

В. Г. Чаплыгин, Т. А. Дельцова

## КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ ПРИЗНАКОВ КРИПТОВАЛЮТЫ БИТКОИН

70

*Проанализирован феномен денежного суррогата, представленного в виде популярной на сегодняшний день криптовалюты биткоин. Целью исследования является изучение уровня влияния показателя цены за единицу криптовалюты на показатель рыночной капитализации криптовалюты биткоин при помощи корреляционно-регрессионного анализа. Впервые в рамках эконометрической теории доказано наличие прямой зависимости между рассматриваемыми показателями, а именно – присутствие связи сильного характера между ценой за единицу криптовалюты и показателем рыночной капитализации криптовалюты биткоин.*

*The article is devoted to the phenomenon of a money surrogate, introduced in the form of a bitcoin, a popular cryptocurrency. The purpose of the research is to study the influence of the price-per-unit value of the cryptocurrency on the indicator of the market capitalization of the bitcoin cryptocurrency through correlation-regression analysis. As a result of the research, the author becomes the first to prove the direct dependence of the mentioned indicators, namely, a strong relationship between the price per unit of the cryptocurrency and the indicator of the bitcoin cryptocurrency market capitalization.*

**Ключевые слова:** биткоин, криптовалюта, рыночная капитализация, корреляционно-регрессионный анализ.

**Keywords:** bitcoin, cryptocurrency, market capitalization, correlation-regression analysis.

На рубеже столетий происходит переосмысление основных принципов экономического анализа, совершенствуется старый и разрабатывается новый исследовательский инструментарий, наблюдаются тенденции к дифференциации и специализации экономической науки, а также к усложнению и фрагментации экономического знания. Экономической наукой ведется фундаментальная разработка вопросов логики и методологии научного познания, постулируются основы организации научного познания формирующихся новых мирохозяйственных систем, создается соответствующая методологическая база для решения нелинейных экономических задач. Тем не менее проводимые исследования не могут большей частью, предложить конкретные средства для развития узкопрофессиональных дисциплин, вследствие чего в границах каждой науки, в том числе и экономической, развиваются особые теоретико-методологические направления исследований, осуществляющие внутринаучный синтез специальных знаний и осмысливающие



междисциплинарное взаимодействие. Открывающееся в связи с этим новое предметное поле позволяет коренным образом пересмотреть содержание целого ряда теорий, до сих пор считавшихся вполне устоявшимися.

В настоящее время отмечается большой интерес к научному или, по крайней мере, систематическому осмыслению проблем, которые раньше относились исключительно к компетенции практиков. Сказанное в полной мере касается теории денег, денежного обращения, кредита, претендующей на роль основной в современном экономическом развитии [16]. Несмотря на наличие обширного перечня специальных трудов, в которых достаточно подробно рассматриваются вопросы денег и денежного обращения, сегодня ощущается острый недостаток в разработках по теории и практике развития и функционирования саморазвивающихся и саморегулируемых экономических систем. Легкость, с которой некоторые экономисты-практики хотели бы переложить классические (да и неоклассические) теории на современность, представляется не совсем оправданной.

Экономические учения (неоклассическая неолиберальная теория, структурализм, неокейнсианская дирижистская теория, функционализм, рыночно-институциональная теория, правовая концепция интеграции) и практика выделяют основные направления, по которым проходит развитие теории и практики денежного обращения. Тем не менее развертывание глобализации на основе интеграционных процессов (с помощью, разумеется, новых и новейших информационных технологий) зачастую приводит к тому, что возникают направления, трудно объяснимые и описываемые с точки зрения даже неоклассики.

Следует констатировать тот факт, что в наши дни практически все экономические концепции, выдвигавшиеся в разное время, находят лишь ограниченное применение в связи с появлением и практическим подтверждением разноуровневого (разноскоростного) развития, усиления дихотомии товарно-денежного обмена, в связи с чем необходимо проводить различия между теоретико-объяснимым характером развития и конкретными ситуационными моделями (когда возможна как возрастающая, так и убывающая отдача от объединения факторов).

Ушедший 2017 г. запомнился всем как время, в течение которого произошло вмешательство криптовалюты биткоин в денежную систему и дальнейшее укрепление позиции этого вида денежного суррогата в мировой экономике [10].

Зарождение экономического инструмента биткоин относят к 2008 г. — именно в это время была опубликована статья, описывающая концепции и принципы развития криптовалюты биткоин [7].

В современном мире монеты биткоин<sup>1</sup> являются одной из самых известных форм денежных суррогатов на рынке криптовалют по версии интернет-издания «РБК» [4].

---

<sup>1</sup> Этот вид криптовалюты также называют «цифровое золото» [4].



Эта ситуация обусловлена повышенным спросом со стороны субъектов экономики на денежный суррогат, представленный в виде криптовалюты биткоин, ввиду таких показателей, как: цена за единицу криптовалюты и уровень рыночной капитализации [15]. Сравнительный анализ популярных криптовалют<sup>2</sup> по указанным выше признакам на 4 мая 2017 г. представлен в таблице 1.

Таблица 1

## Топ-10 криптовалют на 4 мая 2017 г. [13]

Название криптовалюты	Количество монет, всего	Цена за единицу криптовалюты, доллар США	Уровень капитализации, доллар США
Bitcoin	21 000 000	1 537,59	25 078 957 026
Ethereum	~90 000 000	90,99	8 308 875 192
Ripple	100 000 000 000	0,07	28 199 401 23
Litecoin	84 000 000	23,67	1 205 847 817
Dash	22 000 000	93,04	676 402 030
Ethereum Classic	~90 000 000	7,20	657 782 367
NEM	8 999 999 999	0,06	542 706 300
Monero	18 446 744	25,97	374 095 905
Golem	—	0,25	207 633 020
Augur	—	17,31	190 395 700

72

Таким образом, на основании данных, представленных в таблице 1, во главе рейтинга наиболее признанных криптовалют в мае 2017 г. стоит криптовалюта биткоин, наиболее устойчивая из них [2]. На 4 мая 2017 г. капитализация монет биткоин достигла отметки в 25 млрд долларов, что в 4 раза больше, чем аналогичный показатель криптовалюты эфириум, которая занимает почетное 2-е место, и в 8 раз выше, чем у криптовалюты рипл, которая завершает тройку лидеров в разрезе криптовалют [13].

С точки зрения показателя цены за единицу валюты, криптовалюта биткоин является самой дорогой среди всех существующих цифровых валют. Так, на 4 мая 2017 г. цена за одну монету биткоин составила 1 537,59 долларов, что практически в 16 раз дороже в сравнении с ценой за единицу валюты эфириум, которая на 4 мая 2017 г. составляла 90,99 долларов.

Таким образом, криптовалюта биткоин лидирует в сравнении со своими конкурентами (в первую очередь, в сравнении с такими видами криптовалют, как эфириум, рипл и лайткоин) практически по всем показателям: по уровню рыночной капитализации, по цене за единицу валюты и по перспективам дальнейшего использования.

Биткоин (с английского «bit» — минимальная единица информации и «coin» — монета) — это денежный суррогат, представленный в виде криптовалюты; он представляет собой платежный инструмент но-

<sup>2</sup> Анализируемые в таблице 1 криптовалюты входят в список Топ-100 криптовалют по версии интернет-сайта [coinmarketcap.com](http://coinmarketcap.com) [13].



вого поколения. При помощи валюты биткоин можно проводить транзакции в режиме онлайн [1]. Сама по себе единица расчета биткоин является ничем иным, как уникальным криптографическим кодом, который не может быть использован более одного раза [12].

Подобно общепризнанным валютам евро и доллар [14] криптовалюта биткоин имеет собственный курс на определенную дату (рис. 1)<sup>3</sup>.

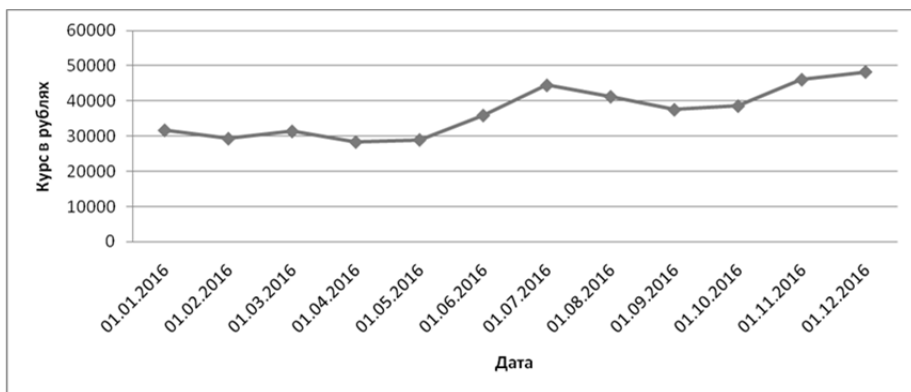


Рис. 1. График курса валюты биткоин по отношению к российскому рублю за 2016 г.

Согласно данным графика, представленного на рис. 1, можно оценить динамику курса монет биткоин по отношению к российской национальной валюте. Так, например, на 1 января 2016 г. соотношение одного биткоина к рублю составляло 1:31710,54. Самым «дешевым» месяцем оказался апрель 2016 г. – соотношение монеты биткоин к рублю составило 1:28374,11. К концу 2016 г. по сравнению с началом года курс биткоина вырос в 1,5 раза – с отметки в 31710,54 рублей до отметки в 48282,61 рубль за 1 биткоин.

Учитывая возрастающий с каждым днем интерес со стороны ученых к феномену денежного суррогата, представленного в виде криптовалюты биткоин, проследим уровень влияния показателя цены за единицу криптовалюты на показатель рыночной капитализации криптовалюты биткоин при помощи корреляционно-регрессионного анализа [6, с. 31–33]. Применение такого метода статистического анализа поможет установить характер и количественное выражение связи между указанными выше показателями анализируемой криптовалюты.

В качестве исходных и расчетных данных для создания статистической модели на базе корреляционно-регрессионного анализа рассмотрены показатели цены за единицу криптовалюты биткоин и уровень капитализации анализируемого денежного суррогата за период с января 2014 г. по январь 2018 г. (табл. 2).

<sup>3</sup> В качестве данных для построения графика курса валюты биткоин по отношению к российскому рублю за 2016 г. использованы материалы сайта [11].

Таблица 2

## Исходные данные для проведения корреляционно-регрессионного анализа

Дата	Показатель	
	Цена за 1 биткоин, доллар США (x)	Рыночная капитализация биткоина, доллар США (y)
02.01.2014 г.	771,15	9 400 260 663,00
02.01.2015 г.	313,64	4 289 287 759,00
01.01.2016 г.	434,22	6 527 492 315,00
01.01.2017 г.	972,95	156 441 622 845,00
01.01.2018 г.	13 791,60	231 350 986 890,00

74

Проанализировав систему показателей, представленных в таблице 2, можно допустить, что в условиях современной экономики с ростом показателя цены за единицу криптовалюты биткоин увеличивается показатель рыночной капитализации виртуальных валют (в нашем случае – криптовалюты биткоин).

Графическое изображение показателя цены за единицу криптовалюты биткоин представлено на рисунке 2, а показателя рыночной капитализации криптовалюты биткоин – на рисунке 3. В целях определения динамики развития анализируемых показателей на графиках добавлены линии трендов.



Рис. 2. Временной ряд показателя цены за единицу криптовалюты биткоин за период с 02.01.2014 г. по 01.01.2018 г.

По данным рисунка 2 можно сделать следующий вывод: несмотря на преобладающую тенденцию к росту показателя цены за единицу криптовалюты биткоин за анализируемый период, изменение происходит весьма скачкообразно.



Условно путь развития показателя цены за единицу криптовалюты биткоин можно разделить на три этапа:

1) планомерный спад — на протяжении одного года (с января 2014 г. по январь 2015 г.) происходит снижение показателя с отметки в 771,15 долларов США до отметки в 313,64 долларов США;

2) равномерный рост — период с 02.01.2015 г. по 01.01.2017 г. характеризуется плавным и незначительным ростом показателя цены за единицу криптовалюты биткоин на фоне общей динамики показателя;

3) скачкообразный подъем — последний анализируемый период (с 01.01.2017 г. по 01.01.2018 г.) наглядно демонстрирует скачкообразное изменение показателя цены за единицу криптовалюты биткоин. Таким образом, рассматриваемый показатель в период с января 2017 г. по январь 2018 г. вырос практически в 14 раз, что говорит об изменчивом характере криптовалюты биткоин.



Рис. 3. Временной ряд показателя рыночной капитализации криптовалюты биткоин за период с 02.01.2014 г. по 01.01.2018 г.

Согласно информации, представленной на рисунке 3, можно утверждать о схожести графика динамики временного ряда показателя цены за единицу криптовалюты биткоин с графиком динамики временного ряда показателя рыночной капитализации криптовалюты биткоин. Существование данной гипотезы обусловлено тем, что динамику анализируемого показателя рыночной капитализации криптовалюты биткоин можно также условно разделить на 3 периода:

1) спад — с 02.01.2014 г. по 02.01.2015 г. наблюдается падение рассматриваемого показателя практически в 2 раза — с отметки в 9400260663,00 доллара США до отметки в 4289287759,00 долларов США;



2) плавный рост – с 02.01.2015 г. по 01.01.2016 г. происходит незначительный рост показателя рыночной капитализации криптовалюты биткоин: так с отметки в 4289287759,00 долларов США показатель вырос до уровня в 6527492315,00 долларов США;

3) скачкообразный подъем – неравномерный рост показателя согласно данным рисунка 4 можно наблюдать с 01.01.2016 г. по 01.01.2018 г. включительно.

Следует отметить, что неравномерность, характеризующая подъемы и спады исследуемых показателей цены за единицу криптовалюты биткоин и рыночной капитализации криптовалюты биткоин, обусловлена, по мнению авторов, резким повышением интереса со стороны экономических субъектов к биткоину и, как следствие, ежегодно возрастающим спросом на указанную криптовалюту [3].

Взаимозависимость показателей цены за единицу криптовалюты биткоин и рыночной капитализации криптовалюты биткоин можно описать математическим уравнением простой линейной регрессии (формула 1):

$$Y_n = a_0 + a_1x_1 + \dots + a_nx_n, \quad (1)$$

где  $a$  – коэффициенты регрессии;  $x$  – влияющий фактор (цена за единицу криптовалюты биткоин, доллары);  $n$  – количество анализируемых лет;  $Y$  – показатель рыночной капитализации криптовалюты биткоин, доллары [9].

В целях определения связи между показателями цены за 1 биткоин и уровня рыночной капитализации криптовалюты биткоин, дополним исходную таблицу (табл. 2) данными для расчета параметров уравнения регрессии.

В таблице 3 представлен расчет параметров уравнения регрессии.

Таблица 3

## Расчет параметров уравнения регрессии

Дата	Параметр				
	$x_i$	$y_i$	$x_i^2$	$y_i^2$	$x_i \times y_i$
02.01.2014 г.	771,15	9400260663,00	594672,32	88364900532345200000,00	7249011010272,45
02.01.2015 г.	313,64	4289287759,00	98370,05	18397989479507200000,00	1345292212732,76
01.01.2016 г.	434,22	6527492315,00	88547,01	42608155922384100000,00	2834367713019,30
01.01.2017 г.	972,95	156441622845,00	946631,70	24473981358377200000000,00	152209876947043,00
01.01.2018 г.	13791,60	231350986890,00	190208230,56	53523279134977000000000,00	3190700270792120,00
Всего	16283,56	408009650472,00	192036451,64	78146631539288400000000,00	3354338818675190,00

Теперь рассчитаем средние значения показателей:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{16283,56}{5} = 3256,71;$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i = \frac{408009650472}{5} = 81601930094,40;$$



$$\bar{x}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 = \frac{192036451,64}{5} = 38407290,33;$$

$$\begin{aligned} \bar{y}^2 &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 = \frac{7814663153928840000000}{5} = \\ &= 1562932630785770000000,00. \end{aligned}$$

Показатели дисперсий и средних квадратических отклонений равны:

$$\sigma_x^2 = \bar{x}^2 - (\bar{x})^2 = 38407290,33 - 3256,71^2 = 27801117,28;$$

$$\sigma_x = \sqrt{\sigma_x^2} = \sqrt{27801117,28} = 5272,68;$$

$$\begin{aligned} \sigma_y^2 &= \bar{y}^2 - (\bar{y})^2 = 1562932630785770000000 - 81601930094,40^2 = \\ &= 897045131272634000000,00; \end{aligned}$$

$$\sigma_y = \sqrt{\sigma_y^2} = \sqrt{897045131272634000000} = 94712466511,68.$$

Для того чтобы определить параметры математического уравнения прямой:

$$y_x = a + bx, \quad (2)$$

следует решить систему уравнений:

$$\begin{cases} na + b\Sigma x = \Sigma y; \\ a\Sigma x + b\Sigma x^2 = \Sigma xy. \end{cases} \quad (3)$$

При подстановке имеющихся значений в формулу (3) получим уравнение следующего вида:

$$\begin{cases} 5a + 16283,56b = 408009650472; \\ 16283,56a + 19203645,164b = 3354338818675190. \end{cases}$$

$$a + 3256,71b = 81601930094,4;$$

$$a = 81601930094,4 - 3256,71b.$$

$$\begin{aligned} 16283,56 \times (81601930094,4 - 3256,71b) + 19203645,164b &= \\ = 3354338818675190; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1328769924807970 - 53030832,69b + 19203645,164b &= \\ = 3354338818675190; \end{aligned}$$

$$139005618,95b = 2025568893867220;$$

$$b = 14571849,03;$$

$$a = 34145643635,08.$$

Таким образом, коэффициент регрессии  $b = 14571849,03$ .

Так как  $b > 0$ , то существует прямая связь между параметрами  $x$  и  $y$ .





Линейное уравнение связи имеет вид:

$$y = 3414564363,08 + 14571849,03x \quad (4)$$

Для того чтобы определить уровень связи между анализируемыми признаками, следует найти величину коэффициента корреляции [5 с. 18–20] по формуле (5):

$$r = \frac{\Sigma xy - \frac{\Sigma x \Sigma y}{n}}{\sqrt{\left[ \Sigma x^2 - \frac{(\Sigma x)^2}{n} \right]} \times \sqrt{\left[ \Sigma y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n} \right]}} \quad (5)$$

$$r = \frac{3354338818675190 - \left( \frac{16283,56 \times 408009650472}{5} \right)}{\sqrt{\left[ 192036451,64 - \frac{16283,56^2}{5} \right]} \times \sqrt{\left[ 7814663153928840000000 - \frac{408009650472,00^2}{5} \right]}}$$
$$r = \frac{2025568893867220,00}{2496940973337300,00}$$
$$r \approx 0,81$$

Проверим полученное значение коэффициента корреляции по таблице Чеддока [8 с. 26]. Поскольку полученное значение показателя находится в диапазоне от 0,7 до 1,0, это говорит о наличии прямой корреляционной связи сильного характера между показателями цены за единицу биткоина и рыночной капитализации исследуемой криптовалюты. Иными словами, с ростом показателя цены за 1 биткоин будет увеличиваться размер рыночной капитализации монеты биткоин и наоборот.

### Список литературы

1. *Биткоин: категория счастья или угроза мировой экономики?* // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2016. №6. URL: <http://uecs.ru/uecs-88-882016/item/3961-2016-05-31-08-11-37> (дата обращения: 05.01.2018).
2. *Зюганов Л.* Криптовалюта: на пороге стратегического выбора // Правда Москвы. 2017. №45. С. 5.
3. *Биткоин взяли на веру. Какие перспективы и риски у криптовалюты.* URL: <https://www.rbc.ru/newspaper/2017/12/11/5a2a4d9b9a7947b1661128da> (дата обращения: 14.01.2018).
4. *Первые после биткоина: какие еще криптовалюты интересуют инвесторов* URL: <https://www.rbc.ru/money/11/12/2017/5a212a1e9a79473b35558cb4> (дата обращения: 05.01.2018).
5. *Шанченко Н.И.* Лекции по эконометрике : учеб. пособие для студ. высших учеб. заведений, обучающихся по специальности «Прикладная информатика (в экономике)». Ульяновск, 2008.
6. *Мащенко Г. А.* Статистика. Статистическое изучение взаимосвязи социально-экономических явлений : учеб. пособие. Волгоград, 2014.



7. Отчет ФАТФ. Виртуальные валюты. Ключевые определения и потенциальные риски в сфере ПОД/ФТ, 2014. URL: [http://www.eurasiangroup.org/files/FATF\\_docs/Virtualnye\\_valyuty\\_FATF\\_2014.pdf](http://www.eurasiangroup.org/files/FATF_docs/Virtualnye_valyuty_FATF_2014.pdf) (дата обращения: 05.01.2018).

8. Сажин Ю. В., Иванова И. А. Эконометрика : учебник. Саранск, 2014.

9. Эконометрика : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки укрупненной группы специальностей «Экономика и управление» / авт.-сост. М.Г. Гиндова, О.С. Кузнецова. Саратов, 2015.

10. Год биткоина. Чем закончилась криптовалютная революция – 2017. URL: <http://www.forbes.ru/tehnologii/355417-god-bitkoina-chem-zakonchilas-kriptovalyutnaya-revolyuciya-2017> (дата обращения: 05.01.2018).

11. Динамика курса Bitcoin к российскому рублю (BTC/RUB). URL: <https://news.yandex.ru/quotes/60003.html> (дата обращения: 05.01.2018).

12. CGAP Advancing financial inclusion to improve the lives of the poor // Bitcoin vs Electronic Money. URL: <https://www.cgap.org/sites/default/files/Brief-Bitcoin-versus-Electronic-Money-Jan-2014-Russian.pdf> (дата обращения: 05.01.2018).

13. Cryptocurrency Market Capitalizations. URL: <https://coinmarketcap.com> (дата обращения: 13.01.2018).

14. График курса биткоина за все время. URL: [http://hyipstat.top/coin\\_chart.php?t=all&id\\_coin=1](http://hyipstat.top/coin_chart.php?t=all&id_coin=1) (дата обращения: 05.01.2018).

15. Рыночная капитализация криптовалют. URL: <http://elitetrader.ru/index.php?newsid=369391> (дата обращения: 14.01.2018).

16. Gargasas A., Mugiene I. Evolution of consumption value concept // Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development. URL: <https://doi.org/10.15544/mts.2017.03> (дата обращения: 05.01.2018).

#### Об авторах

Владимир Германович Чаплыгин – д-р экон. наук, проф., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: VChaplygin@kantiana.ru

Татьяна Александровна Дельцова – асп., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия.

E-mail: agnia-7@mail.ru

#### The authors

Prof. Vladimir Chaplygin, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: VChaplygin@kantiana.ru

Tatyana Deltsova, PhD Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Russia.

E-mail: agnia-7@mail.ru