

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРАНЕ НА КРИПТОПАЗАРА ЧРЕЗ ARIMA МОДЕЛ

Проучен е инвестиционният потенциал на криптопазара чрез анализ на факторите, водещи до резки колебания и е прогнозирана неговата волатилност чрез индекса CRIX. Индексът е динамичен и на всеки три месеца структурата му се променя, което предоставя пълна информация за волатилността на криптопазара. CRIX включва най-ликвидните криптовалюти, което го прави представителен индикатор за криптопазара и надежден показател по отношение на изграждането на бъдещи пазарни прогнози. Използван е методът за прогнозиране на динамични редове ARIMA, който е барометър за пазара на криптовалюти. Проследена е месечната цена на CRIX за периода януари 2015 - януари 2019 г.¹

JEL: B26; C22; C32; C36; E44; E47; G17

Ключови думи: криптовалюти; децентрализиран пазар; CRIX; ARIMA модел

Криптовалутите и техният обществен резонанс

Навлизането на интернет и дигиталните технологии в ежедневието подтиква създаването на киберобщности, в които икономическите агенти пряко си взаимодействат и се обединяват в името на различни цели и интереси, в конкретния случай създаване, разпространяване и генериране на доходност от криптоинструменти. Това „прогресивно дигитално събуждане“ (вж. Kurzweil, 2005) е резултат от динамичния процес на взаимодействие между технологичното развитие и приложението му на пазара и то не се влияе от националните граници. Еволюцията на децентрализираните дигитални валути започва през 2008 г. със създаването на *Bitcoin* (*bit* – парче, частица и *coin* – монета). Техническото предложение на *Satoshi Nakamoto* полага основите на първата децентрализирана дигитална валута без двойно харчене (*double-spend*). Времето, в което тази иновация се разпространява, е благоприятно, предвид финансовата криза през 2008 г., която засилва недоверието на икономическите агенти в

* ПУ „Паисий Хилендарски“, катедра „Финанси и счетоводство“, gergana.taneva@yahoo.fr

¹ Chief Assist. Prof. Gergana Taneva, PhD. AN ANALYSIS AND A FORECAST OF THE CRYPTOMARKET BASED ON THE ARIMA MODEL. *Summary:* The investment potential of the cryptocurrency market is examined through an analysis of the factors that lead to sharp fluctuations and a forecast of its volatility is made with the use of the CRIX index. This index is dynamic and its structure changes every three months, which provides detailed information on the volatility of the cryptocurrency market. The CRIX index includes the most liquid cryptocurrencies, which makes it a representative indicator of the cryptocurrency market as well as a reliable indicator when it comes to making market forecasts in the future. The Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) model of forecasting dynamic rows used in the research is a barometer of the cryptocurrency market. The research follows the changes in the monthly price of the CRIX index from January 2015 to January 2019. *Keywords:* cryptocurrencies; decentralized market; CRIX index; Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) model.

съвременните банкови системи, а криптовалутите не зависят от политиката на централната банка.

Три основни характеристики съпътстват и са най-важните елементи на „новите“ валути: анонимност, децентрализация и ниски транзакционни разходи. Тези елементи са свързани с няколко основни фундаментални понятия – „блокчейн технология“ (*Blockchain Technology, Distributed Ledger Technology*), „децентрализирана P2P мрежа“ (*peer-to-peer*), „криптография“ и „децентрализирана система за проверка на транзакциите“ (*transaction script*). Иновативният им потенциал все още не може да бъде напълно разгънат поради силно спекулативния, нерегулиран пазар, който поощрява незаконната дейност. Блокчейн технологията позволява на съвременните криптовалуты да циркулират свободно без посредничеството на финансова институция и сетълментът да се осъществява без намесата на централен орган, който може да бъде атакуван. Дигиталната архитектура на *Bitcoin* създава условия за постигане на сигурност на транзакциите. Всеки потребител разполага с двойка ключове – публичен, който може да бъде разпространяван, и персонален, известен единствено на притежателя на дигитална валута. Чрез тази двойка ключове се сключват и подписват сделки, като контрагентите имат възможност да проверяват валидността на подписите – на практика се оформя една верига от дигитални подписи. След проверката и валидирането всяка транзакция се прибавя към блокчейна. Добиването на *Bitcoin* се извършва от участниците в мрежата и осигурява възнаграждение на „миньорите“ за извършената работа.

Динамичното развитие на криптовалутите е допълнително стимулирано от създаването на първите битомати в Канада, от изобретяването на ПОС терминали, чрез които потребителите имат възможност да заплащат придобиваните от тях стоки и услуги, от създаването на редица местни дигитални валути, някои от които са правителствени и чрез които е възможно да се заплатят данъци (*emCash* в Дубай²) или такси за обучение (*University of Nicosia* в Кипър³). Предвид широкия обхват на потенциалните инвестиции, които пазарът предлага, появата на финансови инструменти върху криптовалуты бързо се налага. Създават се платформи за обмен на криптовалуты, а инвестиционните посредници включват CFDs като финансово средство за спекулация. От 2016 г. холандската платформа *Deberit* предлага фючърси и опции върху криптовалуты⁴, а от 2017 г. търговията с фючърси се разширява и на *Chicago Board Options Exchange* (CBOE) и *Chicago Mercantile Exchange* (CME). В края на 2017 г. *Cantor Exchange* сертифицира възможността да се търгуват бинарни

² emCash becomes Dubai's First Official State Cryptocurrency, <https://www.theafricandream.net/emcash-dubai-cryptocurrency/>; Business Insider, Dubai just got its first official cryptocurrency, <https://www.businessinsider.com/dubai-official-cryptocurrency-blockchain-emcash-2017-10>

³ University of Nicosia, <https://www.unic.ac.cy/admission-requirements/financial-information/payment-options/>

⁴ The Deberit, <https://www.deribit.com/>

опции върху *Bitcoin*⁵. Проследявайки пътя на създаване и затвърждаване на криптовалутите на пазара, инвестициите в криптоинструменти се умножават, но рисковете, които ги съпровождат, намаляват възможностите за генериране на добра възвръщаемост. С увеличаване на волатилността на криптовалутите нараства и необходимостта от прогнозиране на стойността им, което може да се направи чрез анализ на пазарен индикатор, какъвто е индексът CRIX.

Инвеститорите са изправени пред въпроси, засягащи спекулативната страна на криптовалутите, което променя съотношението риск-възвръщаемост и стратегията им на пазара. Криптовалутите са все още залог, а мненията и прогнозите на анализаторите относно бъдещето на *Bitcoin* са разнопосочни.

Инвестиционният анализ, предложен в изследването, е свързан с прогнозирането на криптоиндекса CRIX⁶, който включва криптовалутите с най-голяма пазарна капитализация и би могъл да бъде барометър (пазарна мярка на водещите криптовалути) за бъдещите промени на криптопазара. За прогнозиране на неговата динамиката е използван ARIMA модел (*Autoregressive integrated moving average*). Обработката на данните и прогнозирането им са извършени с помощта на софтуерното приложение Gretl.

При движението на CRIX се наблюдава силен възходящ тренд през декември 2017-януари 2018 г. Движението на индекса отразява всички новини, но трябва да се има предвид, че инвеститорите не оформят своето поведение единствено вследствие на конкретна новина, а според изградените очаквания за бъдещите тенденции. Проведени са иконометрични изследвания, свързани с CRIX (вж. Chen, Yi-Hsuan Chen, 2016), които разкриват, че корелацията между доходността на традиционните активи и тази на криптовалутите е ниска, но при съставяне на портфейл и добавяне на CRIX към портфолиото с традиционните активи възвръщаемостта (взаимовръзката риск-възвръщаемост) се подобрява.

Методика на формиране на индекса CRIX

CRIX е референтен индекс на криптопазара, разработен от изследователски екип от университета *Humboldt* в Берлин (*Hardle* и *Trimborn*) през 2015 г. Индексът е статистически комплексен ценови показател, чрез който се измерват промените в стойността на криптовалутите, обект на покупко-продажба, и се формира на базата на криптовалутите с най-висока пазарна капитализация. Той е представителен индикатор за криптопазара и надежден показател по отношение на изграждането на бъдещи пазарни прогнози, защото играе ролята на мярка (бенчмарк), която се състои от селектирането на най-ликвидните криптовалути, и в този смисъл е инструмент за управление на криптопортфейл.

⁵ The Cantorex, <https://www.cantorexchange.com/bitcoin-contract-salient-features-2/>

⁶ CRIX: The CRyptocurrency IndeX, <http://thecrix.de/> CRIX: The CRyptocurrency IndeX

Първичните стойности на CRIX са взети от <http://thecrix.de/>, където е представена неговата методика, изготвена от екип от *Humboldt-Universität zu Berlin*. Индексът е претеглен, което означава, че колкото по-висок е пазарният дял (броят на търгуваните криптовалути по тяхната цена или вложените в пазара средства) на дадена криптовалута, толкова по-голяма е тежестта ѝ в крайната стойност на индекса. CRIX се формира на базата на коригираната формула на *Laspeyres Index*:

$$INDEX_t^{Laspeyres} = \frac{\sum_i P_{it} Q_{i0}}{\sum_i P_{i0} Q_{i0}},$$

където P_{it} и P_{i0} са съответно цените на криптовалутите в периода t и базисния период, а Q_{i0} е количеството на криптовалутите в базисния период. Базовата стойност на индекса е 1000.

Модифицираната формула на CRIX е:

$$INDEX_t^{CRIX} = \frac{\sum_i MV_{it}}{Divisor},$$

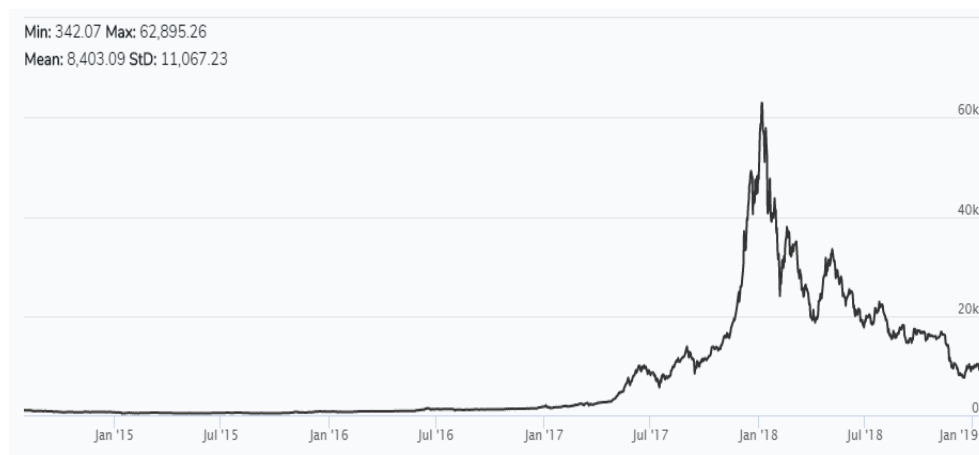
където MV_{it} е пазарната капитализация на дадена криптовалута i във време t , а делителят се използва с цел да се гарантира, че промените в количеството на криптовалутите не повлияват върху стойността на CRIX. Стойността на делителя отразява промяната в количеството на криптовалутите, т.е. с всяка промяна на количеството им тя се изменя. Това означава, че стойността на индекса отразява ценовата промяна на криптовалутите.

Поради силната волатилност и прогресивното изменение в пазарната капитализация на криптовалутите структурата на индекса се адаптира на всеки три месеца. Според този принцип някои от криптовалутите, които бележат спад в пазарната си капитализация, отпадат от състава на индекса. CRIX се определя като динамичен индекс, защото отразява пазарните изменения, които включват новопоявили се криптовалути и такива, които отпадат. Криптовалутите, които съставляват индекса през януари 2019 г., са: *Bitcoin (BTC)*, *Ripple (XRP)*, *Ethereum (ETH)*, *EOS Coin*, *Litecoin*, *Tron (TRX)*, *Stellar (XLM)*, *Cordano (ADA)*, *Tether (USDT)*, *Binance Coin (BNB)*, *MIOTA Iota*, *Dash*, *NEO*, *NEM (XEM)*, *Monero (XMR)*, *Ethereum Classic (ETC)*, *Ontology (ONT)*, *Tezos (XTZ)*, *Zcash (ZEC)*, *Dogecoin (DOGE)*, *VeChain (VET)*, *Bitcoin Gold (BTG)*, *Global Utility Token (OKB)*, *0x (ZRX)*, *Decred DCR*, *Lisk (LSK)*, *Bytecoin (BCN)*.

В много случаи в икономическите модели се използват времевите редове, защото икономическите и финансовите данни за определен период обикновено са с тренд (вж. фиг. 1), със сезонни вариации или са взаимосвързани с други периоди. Повечето времеви серии на цените на финансовите активи са нестационарни (променящи се във времето), което означава, че очакванията на инвеститорите за определена динамика не могат да бъдат постоянни във времето.

Фигура 1

Движение на CRIX през периода юли 2014-януари 2019 г.



Източник. <http://thecrix.de/>

С цел създаване на прогнозиращ модел е необходимо да се установи стационарност на временните редове, което се извършва чрез сезонно изглаждане, т.е. чрез отделяне на сезонните колебания от повтарящите се изменения. Тук стационарността е установена чрез теста на Dickey-Fuller, а за иконометричните изчисления е използвано софтуерното приложение Gretl.

Теоретично представяне на модела ARIMA

За да се изследва динамиката на криптоиндекса и да се представи прогноза за тренда му до юли 2019 г., приемаме, че данните през периода 2015-2019 г. са свързани с динамични редове, за чието прогнозиране е използван моделът ARIMA. Временните серии (редове), известни още като хронологични серии, могат да бъдат обяснени чрез множеството примери от ежедневието за случайни процеси. Те се прилагат не само във финансите, но и в други области като метеорология, океанология, икономика, здравеопазване и др., т.е. навсякъде, където данните могат да се подредят и да бъдат класирани в някакъв ред, изразен като мярка във времето за месеци, години, минути и т.н. Дългосрочните *временни редове са непрекъснати във времето данни, които променят стойностите си в зависимост от различни фактори* (икономически, социални, финансови, политически и др.). Следователно *временните серии са поредица от числови наблюдения* и измервания във времето (на месечна, дневна, годишна база), които могат да бъдат представени по следния начин:

$$y_1, y_2, \dots, y_n$$

Примери за динамични редове са данните за БВП, инфлация, стойностите на индекс, валутни курсови, вносни и износни потоци и др. Динамичните серии се състоят от:

- *тренд в дългосрочен план (дългосрочното развитие на изследваната величина)* описва дългосрочните промени и определя основната посока на развитие;

- *сезонност (сезонни отклонения)* – колебания в стойностите, свързани със сезонните промени;

- *циклически изменения* – периодично намаляване или нарастване на стойностите, случайни изменения, които нямат определено обяснение. Например икономическите фази на рецесия и подем.

Авторегресивният процес AR (p) описва изследвания процес в момент t в зависимост от неговите стойности при предишни моменти $t-1, t-2, \dots, t-p$ и се дефинира, като следва:

$$y_t = \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 y_{t-2} + \dots + \beta_n y_{t-p} + \varepsilon_t, \text{ където:}$$

$p = 1, 2, \dots, n$;

$\beta_1, \beta_2 \dots \beta_n$ са параметри;

ε_t – случайни грешки, образуващи бял шум.

AR (p) от първи и втори порядък се записват, както следва:

$$y_t = \beta_1 y_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$y_t = \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 y_{t-2} + \varepsilon_t \quad t=1, 2, \dots, p.$$

В модела на движещите се средни (MA, (q) стационарният процес y_t е представен като линейна комбинация от текущите и миналите стойности на случайните грешки $\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}, \dots, \varepsilon_{t-q}$. Това може да бъде изразено по следния начин:

$$y_t = \varepsilon_t - y_1 \varepsilon_{t-1} - y_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - y_n \varepsilon_{t-q} \quad \text{MA (q) от първи и втори порядък се}$$

записват, както следва:

$$\text{за MA от първи порядък: } y_t = \varepsilon_t - y_1 \varepsilon_{t-1}$$

$$\text{за MA от втори порядък: } y_t = \varepsilon_t - y_1 \varepsilon_{t-1} - y_2 \varepsilon_{t-2}$$

Общият изглед на модела на авторегресивна подвижна средна ARMA (p, q) се определя от следното уравнение:

$$y_t = \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 y_{t-2} + \dots + \beta_n y_{t-p} + \varepsilon_t - y_1 \varepsilon_{t-1} - y_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - y_n \varepsilon_{t-q},$$

където:

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$, са коефициенти на модела, p е порядък на авторегресия, q – порядък на плъзгаща се средна, а ε_t – бял шум.

В практиката обаче невинаги изследваните процеси притежават свойството на стационарност. Затова се налага трансформация, чрез която наблюдаваните серии да бъдат преобразувани в стационарен процес, за да могат

да бъдат изследвани и прогнозирани. Такава трансформация се нарича „сезонно изглаждане“, което акцентира върху отстраняването на тренда и на сезонността. На практика временният ред е стационарен, ако неговите свойства са постоянни във времето, т.е. стационарността предполага липса на тенденция. Следователно стационарният временен ред е този, чиито стойности на дисперсия и средна аритметична са постоянни в изследвания период. Нестационарният процес може да бъде показан и чрез намиране на дисперсията, която представлява квадрата на отклоненията на данните от тяхната средна стойност. Колкото по-голяма е дисперсията, толкова по-значителни са разликите от средната стойност. Когато дисперсията не е постоянна, процесът не е стационарен.

За да се прогнозира бъдещото движение на CRIX, първоначално е необходимо да се определят параметрите p , d и q , след което да се направи оценка на ARIMA. Чрез проверка на стойностите на автокорелация и частична автокорелация (вж. фиг. 3 и 4) се достига до прогнозни данни на CRIX чрез ARIMA (3,0,3), където:

- p е параметър, който определя броя на авторегресионните компоненти в модела (AR), т.е. от колко предходни периода зависи, което определя броя на предходните моменти, влияещи върху данните. Например, ако във временния ред 5-тият елемент зависи от 3-тия и 4-тия, то $p = 2$, т.е. 5-тият елемент ще зависи от предходните два. Колкото по-голямо е p , толкова по-голям брой от предходните стойности на променливата ще оказват влияние върху текущата ѝ стойност.

- d е свързана с характеристиките на данните и с това дали силите, които предизвикват тяхната промяна, остават едни и същи във времето. Обикновено временните редове на икономическите и финансовите променливи налагат да се използва първата разлика, за да се получи стационарен времеви ред. Тези разлики се обозначават с dY и по-конкретно се приемат за интегриран от степен 1 ред – $I(1)$. Ако генерираните след преобразуване данни са стационарни, то стойността на оценения регресионен параметър (p) ще е незначима. Ако стойностите на dY отново показват тренд, тогава се премина към изчисляване на вторите разлики $2dY$ или към намиране на интегриран от степен 2 ред – $I(2)$.

- q отразява зависимостта от предходните грешки и реално е размерността на MA частта в модела.

Проверката за стационарност на месечни данни се прави чрез ADF нулева хипотеза (H_0), т.е чрез метода на Dickey-Fuller.

Приложение на ARIMA в прогнозния анализ на CRIX

Етапите, по които моделът е изграден, са: *идентифициране и определяне на p , d q , оценка и диагностика чрез ARIMA*. Първичните данни са за периода от 20.01.2015 до 20.01.2019 г. (вж. табл. 1).

Таблица 1

Стойности на CRIX през периода 20.01.2015-20.01.2019 г.

Времеви контур	CRIX - Y	CRIX - Y	Времеви контур
20.1.2015	412.88	20.1.2017	1596.87
20.2.2015	454.87	20.2.2017	1930.24
20.3.2015	471.14	20.3.2017	2180.85
20.4.2015	400.05	20.4.2017	2723.45
20.5.2015	412.21	20.5.2017	6194.48
20.6.2015	449.36	20.6.2017	9510.9
20.7.2015	489.1	20.7.2017	7905.07
20.8.2015	416.87	20.8.2017	10 786.32
20.9.2015	409.55	20.9.2017	10 617.02
20.10.2015	457.99	20.10.2017	13 681.07
20.11.2015	540.38	20.11.2017	19 465.45
20.12.2015	736.87	20.12.2017	48 494.26
20.1.2016	706.84	20.1.2018	47 623.78
20.2.2016	776.8	20.2.2018	37 130.19
20.3.2016	780.48	20.3.2018	25 557.19
20.4.2016	814.33	20.4.2018	26 061.92
20.5.2016	857.25	20.5.2018	26 892.88
20.6.2016	1322.65	20.6.2018	21 450.25
20.7.2016	1270.34	20.7.2018	21 373.8
20.8.2016	1096.88	20.8.2018	16 490.42
20.9.2016	1167.29	20.9.2018	15 220.42
20.10.2016	1177.67	20.10.2018	15 931.06
20.11.2016	1305.26	20.11.2018	13 407.03
20.12.2016	1407.9	20.12.2018	8931.58
		20.01.2019	9247.07

Фигура 2

Графика на динамичен ред на Y (CRIX) за периода 20.01.2015-20.01.2019 г.



Данните в табл. 1 и фиг. 2 показват ясна възходяща тенденция след май 2017 г., последвана от силна волатилност. Най-силни колебания в стойността отбелязва *Bitcoin*, а тази нестабилност се отразява върху целия криптопазар. За проучване на динамиката на криптовалутите са използвани данни от *Coindesk*⁷, с които се проследява взаимовръзката между *Bitcoin* и нововъзникващите валути. Вижда се, че през 2011 и 2013 г. е налице намаляваща тенденция на *Bitcoin* в сравнение с другите новопоявили се валути като *Litecoin* и *Ethereum*, защото интересът на инвеститорите към тях се увеличава.⁸ Волатилността е важен фактор, който засяга повече краткосрочните трейдъри, които откриват къси или дълги позиции, за да се възползват от ценовите флуктуации и да генерират печалба.

Таблица 2

Стойности на първите (dY) и вторите разлики (d^2Y)

Времеви контур	d_Y	Времеви контур	d_Y
2015:01	NA	2017:01	188.97
2015:02	41.99	2017:02	333.37
2015:03	16.27	2017:03	250.61
2015:04	-71.09	2017:04	542.60
2015:05	12.16	2017:05	3471.03
2015:06	37.15	2017:06	3316.42
2015:07	39.74	2017:07	-1605.83
2015:08	-72.23	2017:08	2881.25
2015:09	-7.32	2017:09	-169.30
2015:10	48.44	2017:10	3064.05
2015:11	82.39	2017:11	5784.38
2015:12	196.49	2017:12	29 028.81
2016:01	-30.03	2018:01	-870.48
2016:02	69.96	2018:02	-10 493.59
2016:03	3.68	2018:03	-11 573.00
2016:04	33.85	2018:04	504.73
2016:05	42.92	2018:05	830.96
2016:06	465.40	2018:06	-5442.63
2016:07	-52.31	2018:07	-76.45
2016:08	-173.46	2018:08	-4883.38
2016:09	70.41	2018:09	-1270.00
2016:10	10.38	2018:10	710.64
2016:11	127.59	2018:11	-2524.03
2016:12	102.64	2018:12	-4475.45
		2019:01	315.49

⁷ Coindesk, <https://www.coindesk.com/>

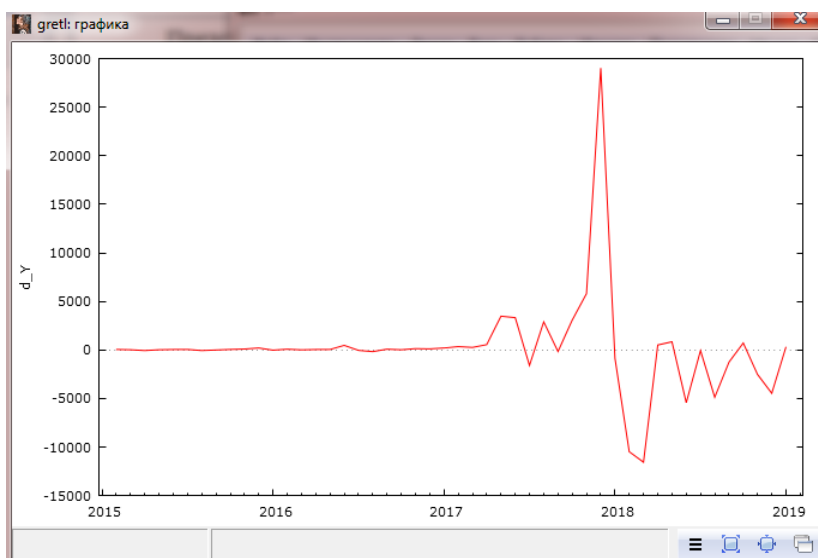
⁸ Информация относно по-подробното изследване на волатилността и взаимодействието между криптовалутите вж. в Jaysing Bhosale, Sushil Mavale, 2018.

Първоначалните заключения за наличието на тенденция са верни, а това означава, че временните редове най-вероятно не са стационарни. В конкретния случай отстраняването на тренда се осъществява чрез изваждане на всеки две последователни стойности (d_Y), т.е. изчисляват се разликите, за да се провери дали ще се отстрани тенденцията и дали ще се получи стационарен динамичен ред (стационарността се проверява чрез ADF тест). Намира се разликата между месечните стойности на CRIX: $454.87 - 412.88 = 41.99$. По този начин се получават dY (т. нар. d -разлики) и вторите разлики d^2Y : $16.27 - 41.99 = -25.72$, в случай че не се установи стационарност.

Графичното изобразяване на d_Y позволява първична визуализация на наличието на тренд (фиг. 3).

Фигура 3

Графично представяне на d_Y – графика на динамичния ред



Както се вижда от фиг. 3, през първото тримесечие на 2017 г. се наблюдава по-силна волатилност. Това предполага, че не може да се потвърди със сигурност липсата или наличието на тренд. Прави се проверка за стационарност чрез разширен критерий на Dickey-Fuller (ADF) за d_Y . При отхвърляне на нулевата хипотеза се приема, че редът е стационарен. Резултатите от теста показват, че, временният ред на CRIX (d_Y) може да се смята за стационарен, тъй като стойността на p -value (вероятността за приемане на нулевата хипотеза) е 0.0001434, което е по-малко от допустимото 0.01. Следователно редът се приема за стационарен и $d=0$.

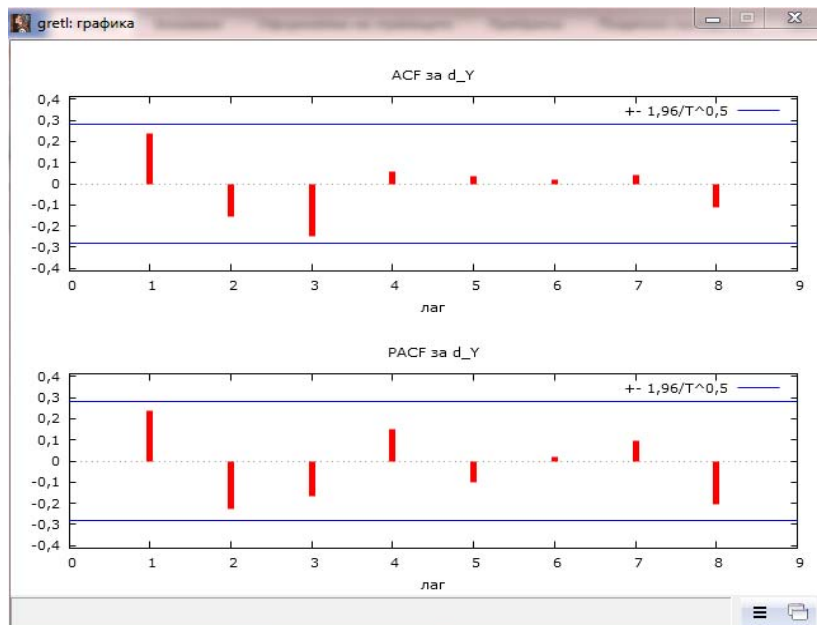
ADF test – разширен критерий на Дики-Фулър за d_Y при 8 лагов порядък на ADF критерия

Разширен критерий на Дики-Фулър за d_Y
 testing down from 8 lags, criterion AIC-Критерий на Акайке
 обем на извадката 50
 нулева хипотеза за единичен корен: $a = 1$

с константа и тренд
 включване на един лаг на $(1-L)d_Y$
 модел: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
 оценка на $(a - 1)$: -0,923325
 емпирично значение на критерия: $\tau_{ct}(1) = -5,12563$
 асимптотично p -value 0,0001
 автокорелационен коефициент от първи порядък за остатъчните значения:
 -0,037

Фигура 4

Графично изобразяване на d_Y – корелограма на d_Y



От направената проверка чрез автокорелационната функция на реда (ACF) се приема, че ако не са налице значими автокорелационни коефициенти, редът е стационарен. Графичното представяне на d_Y се извършва чрез корелограма (фиг. 4), на която са изложени коефициентите на корелация p -value на стойностите на временния ред, изобразени чрез съответните лагове

Анализ и прогнозиране на криптопазара чрез ARIMA модел

(1,2,3,4,5,6). От корелограмата се вижда, че стойностите на ACF в първи лаг са 0.2279 или са близки до нула, което е характерно за стационарния процес.

Автокорелационна функция за d_Y

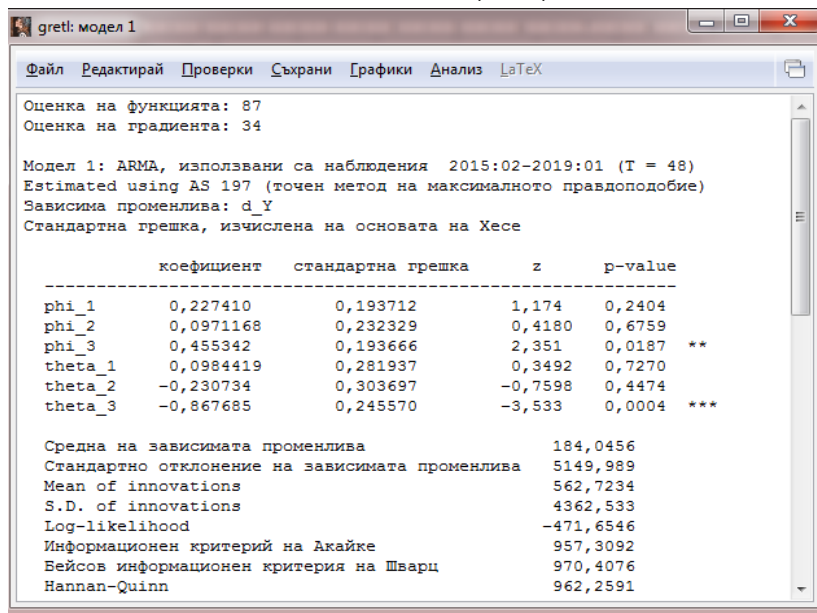
***, **, * показва значимост при 1%, 5%, 10% равнища
стандартна грешка $1/T^{0,5}$

Лаг	ACF	PACF	Q-критерий	[p-value]
1	0,2430 *	0,2430 *	3,2518	[0,071]
2	-0,1502	-0,2224	4,5181	[0,104]
3	-0,2382 *	-0,1560	7,7696	[0,051]
4	0,0453	0,1367	7,8896	[0,096]
5	0,0065	-0,1221	7,8921	[0,162]
6	0,0035	0,0175	7,8929	[0,246]
7	0,0384	0,0783	7,9850	[0,334]
8	-0,1335	-0,2369 *	9,1215	[0,332]

В обобщение, стационарността на временната серия може да се тества чрез ADF модела, като стойностите на p са 0.089. Моделът ACF, изобразен на фиг. 4 и 5, показва наличието на автокорелации (ACF) и на частична автокорелация (PACF) в лаг 2 и 3. Тези резултати предполагат, че временните редове на CRIX могат да бъдат прогнозирани чрез ARIMA при следните показатели: ARIMA (3,0,3).

Фигура 5

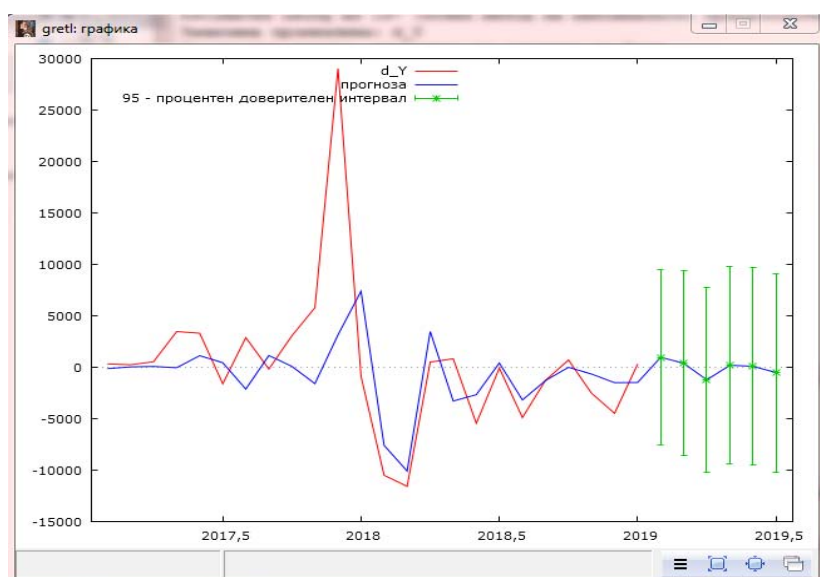
Модел ARIMA (3,0,3)



След като се отстрани трендът и се определят показателите на ARIMA (3,0,3), се преминава към прогнозиране на бъдещия тренд на CRIX до юли 2019 г.

Фигура 6

Представяне на прогнозна графика на CRIX до юли 2019 г.



На фиг. 6. са представени прогнозните стойности за получения модел, както и стандартните прогнозни грешки и доверителен интервал от 95%.

Таблица 3

Прогнозни стойности и 95-процентни доверителни интервали и $z=1.96$

Наблюдения	d_Y	Прогноза	Стандартна грешка	95% интервал
2019:02	Неопределено	972,333	4362,53	(-7578,07, 9522,74)
2019:03	Неопределено	389,607	4588,30	(-8603,29, 9382,50)
2019:04	Неопределено	-1224,82	4595,64	(-10232,1, 7782,47)
2019:05	Неопределено	202,047	4906,91	(-9415,32, 9819,41)
2019:06	Неопределено	104,402	4912,34	(-9523,61, 9732,41)
2019:07	Неопределено	-514,346	4917,85	(-10153,2, 9124,46)

В обобщение, резултатите от изследването очертават зона на консолидация (рейндж), в която зона купувачи и продавачи проявяват колебание относно покупката/продажбата на валута. В тази зона поведението на потре-

бителите е нерешително. Данните от изложения модел показват, че до юли 2019 г. посоката на движение на CRIX ще продължи в рејндж и поведението на потребителите на криптовалута се очаква да бъде силно колебливо, за което допринасят редица фактори.

Въпросите, свързани с прането на пари, финансирането на незаконни дейности, укриването на данъци, разходите за околната среда, волатилността и спекулациите, са основателни и не могат да бъдат пренебрегвани. Анонимността, новата технология, революционното откритие са мотивите, които се превръщат в убеждения и карат много хора да инвестират в криптовалутите. Но дори и след най-новите подобрения на *Bitcoin* технологията, стойността на криптовалутата от средата на ноември 2018 г. отново отбелязва низходящ тренд.⁹

Анализ на факторите, влияещи върху устойчивостта на структурата на CRIX

Структурата на индекса е динамична и се променя на всеки три месеца. Тази промяна е обусловена от пазарната капитализация на криптовалутите, която от своя страна се влияе от редица фактори, рефлектиращи върху стойностите на криптовалутите. Тези фактори имат както стимулиращ, така и ограничаващ ефект. Повишаването на стойността на криптовалутите, от една страна, се дължи на анонимността, дигиталните технологии и създадената децентрализирана инфраструктура, които формират желанието на потребителите за инвестиции, но от друга, високите рискове, съпровождащи търговията, действат като контрапункт и водят до силно занижаване на стойността.

Аргументите в подкрепа на повишаването на стойността на криптовалутите са евтините транзакции (ниски транзакционни разходи поради липсата на посредник), бързината, необратимостта, сигурността на плащанията, конфиденциалността, както и микроплащанията, които могат да се извършат. Дигиталните валути нямат материална форма, удобни са за съхранение и транспортиране, а фалшифицирането е невъзможно поради сложността на криптиране.

Поради тези характеристики *Bitcoin* би се доближил до идеалите за най-универсалната и най-успешната дигитална валута, а използването на леджър технологията за разплащане може да утвърди пазарното доверие между икономически агенти, които не се познават. Въвеждането на дигиталната иновация на финансовите пазари вероятно е на път да промени начина на сключване на сделките и взаимодействието между икономическите агенти. След въвеждането на *Bitcoin* на регулиран пазар (*CME Group*) под формата на фючърси през декември 2017 г., стойността на *Bitcoin* бележи ръст вследствие на нарасналото доверие от страна на инвеститорите.

⁹ Става дума за появата на ново и по-мощно поколение хардуерни технологии *Antminer T15*, използвани за добиване на криптовалута.

Увеличаването на популярността на криптовалутата инициира търсене на вече по-висока цена. С други думи, стойността им е субективна за всеки инвеститор, защото според някои финансисти¹⁰ те нямат вътрешна стойност. При определянето на стойността на криптовалутите е водещо доверието – ако инвеститорите го загубят, те няма да имат никаква стойност (Tirole, 2017). Привържениците на криптовалутите смятат, че *Bitcoin* е истински актив, защото притежава сигурна мрежа, индустриална екосистема и общност (вж. de Mombynes, 2018, p. 35). Според вътрешноприсъщата теория за стойността всеки актив трябва да притежава обективни критерии за определянето на стойността му (като количество труд, стойност на суровините и на разходите и др.) и да не зависи от субективните усещания. Криптосистемата има вътрешна стойност и тя се измерва чрез обективни показатели, като мощността (броят на Хеш изчисленията, направени за даден период), която пряко зависи от употребената електроенергия, нужна при добиването на *Bitcoin*, и от хардуерните устройства, необходими за добив. Въпросът е, след като вътрешноприсъщата стойност може да бъде остойностена, как полезността на криптовалутите може да бъде измерена и доколко тя ще надвишава заплатената от инвеститорите цена? Криптовалутите нямат установена всеобща полезност, каквато имат фиатните пари. Тяхната полезност се движи според субективните нагласи на инвеститорите, които обикновено са насочени към генериране на печалба, насърчавайки спекулативните инвестиции. В резултат от това стойността на криптовалутите може да варира около 20% в рамките на деня, превръщайки предимствата на дигиталните валути в техни недостатъци.

Въпреки всички положителни ефекти от дигитализацията в разплащанията компромисът риск-възвръщаемост е твърде голям. Волатилността на криптовалутите има множество последствия, а причините за колебанията могат да бъдат както загуба на доверие на икономическите агенти (поради рационални или нерационални причини), така и липсата на официална позиция относно легитимността или пък вследствие на представените статистики относно замърсяването на околната среда от добива им.

При отсъствието на регулаторен орган, който да следи стойността им, криптовалутите се търгуват при желание от страна на икономическите агенти и търсенето и предлагането оформят техния курс. В реалния свят паричната политика на централната банка се състои в това да гарантира стойността на валутата, т.е. да запази контрола върху валутата. В дигиталния свят кибератаките и резкият спад в стойностите на криптовалутите са ясен признак за наличие на неразвит и неликвиден пазар, който се използва от потребителите основно с цел да се извършват спекулативни движения. Това провокира паника сред участниците и недоверие на другата част от потребителите, които имат колебливо отношение към инвестициите в криптовалути.

¹⁰ Например Jean Tirole, Warren Buffett, Robert Shiller (вж. Suberg, 2018).

Отражение върху пазарната капитализация на *Bitcoin* оказва и загубата на потребителското доверие към криптовалутите поради хакерските атаки (пример е японската криптоплатформа „*Coincheck*“, както и закриването на други такива в Китай) и въвеждането на регулаторни механизми от банкови институции в САЩ и Обединеното кралство, свързани с ограничаване на търговията с криптовалутите с цел минимизиране на риска от натрупване на задлъжнялост. Волатилността на криптовалутите през периода 2017-2018 г. може да се обясни с по-ниските търговски обеми в Южна Корея и Япония. След закриване на криптоплатформите в Южна Корея много потребители продават своите криптоактиви. Други инвеститори започват да продават след първия регистриран спад в стойността, за да избегнат по-голяма капиталова загуба. Това означава, че търговията с *Bitcoin* е все още залог, а мненията и прогнозите на анализаторите относно бъдещето на криптовалутите са разнопосочни.

Стойността на виртуалната валута се влияе от информацията, която финансови издания публикуват, от анализите на известни блогъри или от мненията от различни форуми. Движението в цената им е съпроводено с редица действия от страна на регулаторни правителствени органи, със закриването на криптоборси или сайтове за незаконни и престъпни дейности като незаконно придобиване на криптовалута чрез съществуващи и несъществуващи лица, кражба на пароли за достъп до различни платформи или хардуерни портфейли, в които се съхраняват криптовалутите. След затварянето на един от най-големите сайтове за незаконна търговия *The Silk Road* в края на 2013 г. цената на криптовалутите губи около 20% от стойността си. Сделките с тях могат да бъдат проследени много по-трудно, отколкото тези с конвенционални парични единици. Поради липсата на официална регламентираност, а също и поради тяхната анонимност, незаконните дейности като укриване на данъци, трафик на наркотици, подкупи, търговия с оръжия, фалшификации и др., които се заплащат в *Bitcoin*, имат тенденция да се повишават.

Дезорганизацията на криптопазара се поражда и от несигурността и съмненията за спекулативен балон. Това е ситуация, при която цената на активите бележи изкуствено рязко увеличение и достига до по-високи от присъщата стойност на активите нива. Пазарното състояние се нарича „бичи пазар“, при който инвеститорите силно вярват, че продажната цена на актива ще продължи да се увеличава и в бъдеще ще генерират капиталова печалба. Масовият ефект води до изкуствено завишаване на пазарните цени до момента, в който на пазара предлагането става по-голямо от търсенето, и цените рязко спадат. Податливостта на криптовалутите към ирационални балони предизвиква рационална загуба на доверие, която свива търсенето и увеличава волатилността. Предварително регламентираният брой на *Bitcoin* и вградения дефлационен механизъм при равни други условия биха били гаранция за запазване на стойността на валутата. Това е и основната разлика с фиатните пари, при които емисията се ограничава единствено и само с решение и по преценка на управляващия орган. На практика обаче дефлационният механизъм в комбинация

с другите фактори, които провокират движение в цената, създават условия на засилено търсене, имитирайки редкостта на актива. В резултат силната волатилност прави дигиталните валути неподходящи за съхранение и прекалено рискови за инвестиции. Потребителите са потенциално изложени на големи загуби, риск от манипулация на курса, ликвиден и нормативен риск и др. Неблагоприятните фактори се проявяват при ограничен брой участници, които търгуват и инвестират, но ако той нарасне, търсенето ще се увеличи многократно, а това ще повиши дигиталната стойност. Този процес има и обратна страна – по-малките търговски обеми имат тенденция към по-голяма волатилност на обменните курсове, защото транзакциите, извършени от минимален брой участници, ще рефлектират върху стойността на валутата.

Другият основен проблем е липсата на защита на потребителите и отсъствието на регламенти, свързани с гарантиране на техните спестявания. В *Bitcoin* мрежата се разменят, най-общо казано, електронни файлове, които се съхраняват в портфейли, а липсата на централна финансова институция, която освен стабилизационна да играе и регулираща роля и да следи за правилното функциониране на системата, води до дезорганизираност на пазара. В случай на кражба или загуба на персонален ключ, хакване на акаунти и др. състоянието не може да бъде възстановено. Липсата на механизми и на средства за защита на транзакциите (анонимни и необратими независимо от обстоятелствата при тяхното изпълнение), както и неяснотата в надеждността на контрагентите са фактори за увеличаване на измамите, което влошава доверието на потребителите.

Правителствените и институционалните решения ще предопределят до голяма степен бъдещето на криптовалутите, защото при ратифицирането на процедури и законодателства стойността на виртуалната валута ще бъде по-малко волатилна поради нарасналото доверие от страна на участниците. На практика наличието на „кредитор от последна инстанция“ в лицето на централната банка осигурява по-голямо доверие, защото минимизира рисковете и стабилизира стойността на валутата, намалявайки спекулативните действия. Необходимостта от правна и технологична зрялост на системата ще ограничи спекулативните действия и ще въздейства върху търговията с валута, инвестиции в криптоинструменти и провеждане на първично предлагане на токени (ICO).

*

Ако днес криптопазарът е спекулативен и предоставя все още малки и силно рискови инвестиционни възможности (CFDs, фючърси, ETFs), то в бъдеще с подходящо институционално регламентиране, което да засили доверието на потребителите, дигиталните валути могат да бъдат средство за финансиране на проекти под формата на ICO, кредитиране или като способ за колективно финансиране (*crowdfunding*). Засега обаче криптовалутите са

преди всичко иновативна технология в процес на усъвършенстване, спекулативен актив и ограничена по обхват алтернативна форма на разплащане. Влиянието им върху платежните системи е слабо и все още криптообщността остава алтернативна дигитална разплащателна система, управляваща се от мрежа от компютри на анонимни специалисти. Голяма част от криптовалутите не принадлежат на дадена територия – те са спекулативен актив и алтернативна форма за разплащане на глобалния пазар. Това е основна причина волатилният обменен курс все още да не рефлектира върху реалните икономики и да създава дисбаланси както в производителността, така и във финансовата сфера.

Използвана литература:

Велева, А., М. Русева (2016). *Съвкупностният подход в статистиката*. Пловдив: УИ „Паисий Хилендарски“.

Кабаиванов, С. (2014). *Иконометрия за финансиста*. С.: Евдемония Продъкшън.

Попчев, И., Г. Танева (2018). Криптовалути – енигма и реалност. *Техносфера*, бр. 1 (39), с. 37-44.

Попчев, И., Г. Танева (2018а). Блок верига – нова икономика и рискове. *Техносфера*, бр. 4(42), с. 63-67.

de Mombynes, Y., G. Grandval (2018). *Bitcoin, totem & tabou, Que présage l'essor des cryptomonnaies?* Institut Sapiens: Blockchain, <https://blockchain.info>

Jaysing Bhosale, Sushil Mavale (2018). Volatility of select Crypto-currencies: A comparison of Bitcoin, Ethereum and Litecoin. *Symbiosis Centre for Management Studies. Pune Annual Research Journal of Symbiosis Centre for Management Studies, Pune Vol. 6, March.*

Kurzweil, R. (2005). *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*. London: Penguin Books.

Satoshi Nakamoto, (2009). *Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*, www.bitcoin.org

Shi Chen, C. Yi-Hsuan Chen, W. K. Härdle, T. M. Lee, B. Ong (2016). *A first econometric analysis of the CRIX family*. SFB 649 Discussion Paper 2016-031, Humboldt-Universität zu Berlin, August 30.

Suberg, W. (2018). Cointelegraph. *Yale Prof. Shiller Thinks Bitcoin's 'Bubble' Could Actually 'Linger 100 Years*, <https://cointelegraph.com/news/yale-prof-shiller-thinks-bitcoins-bubble-could-actually-linger-100-years>

Tirole, J. (2017). There are many reasons to be cautious about bitcoin. *Financial Times*.

Trimborn, S., W. K. Härdle (2016). *CRIX an Index for blockchain based Currencies*. SFB 649 Discussion Paper 2016-021, Humboldt-Universität zu Berlin, Germany, November 3.

Young Bin Kim, Jun Gi Kim, Wook Kim, Jae Ho Im, Tae Hyeong Kim, Shin Jin Kang, Chang Hun Kim (2017). *Predicting Fluctuations in Cryptocurrency Transactions Based on User Comments and Replies*, <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0161197>

Business Insider (2017). *Dubai just got its first official cryptocurrency*, <https://www.businessinsider.com/dubai-official-cryptocurrency-blockchain-emcash-2017-10>

Coindesk, <https://www.coindesk.com/>

EmCash becomes Dubai's First Official State Cryptocurrency, <https://www.theafricandream.net/emcash-dubai-cryptocurrency/>

The Cantorex, <https://www.cantorexchange.com/bitcoin-contract-salient-features-2/>

The Deberit, <https://www.deribit.com/>

4.02.2017 г.