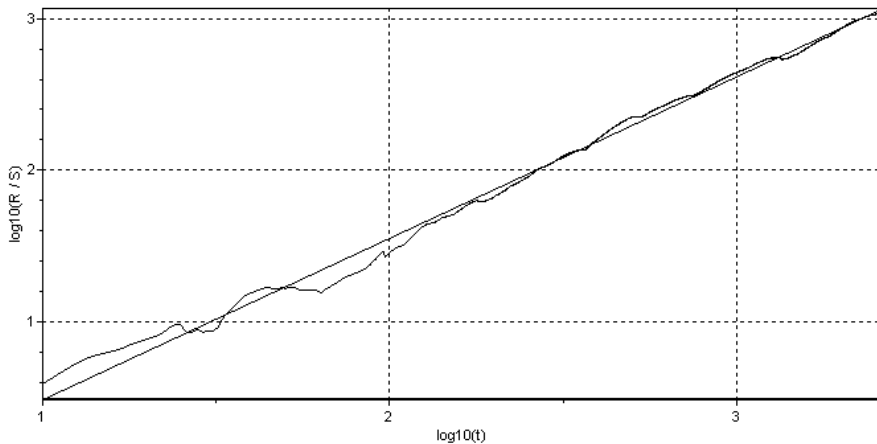


Рис. 5. Результат обробки даних щодо розрахунку показника Херста для лондонських фіксингів за 2001-2011 рр.\*

\*Джерело: розраховано автором за допомогою програми Fractan 4.4.

Отже, концепція ефективного ринку не застосовна до світового ринку золота. Дії суб'єктів на міжнародному ринку золота не є незалежними один від одного, а процеси мають фрактальну природу. В довгостроковому періоді на ринку золота функціонують дві референтні групи суб'єктів: з короткостроковим і середньостроковим часовим горизонтом. Фрактальність світового ринку золота означає, що теза про незалежність поведінки суб'єктів ринку один від одного не втілюється, навпаки, має місце відтворення зразка поведінки членами референтної групи. Фракталом у цьому разі є правила поведінки – оцінка ситуації, прийняття рішень про купівлю-продаж золота тощо, які відтворюються різними суб'єктами одночасно чи з певним часовим лагом.

Фрактальність процесів на світовому ринку золота означає також, що для них не справджується теза щодо повного знання інформації суб'єктами, на якій базується концепція ефективного ринку. Фактично враховується лише специфічна інформація, встановлена неформальними правилами референтної групи. Така інформація є різною для груп з довгостроковим і короткостроковим горизонтом поведінки.

Слід констатувати, що результати фрактального аналізу вказують на посилення референтної групи суб'єктів ринку золота з короткостроковим часовим горизонтом. Особливо помітним цей процес став у 2001-2011 роках, що має велике значення для функціонування золота насамперед як фінансового та резервного активу. Адже референтна група з короткостроковим часовим горизонтом з великою ймовірністю формуватиме «мильну бульбашку» на світовому ринку золота. Тому в поточному періоді та найближчому майбутньому потрібно надто обережно підходити до золота як більш-менш малоризикового активу. В умовах домінування референтної групи з короткостроковим горизонтом механізм ціноутворення на світовому ринку золота дедалі формуватиметься спекулятивними мотивами й не враховуватиме реалії розвитку світової економіки та фінансових ринків.



За таких умов інституційним інвесторам, які орієнтуються на довгострокову перспективу, та державним структурам варто поради виважено підходити до інвестицій у золото. На сучасному етапі ризику, пов'язані з утриманням золота як фінансового чи резервного активу, вкрай зросли. Національним банкам, інституційним інвесторам потрібно посилювати моніторинг процесів на світовому ринку золота, оскільки домінування референтної групи суб'єктів на ньому означає, що ці процеси можуть швидко змінитися.

Питання про те, чому саме в третьому тисячолітті змінюється природа світового ринку золота та відбувається посилення референтної групи суб'єктів із короткостроковим часовим горизонтом, виходить за межі цього дослідження. Можна припустити, що ринок золота пов'язаний з іншими ринками, насамперед інвестиційним, ринком нафти та енергоносіїв. Дослідження таких взаємозв'язків визначає перспективи подальших розвідок у цьому напрямі.

#### Список використаних джерел:

1. Бэйли Дж. Инвестиции / Дж. Бэйли. – М.: Инфра-М, 2004. – 1028 с.
2. Дубовиков М. М. Размерность минимального покрытия и локальный анализ фрактальных временных рядов / Дубовиков М. М., Крянев А. В., Старченко Н. В. // Вестник РУДН. – 2004. – Т. 3 – № 1. – С. 81–95.
3. Мандельброт Б. Фракталы, случай и финансы: Пер. с англ. / Б. Мандельброт. – Москва – Ижевск: Регулярная хаотическая динамика, 2004. – 256 с.
4. Михайловська О. В. Фрактальна природа світового інвестиційного процесу: роль інформації / О. В. Михайловська. – К.: КНТ, 2009. – 127 с.
5. Петерс Э. Фрактальный анализ финансовых рынков: приложение теории хаоса в инвестициях и экономике / Э. Петерс. – М.: Интернет-трейдинг, 2004. – 304 с.
6. Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала: Новый аналитич. взгляд на циклы, цены и изменчивость рынка / В. И. Гусев (пер. с англ.) / Э. Петерс. – М.: Мир, 2000. – 333 с.
7. Сергеева Л. Н. Нелінійні моделі складних економічних систем: Автореф. дис. ... д-ра екон. наук: 08.03.02 / Л. Н. Сергеева. – Донецьк, 2004. – 36 с.
8. Сохацька О. М. Ф'ючерсні ринки: глобальні тенденції та становлення в Україні: Автореф. дис. ... д-ра екон. наук: 08.05.01 / О. М. Сохацька. – Т.: Тернопільська академія народного господарства, 2003. – 37 с.
9. Старченко Н. В. Локальний фрактальний аналіз в фізических приложеннях / Старченко Н. В. // Препринт № 006-2005. – М.: МИФИ, 2005. – 26 с.
10. Ширяев А. Н. Основы стохастической финансовой математики. – Т. 1: Факты и модели / А. Н. Ширяев. – М.: ФАЗИС, 2004. – 490 с.
11. Bachelier L. Theorie de la speculation / L. Bachelier [Електронний ресурс] // Annales de l'Encole Normale Supérieure. – 1900. – V. 17. – P. 21–86. – Режим доступу [http://archive.numdam.org/ARCHIVE/ASENS/ASENS\\_1900\\_3\\_17\\_/ASENS\\_1900\\_3\\_17\\_21\\_0/ASENS\\_1900\\_3\\_17\\_21\\_0.pdf](http://archive.numdam.org/ARCHIVE/ASENS/ASENS_1900_3_17_/ASENS_1900_3_17_21_0/ASENS_1900_3_17_21_0.pdf)
12. Cai J. What moves the gold market? / J.Cai, Y-L. Cheung, M.C.S. Wong, // Journal of Futures Markets. – 2001. – № 21. – P. 257–278.
13. Demidova-Menzel N. Gold in the investment portfolio / Demidova N. Menzel, T. Heidorn [Електронний ресурс] Frankfurt School of Finance and Management working paper series. – 2007. – № 87. – Режим доступу: <http://econstor.eu/bitstream/10419/27853/1/577675362.PDF>
14. Gold Fixings. – London bullion market association [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.lbma.org.uk/pages/index.cfm?page\\_id=53&title=gold\\_fixings](http://www.lbma.org.uk/pages/index.cfm?page_id=53&title=gold_fixings)
15. History of the London Gold Fix [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://gold.bullionvault.com/How/GoldFix#section-GoldFix-HistoryOfTheLondonGoldFix>