

АЛГОРИТМ МОДЕЛЮВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ КРИПТОВАЛЮТ

Н. В. Даценко, Ю. В. Ігнатова
м. Київ, Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана

Останнє десятиріччя (після кризи 2008 року) відзначилось істотними змінами на фінансових ринках. Перш за все, збільшення інновацій призвело до постійних очікувань несподіваного. По-друге, відбулась значна трансформація фінансових ринків: з одного боку, у фінансову сферу вводяться численні нефінансові послуги та організації, з іншого боку, фінансова діяльність почала зливатися з інформаційною, торговельною та іншими економічними та культурними видами діяльності. По-третє, фінансові ринки впевнено почали використовувати аналіз великих даних. Як результат, подальший розвиток та використання фінансових інструментів пов'язані з обробкою великих даних, їх оцифруванням та впровадженням у галузь прогресивних математичних методів та моделей [1, 2].

На сьогоднішній день спостерігається підвищений інтерес інвесторів, науковців, центральних банків, урядів у всьому світі і звичайних людей до такого інноваційного фінансового продукту як криптовалюти. З математичної точки зору, процеси, які лежать в основі розвитку динаміки криптовалют, виявляють як відмінності, так і схожість з традиційними фінансовими часовими рядами [3, 4].

В дослідженні проаналізовано дані десятиох перспективних, на думку авторів, криптовалют: Bitcoin (BTC), Litecoin (LTC), Ethereum (ETH), Ripple (XRP), Monero, Dash (DASH), Dogecoin (DOGE), Expanse (EXP), Stellar (XLM) та Namecoin (NMC). В результаті дослідження була підтверджена гіпотеза фрактальності ринків і наявність в часових рядах криптоактивів ефекту довгої пам'яті в процесі волатильності, а також асиметричну реакцію від попередніх збурень на крипторинках, якими не можна нехтувати при процесі моделювання та прогнозування їх динаміки.

Часовим рядам динаміки цін криптовалют, так само як і більшості інших фінансових даних, притаманні фрактальні властивості, які визначаються за допомогою фрактального аналізу. Методів визначення фрактальних характеристик існує багато. Тому ми пропонуємо загальний алгоритм моделювання та визначення фрактальної розмірності для часових рядів криптовалют, який представлений на рис. 1 [1].

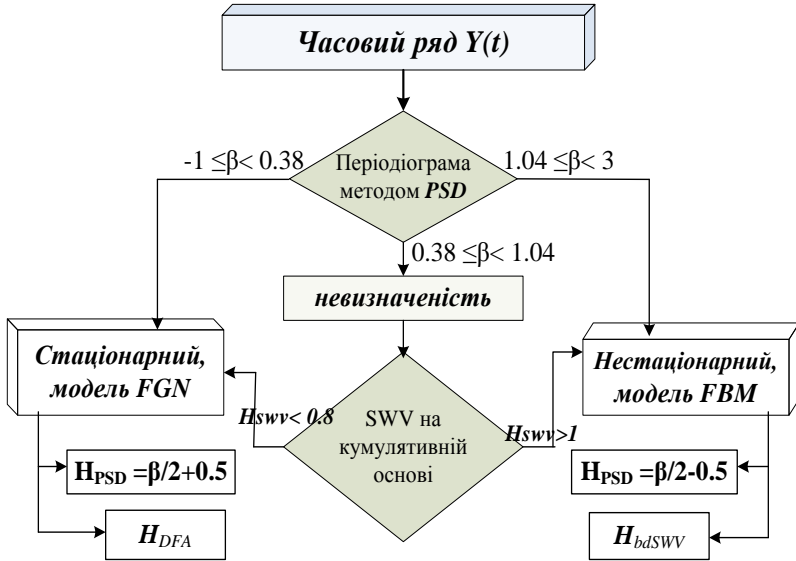


Рис. 1. Загальний алгоритм визначення фрактальної розмірності та моделювання часових рядів криптовалют (PSD – Power spectral density, H – показник Херста, SWV – Scaled windowed variance method)

Алгоритм визначення фрактальної розмірності та моделювання часових рядів криптовалют передбачає застосування на першому етапі методу power spectral density (PSD) або його модифікації lowPSDwe. Будується періодіограма, яку отримуємо за допомогою швидкого перетворення Фур'є. В залежності від отриманого значення спектральної розмірності β визначається тип часового ряду:

$-1 < \beta < 0.38$, в цьому випадку ряд має властивості

фрактального гаусівського шуму (FGN, fractional Gaussian noise), тобто він є стаціонарним.

$1.04 < \beta < 3$, – часовий ряд відноситься до типу *фрактального броунівського руху (FBM, fractional Brownian motion)*, тобто є нестаціонарним.

$0.38 < \beta < 1.04$, в цьому випадку природа часового ряду не визначена і потрібно додатково використати метод SWV (Scaled windowed variance method) на кумулятивній основі.

В загальному випадку, усі фрактальні часові ряди можна звести до двох типів [5]: *фрактальний броунівський рух (FBM, fractional Brownian motion)* та *фрактальний гаусівський шум (FGN, fractional Gaussian noise)*. Фрактальний броунівський рух (Mandelbrot, van Ness, 1968) є різновидом звичайного броунівського руху.

Різниця між ними в тому, що при звичайному броунівському русі окремі прирости некорельовані, тобто кожне наступне значення часового ряду не залежить від попереднього. У випадку *фрактального броунівського руху (FBM)* прирости пов'язані між собою. Якщо кореляція додатня, то тренд попередніх спостережень буде проявлятися у наступних. Такий ряд називається *персистентним* (або трендостійким). При від'ємній кореляції зростаючий тренд в минулому зміниться на спадаючий тренд в майбутньому. Такий ряд називається *антиперсистентним*. Математично *FBM* можна описати наступним степеневим законом:

$$\langle \Delta x^2 \rangle \propto \Delta t^2,$$

який показує, що очікуваний квадрат приросту є степенем від лагу (час, за який спостерігається приріст). Другим типом часових рядів є *фрактальний гаусівський шум (FGN)*. По суті, він є ланцюгом приростів *FBM*.

ВИСНОВОК. З точки зору фрактальних властивостей цін криптовалют важливим аспектом використання запронованого алгоритму є врахування залежності середньої амплітуди коливань від масштабу спостережень для різних значень показника Херста (H). В результаті проведеного дослідження доведено, що зниження амплітуди коливань на малих масштабах співпадало з загальним зниженням торгівельної

активності на крипторинках. Коли амплітуда коливань була завищеною, то на крипторинку спостерігались різкі злети або різкі «просідання» цін криптоактивів. Таким чином, маючи закон залежності амплітуди коливань від часу на різних масштабах можна передбачити на ринку сильний рух.

Список використаних джерел:

1. Catania, L. and Grassi, S. Modelling Crypto-Currencies Financial TimeSeries., 2017. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3028486>.
2. Harvey, A. C. Dynamic Models for Volatility and Heavy Tails: with Applications to Financial and Economic Time Series, volume 52. Cambridge University Press. 2013.
3. Дербенцев В.Д., Сердюк О.А., Соловійов В.М., Шарапов О.Д. Синергетичні та еконофізичні методи дослідження динамічних та структурних характеристик економічних систем. Монографія. – Черкаси: Брама-Україна, 2010. – 287 с.
4. Ландэ Д.В. Фрактальные свойства тематических информационных потоков из Интернет // Регистрация, хранение и обраб. данных, 2006. –Т. 8, № 2. – С. 93-99.
5. Areerak, T.. Mathematical model of stock prices via a fractional brownian motion model with adaptive parameters. ISRN Applied Mathematics, 2014, 791418. URL: <http://dx.doi.org/10.1155/2014/791418>. doi:10.1155/2014/791418.

ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ НЕЛІНІЙНОЇ ДИФУЗІЙНОЇ МОДЕЛІ ПРОДАЖУ ТОВАРУ З ВИКОРИСТАННЯМ РЕКЛАМИ

В. С. Денисенко

м. Черкаси, Черкаський національний університет
імені Богдана Хмельницького

Теорія дифузії інновацій інтенсивно вивчається з моменту її проникнення в маркетинг в 1960-х роках. Багато моделей були розроблені для пояснення поширення нового продукту серед потенційних клієнтів, розглядаючи наслідки спілкування «з вуст в уста», реклами, а також інших комунікаційних форм.