

УДК 336.7

## Ценообразование на рынке криптовалют

**Аджиев Махмуд Курашевич**

бакалавр направления «Экономика»

экономического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова

Москва, Россия

E-mail: makhmud\_adzhiev@mail.ru

Научный руководитель

**Мирзоян Ашот Гамлетович**

старший преподаватель, кафедра экономики инноваций  
Экономического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова

**Аннотация.** Криптовалюта – это вид цифровой валюты, пользующийся большим спросом на сегодняшний день. В связи с волатильностью на криптовалютном рынке, который предоставляет большие возможности для быстрого увеличения благосостояния, большое количество людей заинтересовано в том, чтобы находить разные взаимосвязи между ценами монет и другими финансовыми инструментами. В данной же статье рассматриваются краткосрочные и долгосрочные взаимозависимости между доходностями монет и некоторыми индексами.

**Ключевые слова:** криптовалюта, доходности, S&P500, валюта, золото, индексы.

### **Pricing in the cryptocurrency market**

**Abstract.** Cryptocurrency is a type of digital currency that is in great demand today. Due to the volatility in the cryptocurrency market, which provides great opportunities for a rapid increase in wealth, many people are interested in finding different relationships between coin prices and other financial instruments. This article also examines the short-term and long-term interdependencies between the yields of coins and some indices.

**Key words:** cryptocurrency, yields, S&P500, foreign currency, gold, indices.

Криптовалюта – это вид цифровой валюты, характеризующийся отсутствием физически выраженной формы, децентрализованной платежной

системой и автоматическим режимом работы. Основной единицей измерения криптовалюты являются монеты, которыми можно пользоваться как обычными деньгами. Зарабатывать на криптовалютах можно различными способами (майнинг [1], арбитраж между биржами [2], инвестиционные фонды, долгосрочное хранение), но основным способом является трейдинг - анализ текущей и прогнозирование будущей ситуации на крипторынке и заключение выгодных торговых сделок с целью получения прибыли. Безусловно, рассматривая возможность инвестиций в этот цифровой финансовый актив, нужно много раз взвесить все преимущества и недостатки, ведь криптовалюта – рискованный инструмент, ценообразование которого необходимо тщательно изучить.

Jesus Fernandez-Villaverde et. al. [3] исследуют насколько эффективна система, в которой циркулируют цифровые валюты. Для анализа исследователи строят модель конкуренции между частными фиатными валютами. Авторы считают, что исключительно частное соглашение не обеспечивает эффективного распределения ресурсов, даже несмотря на то, что оно может обеспечить стабильность цен при определенных технологических условиях. Валютная конкуренция создает проблемы для реализации денежно-кредитной политики

Eduard Baumöhl et. al. [4] анализируют взаимосвязь между валютным рынком форекс и криптовалютами с использованием квантильного кросс-спектрального подхода. Исследователи считают, что криптовалютный рынок – рискованный, поэтому инвесторам необходимо диверсифицировать свой портфель. В качестве примера авторы приводят 5 февраля 2018 года, когда криптовалютный рынок потерял порядка 60 миллионов долларов в капитализации за день. Результатом данного исследования является то, что между рынком криптовалют и рынком форекс существует негативная взаимосвязь как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе. Поэтому стоит диверсифицировать свой портфель, чтобы снизить риски. Снижение

рисков – одна из основных целей инвесторов. Также исследователи выявили, что связь между криптовалютами не так сильна, как принято считать.

Yen Sun et. al. [5] выявляют факторы, которые влияли на цену биткоина до пандемии, и их влияние после пандемии. Авторы использовали векторную модель коррекции ошибок. Векторная модель коррекции ошибок используется для того, чтобы выявить краткосрочные и долгосрочные взаимосвязи между переменными. Было установлено, что хешрейт и объем транзакций оказывают долгосрочное значимое влияние на биткоин до и после пандемии. Авторы также выявили, что упоминание в социальных сетях (Twitter), но не во всех, сказывается на цене биткоина. Наблюдалось значимое влияние FSI на цену биткоина. Золото, показало значительное отрицательное влияние на биткоин в период до пандемии.

Авторы статьи «Исследование механизмов ценообразования на рынке криптовалют» говорят про важность диверсификации своего рыночного портфеля для стратегического инвестирования. Особенности криптовалют позволяют рассматривать их в качестве защитного актива, а также в качестве актива, который бы повысил эффективность диверсификации. Также в данной работе обнаружено, что ценовые риски, связанные с биткоином довольно молниеносно распространяются на альткоины с большой капитализацией

В данном исследовании будет применяться ARDL модель для выявления краткосрочных взаимосвязей между переменными. Также мы посмотрим на долгосрочное влияние VIX (volatility index) на цену Биткоина. Для этого мы построим модель коррекции ошибок и выдвинем некоторые гипотезы для проверки.

Валютный курс – это соотношение, которое отражает цену денежной единицы одной страны в денежных единицах другой страны. В литературе много исследований связанных с выявлением связей между валютным рынком и рынком криптовалюты. Во многих исследованиях прослеживается негативная связь между USD/EUR и ценой криптовалюты [5]. Можем выдвинуть свою первую гипотезу.

$H_1$ : EUR/USD влияет на цену Bitcoin

Золото считается одним из наиболее надежных инвестиционных средств. На данный момент он все еще остается самым востребованным активом. Золото часто используется в качестве исследовательской переменной, связанной с криптовалютой, чтобы выяснить, могут ли цены на обычные товары (золото), которые легко доступны, повлиять на новый тип товаров (криптовалюту) [7].

$H_2$ : Цена золота влияет на цену Bitcoin

Многие исследования выявляют связь между ценами криптовалют. Допустимо предположить, что тот факт, что рынок криптовалют отделен от других популярных финансовых активов, но взаимосвязан друг с другом, может указывать на то, что рост цен на криптовалюты вызван деятельностью на самом рынке криптовалют [8]. Но есть и те, кто придерживаются совсем иного мнения. [9] считают, что хоть и большинство людей склонно рассматривать рынок криптовалют как единое целое, все же существуют существенные различия между разными монетами.

Мы же предполагаем, что в связи с тем, что биткоин и альтернативные монеты, выбранные в данной статье, имеют ряд схожих функций, между ними существует краткосрочная связь.

$H_3$ : Цена Ethereum влияет на цену Bitcoin

$H_4$ : Цена Ripple на цену Bitcoin

$H_5$ : Цена Solana влияет на цену Bitcoin

$H_6$ : Цена Litecoin влияет на цену Bitcoin

$H_7$ : Цена Binance coin влияет на цену Bitcoin

Влияние SP&500 на биткоин было выявлено в статье [10]. Данный индекс представляет собой портфель из 500 компаний с наибольшей капитализацией. Поэтому он несет в себе много информации, которую мы не должны потерять в своем анализе.

$H_8$ : SP&500 влияет на цену Bitcoin

Данные взяты с октября 2020 года по апрель 2023 года. Выбор данного промежутка обоснован тем, что за это время рынок криптовалют претерпел все три стадии: взлет, падение и так называемый «боковик», когда цена на актив колеблется относительно несильно. Пик цены был 8 ноября 2021 года, после чего цена падала долгое время. В данном исследовании используются такие альткоины, как: Ripple (XRP), Litecoin (LTC), Binance coin (BNB), Solana (SOL), Ethereum (ETH). Выбор данных криптовалют обоснован их большой популярностью и величиной капитализации. В нашем исследовании зависимой переменной является доходность биткоина. Цены для построения ARDL модели мы взять не можем, так как нарушается одна из основных предпосылок о стационарности рядов, поэтому будем использовать доходности данных монет и доходности золота, индекса SP&500, EUR/USD. ARDL модель нами используется для того, чтобы выявить краткосрочное влияние независимых переменных на доходность биткоина. ARDL модель задается следующим образом:

$$r_t^{btc} = \beta_0 + \beta_1 r_{t-k}^{eth} + \beta_2 r_{t-k}^{xrp} + \beta_3 r_{t-k}^{ltc} + \beta_4 r_{t-k}^{sol} + \beta_5 r_{t-k}^{bnb} + \beta_6 r_{t-k}^{gold} + \beta_7 r_{t-k}^{SP\&500} + \beta_8 r_{t-k}^{EUR/USD} + \delta_t \quad (1)$$

$\delta_t$  - случайная ошибка.

Далее нам необходимо провести тест Дики-Фуллера для определения стационарности рядов. Цены все не стационарны. Для этого можно посмотреть на график цен. Проведем тест Дики Фулера для доходностей. Нулевая гипотеза в данном тесте – это не стационарность ряда. Альтернативная гипотеза в том, что ряд стационарен. P-value во всех тестах меньше 0.01, значит нулевая гипотеза отвергается. Ряды стационарны. Оптимальное количество лагов будем определять с помощью критерия ВИС. Лучшая модель согласно данной функции – ARDL(1, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 0). Определившись с количеством лагов, которое будет оптимальным для нас можно строить саму модель, чтобы выявить краткосрочное влияние.

Для более точного понимания тесноты взаимосвязи между рассматриваемыми нами монетами мы построили корреляционную матрицу доходностей монет.

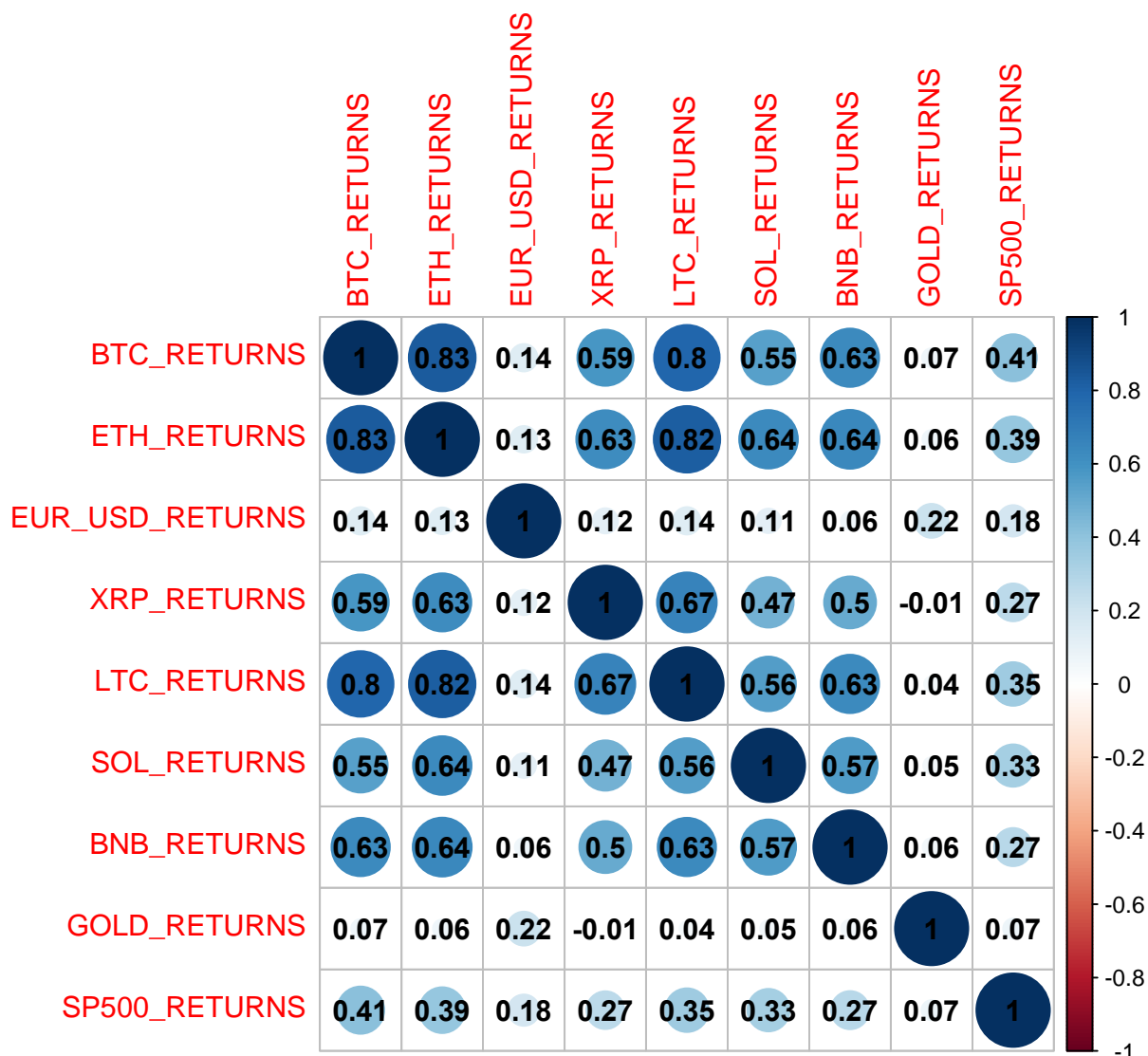


Рисунок 1. Корреляционная матрица

Наибольшая взаимосвязь наблюдается между доходностями BTC и ETH, что согласуется с выводами полученными [6]. Также можно заметить сильную корреляцию доходности Bitcoin с доходностями таких монет, как Litecoin (LTC), Binance coin, Ripple (XRP), Solana (SOL). Золото и BTC не взаимосвязаны, судя по корреляционной матрице. Между доходностью

главного фондового индекса и BTC наблюдается относительно сильная положительная взаимосвязь.

*Таблица 1. Результаты оценки на основе модели ARDL*

Модель 1	
Доходность для Ethereum	0.393*** (0.032)
Доходность для Litecoin	0.217*** (0.028)
Доходность для Binance Coin	0.067*** (0.018)
Лаг доходности для Binance Coin	0.032* (0.018)
Доходность для SP&500	0.300*** (0.076)
Количество наблюдений	621
$R^2$	0.749
$R^2$ Adj.	0.744
AIC	-3045.3
Примечание	* $p < 0.1$ ; ** $p < 0.05$ ; *** $p < 0.01$

Результаты ARDL модели показывают, что доходность Ethereum оказывает значимое положительное влияние на доходность Bitcoin. Коэффициент, с которым оказывается краткосрочное влияние доходности Ethereum на Bitcoin равен 0.393. То есть при увеличении доходности Ethereum на 1 п. п., доходность Bitcoin увеличивается на 0.393 п. п.

Также доходность Litecoin положительно влияет на доходность Bitcoin. При увеличении доходности Litecoin на 1 п. п., доходность Bitcoin увеличивается на 0.217 п. п. Увеличение доходности Binance coin хоть и значимое, но не сильное влияние – 0.67 п. п.

Можно заметить, что SP&500 имеет довольно сильное значимое положительное влияние на зависимую переменную. Увеличение доходности индекса на 1 п. п. в краткосрочной перспективе ведет к увеличению доходности главной криптовалюты на 0.3 п. п.

Результаты нашего исследования указывают на то, что нет краткосрочной взаимосвязи между доходностями золота, валютной пары EUR/USD и доходностью Bitcoin.

Мы хотим посмотреть на долгосрочную зависимость индекса волатильности и доходности биткоина. Долгосрочное влияние исследуется с помощью модели коррекции ошибок. Для этого ряды должны быть не стационарны, что мы и имеем. Но их первые разности – стационарны, что дает нам возможность построить модель коррекции ошибок. Для этого мы так же строим ARDL модель, которая выглядит следующим образом:

$$BTC_t = \alpha BTC_{t-1} + \beta_1 VIX_t + \beta_2 VIX_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$\varepsilon_t$  – случайная ошибка

Первым делом мы должны проверить стационарность первых разностей. В обоих случаях мы получаем p-value < 0,01. Значит, нулевая гипотеза отвергается на 1% уровне значимости, то есть ряды стационарны.

Далее необходимо проверить ряды на коинтеграцию, иначе наши результаты могут быть значимыми, но они будут ошибочны. Тест на коинтеграцию можем посчитать вручную, просто проверив являются ли остатки нашей регрессии стационарными. Ряды коинтегрированы на 1% уровне значимости.

Ниже представлены результаты ARDL (1, 1), модели

*Таблица 2. Результаты оценки на основе модели ARDL*

Модель 2	
Лаг доходности для Bitcoin	0.989*** (0.005)
VIX	-296.314*** (34.161)
Лаг для доходностей VIX	271.549*** (34.401)
Количество наблюдений	628
$R^2$	0.988
$R^2$ Adj.	0.988
AIC	11027.1
Примечание	* p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01



Можем перейти к модели коррекции ошибок и найти долгосрочный мультипликатор. Краткосрочный мультипликатор виден сразу из модели ARDL. Он равен -296.314. То есть при прочих равных при увеличении индекса волатильности на единицу в краткосрочном периоде цена биткоина уменьшается на 296.314 USD.

Долгосрочный мультипликатор  $\frac{\beta_1 + \beta_2}{1 - \alpha} = -2288.9 \text{ USD}$  То есть в долгосрочном периоде увеличение индекса волатильности на 1% приводит в среднем при прочих равных к уменьшению цены биткоина на -2288.9 USD

Данное исследование было проведено с целью выявления факторов, краткосрочно и долгосрочно влияющих на цену Bitcoin. Нами использовалась модель распределенных лагов и модель коррекции ошибок.

Результатами нашего исследования являются краткосрочные зависимости, которые были выявлены в ходе построения ARDL модели. Мы получили, что доходности некоторых основных монет (ETH, BNB, LTC) значимо влияют на ценообразование BTC, а такие монеты как (XRP, SOL) не имеют значимых краткосрочных взаимосвязей с ценой BTC. Также было получено, что золото не влияет на доходности BTC, ровно, как и валютная пара EUR/USD. Сильное значимое влияние получили для индекса фондового рынка, что согласуется с результатами многих работ в данной сфере [10].

Что касается долгосрочных зависимостей, построение модели коррекции ошибок показало, что в долгосрочном периоде индекс волатильности значимо влияет на цену биткоина. В количественном выражении увеличение индекса волатильности довольно сильно снижает цену биткоина, а именно на 2288,9 USD. Данный результат можно считать подтверждением результатов, полученных в статье [3]. Авторы данной статьи нашли краткосрочное влияние данного индекса на цену биткоина.

### **Список литературы**

[1] Ghimire S., Selvaraj H. A survey on bitcoin cryptocurrency and its mining //2018 26th International Conference on Systems Engineering (ICSEng). – IEEE, 2018. – С. 1-6.

[2] Kabašinskas A., Šutienė K. Key roles of crypto-exchanges in generating arbitrage opportunities //Entropy. – 2021. – T. 23. – №. 4. – C. 455.

[3] Fernández-Villaverde J. Cryptocurrencies: A crash course in digital monetary economics //Australian Economic Review. – 2018. – T. 51. – №. 4. – C. 514-526.

[4] E. Baumöhl, “Are cryptocurrencies connected to forex? A quantile cross-spectral approach,” *Financ. Res. Lett.*, vol. 29, pp. 363–372, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.09.002>

[5] Sun, Y., Amanda, C. and Centana, B.C. (2023), "The effect of hashrate, transaction volume, social media and macroeconomics on Bitcoin before and during the COVID-19 pandemic", *Asian Journal of Accounting Research*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/AJAR-10-2022-0319>

[6] O. Angela and Y. Sun, "Factors affecting Cryptocurrency Prices: Evidence from Ethereum," 2020 International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech), Bandung, Indonesia, 2020, pp. 318-323, doi: 10.1109/ICIMTech50083.2020.9211195.

[7] A. H. Dyhrberg, “Bitcoin, gold and the dollar – A GARCH volatility analysis,” *Financ. Res. Lett.*, vol. 16, pp. 85–92, 2016. DOI:10.1016/j.frl.2015.10.008

[8] Thorbecke W. On stock market returns and monetary policy //The Journal of Finance. – 1997. – T. 52. – №. 2. – C. 635-654. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1997.tb04816.x>

[9] Yukun Liu, Aleh Tsyvinski, Risks and Returns of Cryptocurrency, *The Review of Financial Studies*, Volume 34, Issue 6, June 2021, Pages 2689–2727, <https://doi.org/10.1093/rfs/hhaa113>

[10] Hung, N.T. (2022), "Asymmetric connectedness among S&P 500, crude oil, gold and Bitcoin", *Managerial Finance*, Vol. 48 No. 4, pp. 587-610. <https://doi.org/10.1108/MF-08-2021-0355>

Список используемых переменных	
Наименование переменной	Описание переменной
t-k	оптимальное количество лагов каждой переменной
$r_t^{btc}$	доходность для Bitcoin
$r_{t-k}^{eth}$	доходность для Ethereum
$r_{t-k}^{xrp}$	доходность для Ripple
$r_{t-k}^{ltc}$	доходность для Litecoin
$r_{t-k}^{sol}$	доходность для Solana
$r_{t-k}^{bnb}$	доходность для Binance Coin
$r_{t-k}^{gold}$	доходность для золота
$r_{t-k}^{SP\&500}$	доходность для SP&500
$r_{t-k}^{EUR/USD}$	доходность для EUR/USD
$BTC_t$	цена Bitcoin в периоде t
$VIX_t$	индекс волатильности в периоде t