

О. В. Васильєва,
аспірант, Запорізький національний університет, м. Запоріжжя
Н. К. Максишко,
д. е. н., професор, завідувач кафедри економічної кібернетики,
Запорізький національний університет, м. Запоріжжя

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ НА РИНКУ ЗОЛОТА: ІНВЕСТИЦІЙНИЙ АСПЕКТ

O. Vasylieva,
PhD student, Zaporizhzhia National University, Zaporizhzhia
N. Maksyshko,
Doctor of Science (Economics), Professor, Head of Department of Economic Cybernetics,
Zaporizhzhia National University, Zaporizhzhia

RESEARCH OF DYNAMICS IN THE GOLD MARKET: THE INVESTMENT ASPECT

У статті досліджено властивості динаміки ціни та прибутковості золота як інвестиційного інструменту. Методологію дослідження становлять методи статистичного аналізу та комплексного фрактального аналізу, що містить метод нормованого розмаху Херста (R/S-аналіз) та метод послідовного R/S-аналізу. Виявлено, що динаміка часового ряду ціни золота має персистентний характер (йому притаманна наявність довготривалої пам'яті), що дає змогу будувати достовірні прогнози. Проте прибутковість ціни золота як один з визначальних показників для інвесторів, навпаки, демонструє випадкову динаміку, що є перешкодою для її прогнозування навіть в короткостроковому періоді. Оскільки динаміка прибутковості є незамінним показником для підтримки прийняття рішень інвестора при порівнянні альтернативних інвестиційних інструментів не тільки в короткостроковому, а також і в середньо- та довгостроковому періоді, виникає потреба у знаходженні методів та інструментів, які б могли знизити рівень невизначеності та узагальнювати інформацію щодо динаміки прибутковості ринків у різних прогнозних горизонтах. З метою створення такого інструменту введено поняття "відтермінованої" прибутковості. Проведене дослідження сімейства таких часових рядів із різними періодами відтермінування виявило, що їх характеристики змінюються в залежності від обраного часового лагу від випадкового до персистентного. Для часового ряду відтермінованої прибутковості ціни золота встановлене значення величини лагу, при якому динаміка прибутковості набуває характеристики, притаманні "материнському" ряду ціни, і при якому часовий ряд прибутковості становиться придатним для прогнозування, зокрема, методами дискретної нелінійної динаміки.

The article investigates the properties of the prices and profitability dynamics of gold as investment instruments. Research methodology consists of statistical analysis methods and complex fractal analysis, which contains the method of normalized Hurst scale (R / S analysis) and the method of sequential R / S analysis. It was found that time series dynamics of the gold price has a persistent nature (it is characterized by the presence of long-term memory), which makes it possible to build reliable forecasts. However, the profitability of gold prices, as one of the defining indicators for investors, on the contrary, shows a random dynamics, which is an obstacle to its forecast even in the short term. Since the dynamics of profitability is an indispensable indicator for supporting investor decisions when comparing alternative investment instruments not only in the short-term, but also in the medium and long-term, there is a need to find methods and tools that could reduce the level of uncertainty and generalize information on the market dynamics of profitability in different forecast

horizons. In order to create such a tool introduced the concept of "delayed" profitability. The research of a family of such time series with different periods of delay has revealed that their characteristics change depending on the chosen time lag from random to persistent. For the time series of delayed profitability, the value of the lag is set, in which the profitability dynamics acquires the characteristics inherent in the "mother" series of gold prices and at which the time series of profitability becomes suitable for prediction, in particular, by methods of discrete nonlinear dynamics.

Ключові слова: динаміка ціни золота, прибутковість золота, інвестиційний інструмент, відтермінована прибутковість, комплексний фрактальний аналіз.

Key words: dynamics of gold prices, profitability of gold, investment instrument, delayed profitability, complex fractal analysis.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Золото завжди приваблювало інвесторів і було, мабуть, одним із перших інструментів інвестування. Незважаючи на те, що на сьогоднішній час існує багато альтернативних варіантів інвестування, ринок золота і нині залишається актуальним і привабливим. Проте поява все більшої кількості інвестиційних інструментів зумовлює необхідність порівняння, класифікації та розуміння кожного конкретного ринку. Прийняття ефективного та обгрунтованого рішення щодо інвестування вимагає розуміння ринкового механізму та динаміки, що панує у конкретний період часу стосовно кожного інвестиційного інструменту.

Об'єктом дослідження цієї статті обрано ринок золота і це зумовлено такими положеннями.

По-перше, ринок золота розглядається як об'єкт фінансового інвестування, тобто золото аналізується як товар на біржі, а не як фізичний об'єкт у вигляді злитків, виробів або лому. Тому ліквідність золота приймається за абсолютну, а накладні витрати на доставку, оцінювання та інше прирівнюються до нуля. Припускається, що інвестор може у будь-який операційний час продати чи купити золото, а обсяг цієї операції суттєво не вплине на поточну ціну.

Зауважимо, що перевагою інструментів фінансового інвестування, що відміну від сектору реального інвестування, є те, що вони більш придатні до узагальнення, порівняння та класифікації. Ринки ж реального інвестування потребують дуже вузької спеціалізації інвестора (наприклад, буди знавцем у галузі мистецтв, антикваріату, нерухомості чи досконально володіти знаннями в конкретній сфері підприємництва).

По-друге, золото унікальний фінансовий інструмент, який має власну внутрішню вартість, і на відміну, наприклад, від цінних паперів чи валюти, безпосередньо не залежить від діяльності конкретного підприємства, політичного чи економічного життя окремої країни. Тому ринок золота є ідеальним для дослідження ринкових механізмів та процесів, для визначення методології оцінки інвестиційної привабливості. Завдяки тривалій історії ринок золота є дуже розвинутим, конкурентним та інформаційним.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Дослідженню природи і характеру ринку золота присвячені, зокрема, наукові роботи Н. Бодрової [1], Н. Савчук [2], М. Диби [3], Ю. Полякової [4]. Методами фрактального аналізу досліджували характер динаміки ціни на золото науковці О. Михайловський та Н. Максишко [5—9]. Проте з точки зору інвестиційних потреб важливою для аналізу є не тільки динаміка ціни на золото, а й динаміка її прибутковості. Прибутковість є основним з показників діяльності інвесторів та однією з основних його цілей. Тому значення прибутковості може бути використано як показник для аналізу та порівняння альтернативних інвестиційних ринків.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою дослідження статті є аналіз динаміки ціни та прибутковості ринку золота як одного з інвестиційних інструментів для подальшого використання при розробці методів підтримки прийняття інвестиційних рішень.



Рис. 1. Динаміка ціни на золото за період з 01.01.2002 по 31.08.2017 (\$/унц)

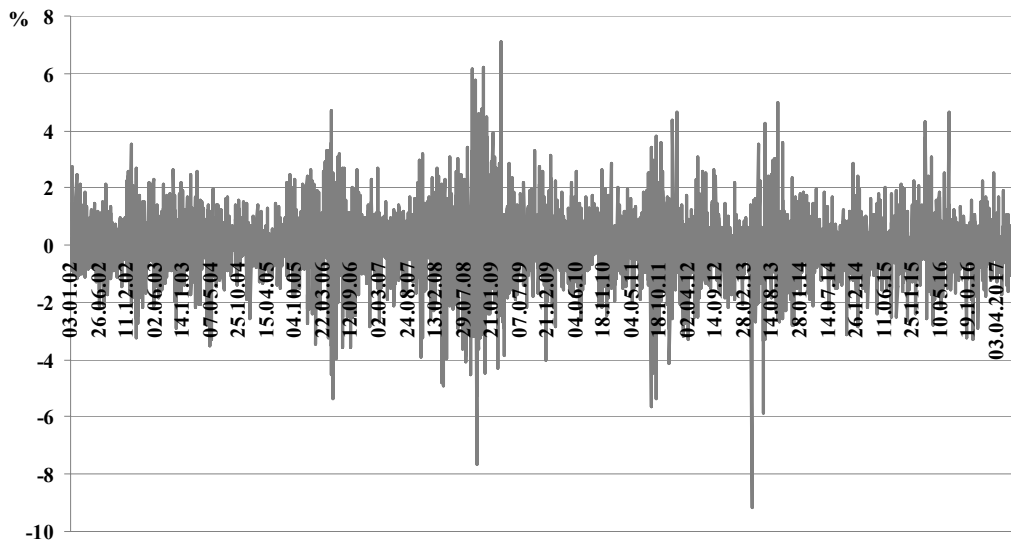


Рис. 2. Динаміка прибутковості за період з 01.01.2002 по 31.08.2017 (%)

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для дослідження ціни на світовому ринку золота використано дані The London Bullion Market Association [10] за період з 01.01.2002 р. по 31.08.2017 року (n=4032 значень). На рисунку 1 наведено графік часового ряду (ЧР) $Z = \{z_t\}$ щоденної ціни на золото, де z_t — ціна на золото у день t (\$/унц).

Для аналізу динаміки прибутковості золота будемо розглядати ЧР $P = \{p_t\}$:

$$p_t = \frac{(z_t - z_{t-1})}{z_{t-1}} * 100\% \quad (1),$$

де p_t — прибутковість золота у день t по відношенню до ціни попереднього дня t-1 (%);

z_t — ціна золота у день t (\$/унц).

Графік динаміки прибутковості золота за період з 01.01.2002 по 31.08.2017 наведено на рисунку 2.

Візуальне представлення динаміки ціни (ЧР Z) та прибутковості (ЧР P) золота демонструє зовсім різний характер. Для ЧР Z притаманні тренди та спрямований рух, зриви з тренду, періоди невизначеності. ЧР P прибутковості, навпаки, демонструє суцільне коливання навколо нуля, відрізняючись лише збільшенням чи зменшенням амплітуди коливань.

Подальше дослідження та порівняння динаміки ЧР Z — ціни та ЧР P — прибутковості золота проведемо

двома групами методів: статистичними та методами фрактального аналізу.

Розраховані значення статистичних показників для ЧР Z та P наведено на рисунку 3 а) та б) відповідно.

Як видно з рисунка 3а, середнє значення та медіана ціни золота збільшувались до 2012 р., також збільшувалась і волатильність, а починаючи з 2012 р. до 2015 р. середня ціна та медіана демонструє низьхідний тренд, волатильність залишається досить високою, для 2016—2017 рр. характерне незначне коливання середніх значень і медіани при зменшенні волатильності.

Статистичні ж показники прибутковості золота демонструють більш сталу динаміку: середнє та медіана близькі до нуля весь період, що досліджується. Із року в рік змінюється тільки волатильність прибутковості.

Для побудови частотної гістограми ЧР Z ціни золота видалимо лінійний висхідний тренд. Візуальне представлення гістограми частот ЧР Z ціни наведено на рисунку 4 а). Частотна гістограма ЧР P прибутковості золота наведено на рисунку 4 б).

Як видно з рисунка 4, гістограма прибутковості є близькою до гістограми нормального розподілу з високим ексцесом, чого не можна сказати про гістограму ціни золота. Тобто для динаміки ціни ми маємо справу з порушенням нормального розподілу, а тому для його дослідження доцільним є використання інструментарію нелінійної динаміки.

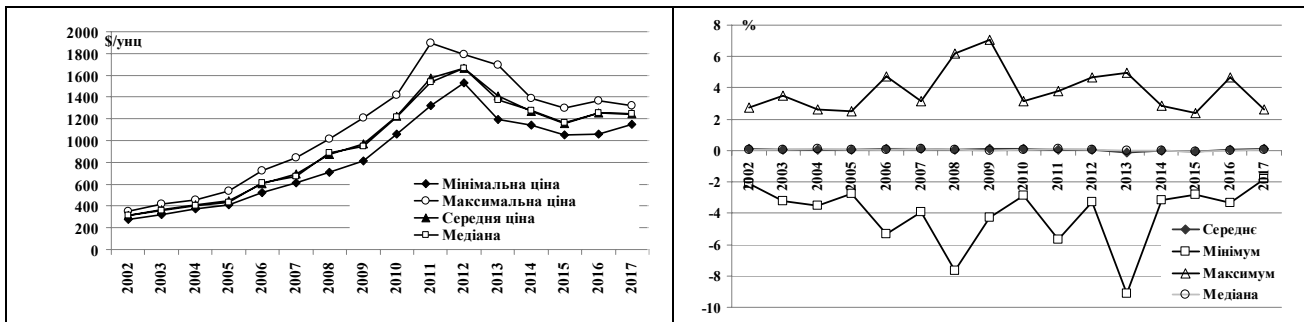
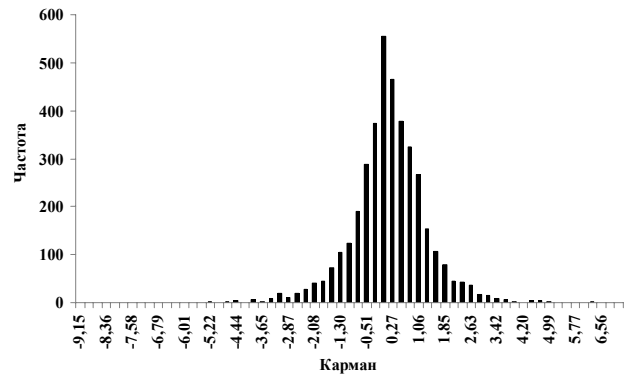
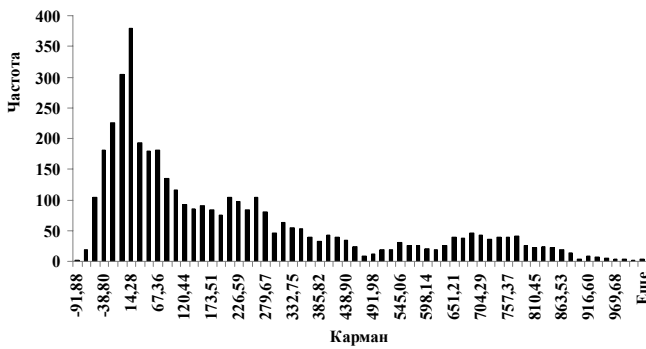


Рис. 3. Динаміка статистичних показників за період з 01.01.2002 по 31.08.2017:
 а) ЧР Z — ціни золота;
 б) ЧР P прибутковості



а)

б)

Рис. 4. Гістограма розподілу (без тренду): а) ціни золота та б) прибутковості

Таблиця 1. Значення показника Херста Н для ЧР Z ціни золота

Рік	Показник Херста Н	Показник Херста Н для перемішаних значень
2002	0,93	0,69
2003	0,91	0,62
2004	0,89	0,66
2005	0,88	0,69
2006	0,91	0,67
2007	0,90	0,66
2008	0,89	0,69
2009	0,89	0,62
2010	0,92	0,63
2011	0,94	0,68
2012	0,92	0,66
2013	0,94	0,65
2014	0,90	0,67
2015	0,92	0,62
2016	0,92	0,63
2017	0,89	0,63
01.01.2002-31.08.2017	0,97	0,57

Для подальшого дослідження використаємо методи фрактального аналізу, зокрема, метод нормованого розмаху Херста (R/S-аналіз) [11].

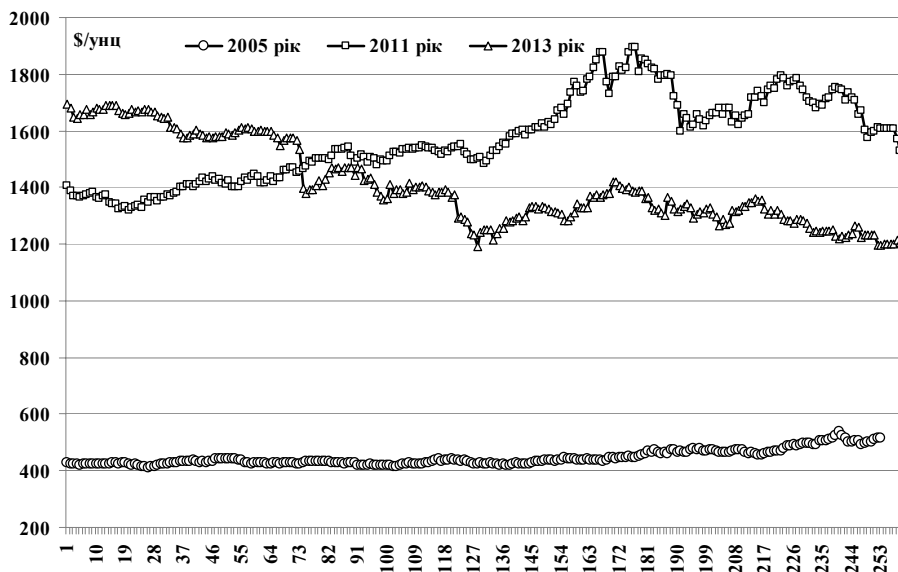


Рис. 5. Порівняльний аналіз динаміки ціни золота у 2005, 2011 та 2013 рр.

Відомо, що область припустимих значень показника Херста становить від 0 до 1. Чим ближче показник Херста до 0,5, тим більш випадковим є ряд, тобто попереднє значення ЧР не впливає на наступне. Чим ближчий показник до 1, тим більшу персистентність та більшу виражену довгострокову пам'ять (попередні значення впливають на наступні в прямій залежності) має ряд. При значенні $0 < H < 0,5$ ряд набуває властивості антиперсистентності (попередні значення впливають на наступні в зворотній залежності, тобто, якщо в попередньому періоді значення ЧР зростало, то в наступному — скоріше за все, воно буде зменшуватись).

Результати фрактального аналізу на основі методу нормованого розмаху Херста (R/S-аналіз) для відрізків ЧР Z, що містять значення ціни у відповідний рік, наведено у таблиці 1.

Показник Херста для ЧР $Z = \{z_t\}$ становить $H=0,971$. Показник Херста, розрахований для кожного року окремо, коливається в діапазоні від 0,88 до 0,94. Перевірка результатів на основі тесту на перемішування виявила, що діапазон коливання показника Херста для перемішаних значень ціни становить від 0,62 до 0,69. Найменше значення показника 0,88—0,89 припадає на 2004—2005 та 2008—2009 рр.

2004—2005 рр. відзначилися початком ажіотажу на ринку золота: після кількох років стабільного росту виникає стереотип щодо "безпрограшності" інвестицій в золото, кількі центробанків, зокрема Росія, Індія, Аргентина, ПАР і Пакистан оголосили про збільшення частки золота в своїх золотовалютних резервах. Для 2008—2009 рр. також характерний ажітаж та невизначеність на ринку, однак цього разу це було пов'язано з негативними подіями в економіці США: фінансова криза, безпрецедентні дії центробанків щодо регулювання фінансової системи, відхід від стратегії "вільного ринку" призвели до тяги інвесторів саме до золота як "сховища" своїх коштів.

2011 та 2013 роки, навпаки, характеризуються найвищим показником Херста (0,94). Розглянемо динаміку цих років у порівнянні з 2005 р. більш детально. Графічне представлення динаміки ціни у ці роки наведено на рисунку 5.

У 2011 р. відбувається глобальна зміна тренду: після рекордного підвищення у серпні, висхідний тренд змінюється на низхідний. У 2013 р. вперше за період, що досліджується, зафіксоване зниження ціни за підсумками року. У порівнянні з 2011 та 2013 роками 2005 р. виглядає доволі статично, без значних стрибків. Це відображається і у показниках стандартного відхилення, яке у 2011 р. становить 148 \$/унц чи 9,4% від середньої ціни, у 2013 р. 148,5 \$/унц чи 10,5% від середньої ціни, а у 2005 р. тільки 27,4 \$/унц чи 6,1%. Такі результати ще раз підкреслюють суть методу нормованого розмаху: на відміну від статистичних методів, що дають узагальнену інформацію про динаміку ряду, методи фрактального аналізу розглядають залежність кожної конкретної події від попередніх та дають уявлення про частоту коливань часового ряду, а це в свою чергу показує ступінь впевненості інвесторів щодо "справедливої" ціни.

У цілому ж, розраховані значення показника Херста H для $ЧР Z$ — ціни золота свідчать про персистентний характер динаміки ціни золота: попередні значення ціни золота впливають на наступні, $ЧР Z$ має пам'ять.

Результати розрахунків на основі застосування R/S -аналізу для $ЧР P$ прибутковості наведено у таблиці 2.

Для $ЧР P = (p_t)$ показник H становить 0,55. Показник Херста розрахований по роках коливається в діапазоні від 0,56 до 0,64 (H перемішаних рядів знаходиться в діапазоні від 0,54 до 0,64).

Таким чином, інструментом R/S -аналізу підтверджено, що $ЧР P$ прибутковості золота демонструє відсутність довгострокової пам'яті і є стохастичною, а динаміка ціни золота $ЧР Z = (z_t)$ носить персистентний характер, тобто має довготривалу пам'ять.

Для дослідження характеристик довгострокової пам'яті — її глибини — скористаємося методом послідовного R/S -аналізу [9]. В результаті побудовано нечітку множину глибини пам'яті $ЧР Z$:

$$L(Z) = \{(l, \mu(l)), l \in L^0\}$$

Візуальне представлення нечіткої множини $L(Z)$ наведено на рисунку 6.

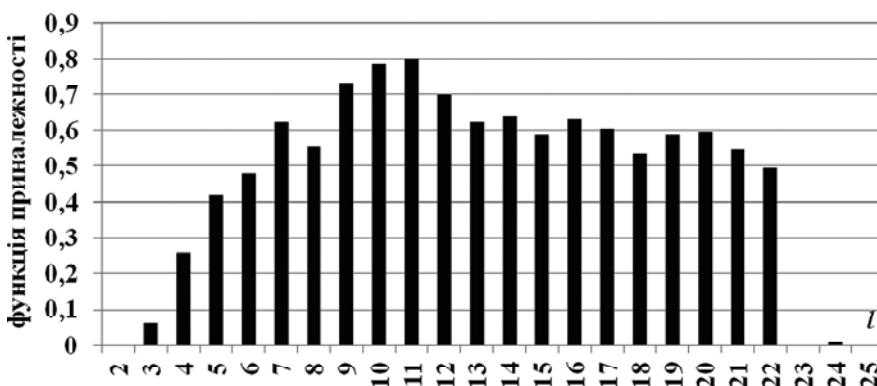


Рис. 6. Нечітка множина глибини пам'яті $L(Z)$ $ЧР Z$ ціни золота

Таблиця 2. Значення показника Херста H для $ЧР P$ прибутковості золота

Рік	Показник Херста H	Показник Херста H для перемішаних значень
2002	0,60	0,58
2003	0,64	0,62
2004	0,59	0,63
2005	0,63	0,62
2006	0,63	0,64
2007	0,62	0,59
2008	0,63	0,56
2009	0,61	0,55
2010	0,59	0,59
2011	0,64	0,63
2012	0,61	0,64
2013	0,59	0,59
2014	0,63	0,62
2015	0,64	0,62
2016	0,60	0,54
2017	0,56	0,54
01.01.2002-31.08.2017	0,55	0,60

Аналіз нечіткої множини глибини пам'яті виявив, що трендостійкість характерна впродовж часових відрізків l з 5 до 22 днів. Найчастіше для $ЧР Z$ пам'ять зберігається впродовж 12, 9, 10 та 11 днів (у порядку збільшення значення функції приналежності μ , $\mu \geq 0,7$).

Узагальнюючи наведені вище результати зробимо такі висновки:

— $ЧР Z$ ціни золота має фрактальний характер (не описується нормальним розподілом, показник Херста $H=0,97$ свідчить про персистентність та наявність у $ЧР$ довгострокової пам'яті, функція приналежності μ для відрізків часу l 9, 10 та 11 днів перевищує 0,7, що свідчить про високу трендостійкість ряду впродовж двох робочих тижнів). Тому для прогнозування $ЧР$ ціни золота доречно застосовувати методи дискретної нелінійної динаміки;

— $ЧР P$ прибутковості має випадковий (стохастичний) характер (підтверджено статистичними показниками та формою розподілу, показник Херста $H=0,55$ свідчить про випадковий характер $ЧР P$ прибутковості). Тому для прогнозування прибутку в короткостроковій перспективі доцільно використовувати статистичні методи. Для цілей середньо- та довгострокового прогнозування $ЧР P$ не є достатнім.

Але золото залишається не тільки привабливим комерційним, але й середньо- та довгостроковим інвестиційним інструментом. Виникає нагальна потреба знайти методи та інструменти, які б могли знизити рівень невизначеності та узагальнювати інформацію щодо динаміки прибутковості ринків у середньо- та довгостроковому прогнозному горизонті.

З метою перевірки гіпотези щодо виявлення довгострокової пам'яті в прибутковості більшого часового масштабу, розрахуємо показник Херста для прибутковості середніх тижневих та місячних цін:

показник Херста для прибутковості середніх тижневих цін дорівнює 0,55;

показник Херста для прибутковості середніх тижневих цін дорівнює 0,55;

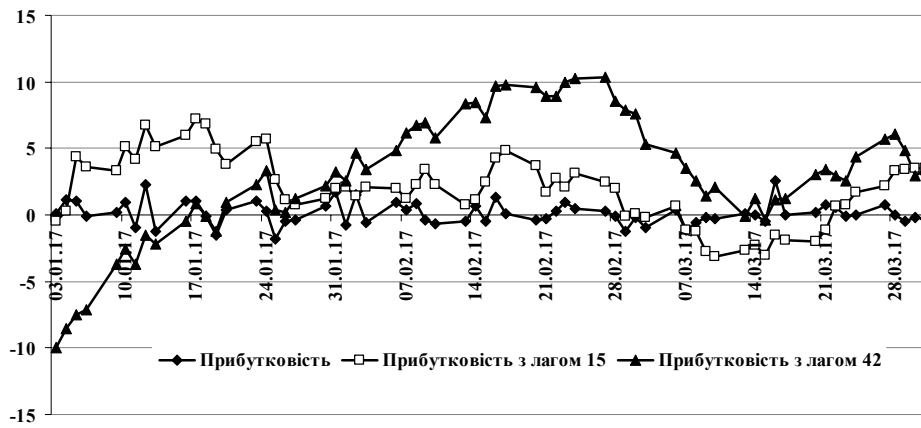


Рис. 7. Динаміка прибутковості P та відтермінованої прибутковості P^s за період з 03.01.2017 р. по 31.03.2017 р. (1 квартал)

показник Херста для прибутковості середніх місячних цін — 0,56.

Наведені показники Херста свідчать про відсутність довгострокової пам'яті у ЧР P масштабованої у часі прибутковості.

Таким чином, незважаючи на збільшення масштабу досліджуваних часових інтервалів, прибутковість ціни золота не відображає ті тренди та закономірності, що притаманні ЧР Z ціни золота.

Для виявлення закономірностей динаміки та аналізу умов обґрунтованого застосування інвестиційних інструментів побудуємо та розглянемо сімейство часових рядів, які будемо називати "ЧР відтермінованої прибутковості" $P^s = \langle p_t^s \rangle$ та які різняться довжиною часо-

вого лагу s :

$$p_t^s = \frac{(z_t - z_{t-s})}{z_{t-s}} * 100\% \quad (2),$$

де p_t^s — прибутковість ціни золота у день t відносно ціни у день $(t-s)$;

z_t — ціна золота у день t ,

s — довжина часового лагу, тобто період "відтермінування".

За величини лагу s були прийняті інтервали, що відповідають 5 робочим дням у тижні та 21 робочому дню у місяць.

Для візуального представлення на рисунку 7 наведено графіки ЧР P^s відтермінованої прибутковості з лагом s , що дорівнює 1, 15 та 42 за період з 03.01.2017 р. по 31.03.2017 р. (1 квартал 2017 р.).

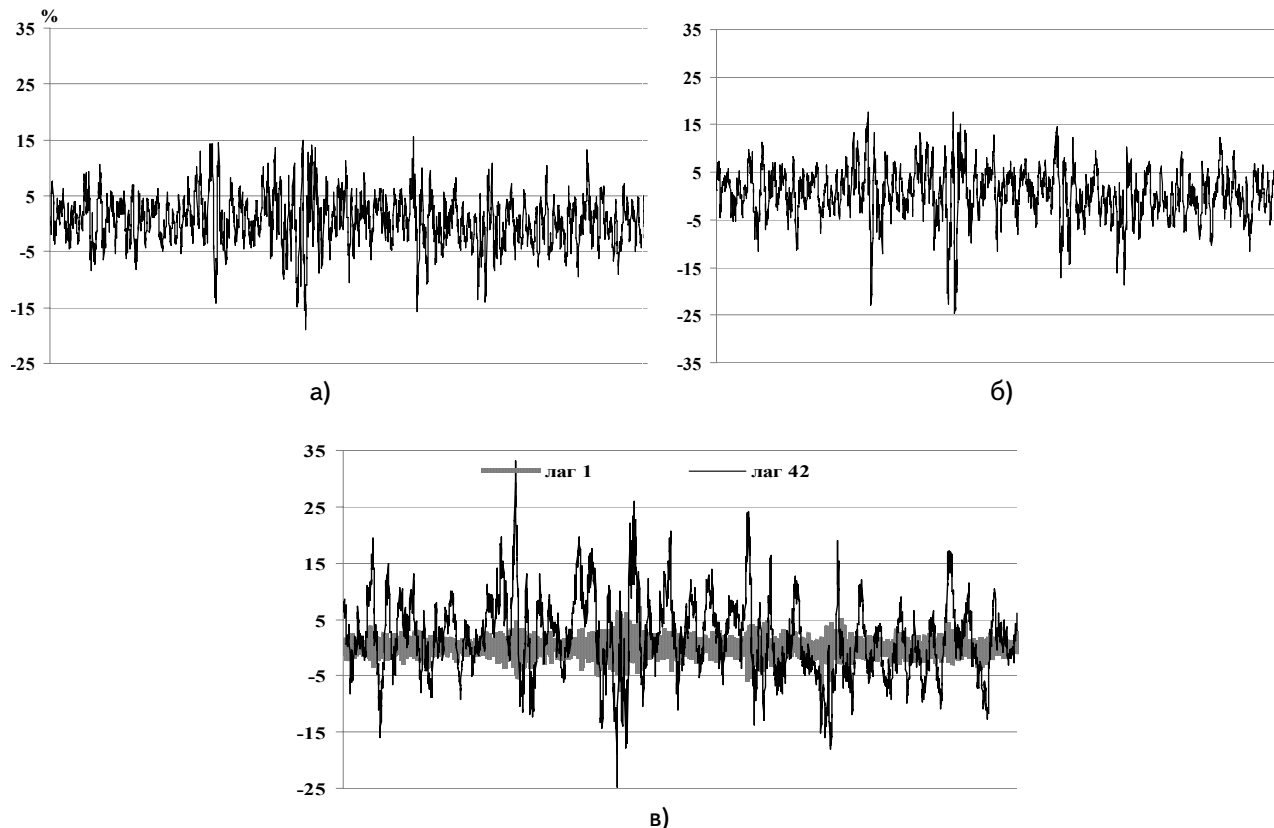


Рис. 8. Динаміка прибутковості — ЧР $P^s = \langle p_t^s \rangle$ з лагом а) $s = 15$, б) $s = 21$, в) $s = 42$

Таблиці 3. Значення показників Херста ЧР "відтермінованої" прибутковості

	Значення показника Н	Значення показника Н перемішаного ряду
ЧР прибутковості з лагом 1	0,55	0,59
ЧР прибутковості з лагом 5	0,66	0,59
ЧР прибутковості з лагом 15	0,74	0,6
ЧР прибутковості з лагом 21	0,76	0,57
ЧР прибутковості з лагом 30	0,79	0,6
ЧР прибутковості з лагом 42	0,81	0,61
ЧР прибутковості з лагом 66	0,84	0,62
ЧР прибутковості з лагом 90	0,86	0,63

На рисунку 8 представлено ЧР прибутковості з лагом 15, 21 та 42 за весь досліджуваний період. Для кращого візуального представлення відтермінована прибутковість з лагом 42 зображена на фоні прибутковості з лагом 1 (рис. 8 в)).

Як на графіку часового відрізка за 4 квартал 2016 р. (рис. 7), так і на графіках прибутковості за весь досліджуваний період (рис. 8) можемо спостерігати зміну характеру динаміки прибутковості з певною закономірністю: чим більший лаг, тим більш рельєфно виглядає графік, більша амплітуда руху та починають відслідковуватися цикли та закономірності. Особливо це помітно при порівнянні ЧР "відтермінованої" прибутковості до ЧР Р прибутковості, тобто з лагом $s=1$ (рис. 7).

Для перевірки ЧР "відтермінованої" прибутковості на наявність довгострокової пам'яті був розрахований показник Херста. Результати розрахунку наведено у таблиці 3.

З таблиці 3 видно, що при зростанні величини лагу, зростає персистентність ряду. Графічне представлен-

ня зміни показника нормованого розмаху Херста в залежності від величини лага наведено на рисунку 9.

Зі зростанням величини лагу зростає і показник Херста (рис. 9), тобто ЧР Р набувають властивість персистентності та поступово з'являється довготривала пам'ять, при чому збільшення персистентності при збільшенні величини лагу має параболічну (ступеневу) залежність.

Проаналізувавши показники Херста, можна дійти висновку, що при величині лагу 42 дні (чи 2 місяці) ЧР Р^s відтермінованої прибутковості набуває достатньої персистентності для використання цього ряду в прогнозуванні (показник нормованого розмаху $H=0,81$). Тут слід зазначити, що лаг 42 дні приймається як мінімально прийнятний для цілей прогнозування. При збільшенні лагу трендостійкість ЧР тільки зростає та точність прогнозу для такого ряду збільшується.

Для ЧР Р^s відтермінованої прибутковості з лагом $s=42$ дні побудуємо множину нечіткої глибини пам'яті $L(P^s)$ та результати наведемо на рисунку 10.

У результаті виявляється, що значимими ($\mu \geq 0,6$) є значення глибини пам'яті $l=12; 17; 7; 11; 10; 8; 9$ днів (у порядку збільшення значень функції приналежності μ). Слід зазначити, що величини глибини пам'яті l для ЧР відтермінованої прибутковості з лагом $s=42$ є дуже подібні до значень глибини пам'яті ЧР Z ціни золота, тобто можна зробити висновок, що побудований нами часовий ряд відображає характеристики персистентності притаманні "материнському" ЧР ціни золота.

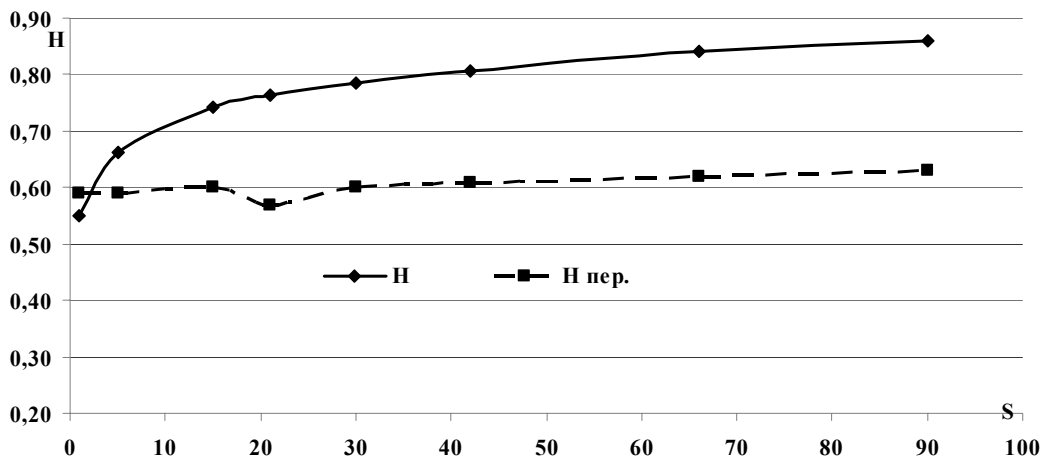


Рис. 9. Залежність показника Херста Н сімейства ЧР Р^s (та результатів тесту на перемішування) від величини лагу s

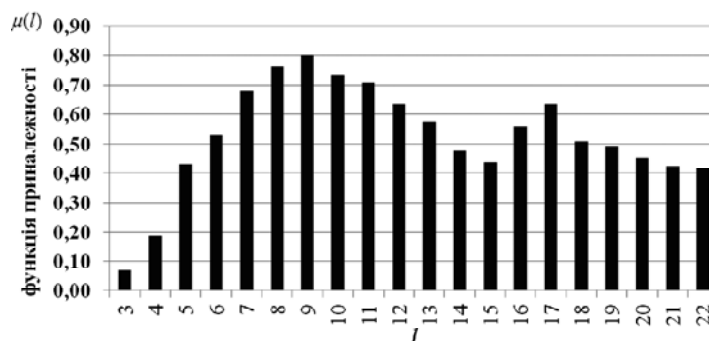


Рис. 10. Нечітка глибина пам'яті $L(P^s)$ ЧР відтермінованої прибутковості з лагом $s=42$

ВИСНОВКИ

У роботі статистичними методами та методами фрактального аналізу було проаналізовано динаміку ціни та прибутковості золота як інвестиційного інструменту. В ході дослідження встановлено, що динаміка ціни золота має фрактальний характер. Динаміка ж прибутковості золота, навпаки, демонструє випадковий (стохастичний) характер та придатна для прогнозування тільки статистичними методами в короткостроковому періоді. Тому виникла потреба виявлення такого інструменту аналізу, який, по-перше, можна було б застосовувати для порівняння різних інвестиційних ринків, а по-друге, давав би можливість виходити за короткотермінові горизонти прогнозування.

З цією метою введено поняття "часового ряду відтермінованої прибутковості". Проведене дослідження сімейства таких часових рядів із різними періодами відтермінування виявило, що їх характеристики змінюються в залежності від обраного часового лагу від стохастичного до персистентного. Встановлено мінімальний допустимий часовий інтервал, при якому можливе прогнозування прибутковості золота: він становить не менше ніж 8 тижнів (2 місяця). Прибутковість інвестиційного інструменту є універсальним показником, що є визначальним при порівнянні інвестиційних ринків. Визначення довжини часового інтервалу, при якому прибутковість набуває персистентності та відображає характеристики ціни, дає нові можливості для аналізу та вибору релевантного інвестиційного інструменту при обґрунтуванні горизонту прогнозування. Як перспектива подальших розвідок у цьому напрямі є порівняльний аналіз альтернативних інвестиційних інструментів за допомогою застосованих у статті методів з метою розробки алгоритму прийняття інвестиційних рішень. Результати дослідження можуть бути використано при розробці систем підтримки прийняття інвестиційних рішень.

Література:

1. Бодрова Н. Світові ринки дорогоцінних металів: сучасний стан та основні чинники впливу / Н. Бодрова // Вісник НБУ. — 2011. — № 7. — С. 26—32.
2. Савчук Н. Ринок золота: сучасний стан і перспективи розвитку [Електронний ресурс] / Н. Савчук // Ринок цінних паперів України. Вісник Державної комісії з цінних паперів та фондового ринку. — 2009. — № 1—2. — С. 19—24. — Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/rcsu_2009_1-2_4
3. Діба М., Бахтарі Е. Банківські метали: класифікація, функції, операційний інструментарій // Вісник НБУ. — Січень 2011. — С. 34—38.
4. Полякова Ю.В. Динаміка ринку золота у сучасних світогосподарських процесах [Електронний ресурс] / Ю.В. Полякова [Електронний ресурс] // Причорноморські економічні студії. Світове господарство і міжнародні економічні відносини. — 2017. — № 13-2. — С. 15—18. — Режим доступу: http://bses.in.ua/journals/2017/13-2_2017/5.pdf
5. Михайловський О.В. Аналіз ефективності світового ринку золота / О.В. Михайловський // Вісник Чернівецького торговельно-економічного інституту. Економічні науки. — 2011. — Вип. 4. — С. 110—118. — Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchtei_2011_4_21

6. Максишко Н.К. Аналіз динаміки цін на дорогоцінні метали / Н.К. Максишко // Моделювання регіональної економіки. — 2008. — № 1 (11). — С. 146—157.

7. Максишко Н.К. Дослідження динаміки світової ціни на золото засобами фрактального аналізу / Н.К. Максишко // Моделювання регіональної економіки. — 2008. — № 2 (12). — С. 150—159.

8. Максишко Н.К. Фазовий аналіз динаміки світової ціни на золото / Н.К. Максишко // Моделювання регіональної економіки. — 2007. — № 2 (10). — С. 171—180.

9. Максишко Н.К. Моделювання економіки методами дискретної нелінійної динаміки: монографія / Наук. ред. проф. В.О. Перепелиця. — Запоріжжя: Поліграф, 2009. — 416 с.

10. Офіційний сайт The London Bullion Market Association [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.lbma.org.uk/pricing-and-statistics>

11. Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала. Новый аналитический взгляд на циклы, цены и изменчивость рынка. — М.: Мир, 2000. — 333 с.

References:

1. Bodrova, N. (2011), "Global precious metals markets: current status and main factors of influence", NBU Herald, July, pp. 26—32.
 2. Savchuk, N. (2009), "The gold market: the current state and prospects of development", Rynok tsinnykh paperiv Ukrainy. Visnyk Derzhavnoi komisii z tsinnykh paperiv ta fondovoho rynku, vol. 1—2, pp. 19—24.
 3. Dyba, M. and Bakhtari, E. (2011), "Precious Metals: classification, function, operational tools", NBU Herald, January, pp. 34—38.
 4. Poliakova, Ju.V. (2017), "Gold market dynamics in modern world economic processes", Prychornomors'ki ekonomichni studii, vol. 13-2, pp. 15—18.
 5. Mykhailovskiy, O. V. (2011), "Analysis of the world gold market efficiency", Visnyk Chernivets'koho torhovel'no-ekonomichnoho instytutu, vol. 4, pp. 110—118.
 6. Maksyshko, N.K. (2008), "Analysis of the prices dynamics for precious metals", Modeliuvannia rehional'noi ekonomiky, vol. 1 (11), pp. 146—157.
 7. Maksyshko, N.K. (2008), "Investigating the dynamics of the world gold price by means of fractal analysis", Modeliuvannia rehional'noi ekonomiky, vol. 2 (12), pp. 150—159.
 8. Maksyshko, N.K. (2007), "Phase analysis of the world price dynamics of gold", Modeliuvannia rehional'noi ekonomiky, vol. 2 (10), pp. 171—180.
 9. Maksyshko, N.K. (2009), Modeliuvannia ekonomiky metodamy dyskretnoi nelinejnoi dynamiky: Monohrafiia [Modeling of economics by methods of discrete nonlinear dynamics: Monograph], Polihraf, Zaporizhzhia, Ukraine.
 10. The official site of The London Bullion Market Association (2018), "Prices and Data", available at: <http://www.lbma.org.uk/pricing-and-statistics> (Accessed 1 September 2017).
 11. Peters E. (2000), Haos i porjadok na ryнках kapitala. Novyj analiticheskij vzgljad na cikly, ceny i izmenchivost' rynku [Chaos and order in the capital markets: a new view of cycles, prices, and market volatility], Mir, Moskva, Russia.
- Стаття надійшла до редакції 25.09.2017 р.*