# Введение

В последние несколько лет тема криптовалют стала очень обсуждаемой. Лежащая в основе многих криптовалют технология распределённых реестров, известная как блокчейн, которая в свою очередь впервые была описана в работе Satoshi Nakomato [], позволяет производить финансовые транзакции между экономическими агентами без банков и иных финансовых посредников. Безопасность транзакций так же не осталась без внимания. В основу большинства криптовалют лежит процесс подтверждения транзакции, которым может быть Proof of Work или набирающая популярность технология Proof of Stake. Криптовалюты не стали полностью защищены от обмана, однако чтобы обмануть эту систему необходимо затратить колоссальное количество вычислительных и денежных ресурсов, что делает систему в той или иной степени устойчивой к обману. Такая анонимность, независимость и защищённость породила интерес к технологии блокчейн и Bitcoin.

В 2017 году криптовалюты стали известны большому количеству людей и в это же время рынок криптовалют показал невероятный рост. Несмотря на то, что первая криптовалюта Bitcoin появилась в 2009, обширное обсуждение рынок криптовалют получил лишь в 2017 году, когда обменный курс на Bitcoin и другие криптовалюты показал значительный рост, чем и привлёк внимание экономистов. Более того, в различных странах сейчас пытаются интегрировать блокчейн технологии в банковскую сферу. К числу таковых относятся проект Corda, Bankchain в Индии и другие. [] [] []

Несмотря на то, что спекулятивность рынка криптовалюты подтверждается многими научными публикациями, спекулятивная связь на рынке — это рынке слабо изучена. Спекулятивная связь между рынками криптовалюты может вызывать эффект домино, при котором та или иная криптовалюта подвергается спекулятивным процессам из-за другой криптовалюты, что , в свою очередь, является мультипликативным фактором нестабильности на рынке криптовалюты. Описанное выше обстоятельство обосновывает актуальность исследования спекулятивных процессов такого рода. Данная работа *ставит целью* исследовать спекулятивную связь между различными криптовалютами. Логичным представляется для анализа спекулятивных процессов рассматривать волатильность той или иной криптовалюты, так как это то, что на интуитивном уровне может отражать спекулятивные процессы на рынке криптовалюты. В данной работе мы под нестабильностью будет понимать степень волатильности временного ряда и будет исследована спекулятивная связь между тремя основными криптовалютами, чья рыночная капитализация составляет более 60% от общей капитализации рынка криптовалют – Биткойном (далее BTC) , Эфириумом ( далее ETH) и Ripple ( далее XRP).

Для выявления спекулятивных процессов в данной работе мы будет придерживаться [] , а для моделирования волатильности, которая объяснялась бы спекулятивными процессами будет использоваться ARMA-GARCH модели, при формировании которых мы будет придерживаться статьи [].

Предметом данного исследования является спекулятивная связь между криптовалютами .

Объект исследования: спекулятивная волатильность на рынке криптовалюты.

Для описания тестируемые гипотез, стоит заметить, что для анализа спекулятивных связей между криптовалютами, необходимо первоначально выявить, действительно ли та или иная криптовалюта подвержена спекулятивным процессам. С учётом этого, можно сформировать гипотезы следующим образом:

Гипотезы:

1. На рынке криптовалюты существуют спекулятивные процессы
2. Спекулятивные процессы, вызывающие нестабильность ( волатильность) на рынке криптовалюты Х влияют на спекулятивную волатильность на рынке Y, где X и Y – всевозможные сочетания без повторений из трёх описанных выше криптовалют, а именно: BTC , ETH, XRP.

Для достижения цели исследования и тестирования гипотез необходимо выполнить следующие задачи:

1. Собрать дневные данные о торгах за доступный и сопоставимый между различными криптовалютами период. Стоит отметить, что иногда биржи криптовалют закрывались, из-за чего необходимо получить данные из нескольких источников и усреднить их. Для анализа необходимо собрать данные не только по обменным курса к USD, но и объёмов торгов.
2. Произвести предобработку данных, суть которых заключается в том, чтобы привести данные к той форме, которая описана в теоретической литературе. Более подробно предобработка данных будет описана ниже.
3. На основе подготовленных данных, необходимо проверить гипотезы о том, является ли тот или иной обменный курс криптовалюты спекулятивным. Для этого будет использована необходимая теоретическая база, которая в значительной степени состоит из моделирования волатильности ARMA-GARCH моделью.
4. Для тех криптовалют, для которых будет подтверждена гипотеза о наличии спекулятивных процессов, будут протестированы гипотезы о связях спекулятивных процессов тестом Гранжера на причинность. Тест позволит понять спекулятивную связь и даже причинность между различыми криптовалютами.
5. После этого будут сделаны соответствующие выводы относительно протестированных гипотез и выполнения цели исследования.

Для выполнения задачи будет использоваться скриптовый язык R и язык программирования Python. Посредством Python будет производиться сбор и предобработка данных, а R будет использоватьcя для статистического моделирования.

# Обзор литературы

Как упоминалось выше, первая криптовалюта, основанная на технологии распределённых реестров появилась в 2008 благодаря статье, опубликованной под псевдонимом Satoshi Nakamoto []. Несмотря на то, что ещё ни разу не было зафиксировано случая мошенничества в самом процессе осуществления транзакций, система всё равно имеет лазейки, из-за которых становится пусть и очень маловероятно, но возможно совершение мошенническим операций. К основной проблеме, касающейся безопасности биткоина относятся атака 51%, суть которой заключается в том, что владелец более 50% вычислительных ресурсов в блокчейна способен изменить подменить блоки с транзакциями и тем самым совершить хищение из системы.

На сегодняшний день существует достаточно большое количество исследований, полагающих , что спрос на криптовалюты (в основном исследуется Bitcoin) является чисто спекулятивным.

Пожалуй, самым релевантным исследования с точки зрения количества цитирований является статья 2015 года “Speculative bubbles in Bitcoin markets? An empirical investigation into the fundamental value of Bitcoin” []. В этой работе авторы ставят цель протестировать гипотезу на наличие спекулятивных пузырей в ценах на Bitcoin. Для её тестирования они используют экономическую моделирование, описанное в []. Суть этого моделирования заключается в имитации курса биткоина Винеровским процессом и нахождения такого спадания курса k, который бы позволял идентифицировать разрыв спекулятивного пузыря на рынке криптовалюты. Авторы делают два предположения, а именно: 1)Внутренняя доходность Bitcoin является постоянной и 2) Волатильность ( дисперсия ) доходности является постоянной. Стоит отметить, что на наш взгляд, предположение о постоянности дисперсии доходности не соответствует реальности как для биткоина, так и для других криптовалют. В процессе анализа мы приведём визуализацию, наглядно демонстрирующую несоответствие реальности данной предпосылке. Тем не менее, на основе сделанных предпосылок авторы приходят к следующим выводам 1) Биткоин подвержен появление спекулятивных пузырей и 2) Фундаментальная стоимость Bitcoin равна 0.

Годом ранее была опубликована статья под название “ Bitcoins as an investment or speculative vehicle? A first look”, которая пыталась выявить, является ли Bitcoin хорошим инструментом для инвестирования. []В статье авторы с использование линейной регрессии пытались выявить, с какими факторам ассоциируется доходность Bitcoin. В качестве факторов, иными словами независимых переменных, были использованы следующие месячные изменения показателей экономики США, которые можно разделить на несколько категорий: 1) Макроэкономические: в потребительских ценах, в индустриальном производстве, в реальных расходах на месячное потребление, в безработицы; 2) Финансовые: в индексе S&P 500, курсе евро, месячные изменения доходности 10 летних облигаций казначейства США ; 3) Прочие : Различия в максимальных и минимальных значениях курса Bitcoin. [] Авторам не удалось найти статистической значимой зависимости хотя бы одного из макроэкономических или финансовых показателей. Однако коэффициент при максимальных и минимальных значениях биткоина оказался значим. На основе ненайденной зависимости от финансовых и макроэкономических показателей, авторы делают вывод о том, что курс биткоина не описывается финансовыми и макроэкономическими показателями и, как следствие, это приводит их к умозаключению о том, что по состоянию на 2015 год рынок Bitcoin подвержен сильным спекулятивным процессам. [] Данный вывод, на наш взгляд, не является обоснованным, так как при тестировании гипотезы о значимости коэффициентов в линейной регрессии, альтернативная гипотеза не даёт оснований делать выводы о спекулятивной природе Bitcoin, а только говорит о том, что курс биткоина плохо объясняется макроэкономическими и финансовыми показателями.

Схожий с предыдущей статьей подход описан в статье “Exploring the Dynamic Relationships between Cryptocurrencies and Other Financial Assets”. [] В ней авторы проводят более широкий анализ и анализируют не только Bitcoin, но и Ripple и Litecoin. В статье авторы моделируют сразу несколько объектов: 1) Связь внешних рыночных шоков с шоками на рынке криптовалюты, 2) Связь между анализируемыми криптовалютами и различными экономическими показателями . Что касается первого пункта, то авторам не удаётся найти связь рыночных шоков и шоков рынка криптовалют. Для анализа второго пункта, а именно нахождения связи между анализируемыми криптовалютами, авторы строят модель для нахождения взаимосвязей как для доходностей, так и для волатильности. Отличительной особенностью этой работы является то, что они впервые изучают связь между доходностями криптовалют и их волатильностью. Волатильность анализируется Динамической Условно-Корреляционной Обобщённой Авторегрессионной Моделью Условной Гетероскедастичности ( Dynamic Conditional Correlation- AutoRegressive Conditional Heteroscedasticity или коротко DCC-GARCH) [] , способной находить ковариационные зависимости между валотильностями различных зависимых переменных. Авторы строят эту модель для 5 переменных без добавления экзогенных переменных: доходность корзины криптовалют, доходности облигаций, доходности SP500, индексу валют, индексу товаров. Авторы выявляют структурную связь криптовалютами, однако отсутствие таковой между криптовалютами и остальными переменными модели. На основе этого, авторы делают вывод о том, что рынок криптовалют “относительно изолирован от остальных финансовых и экономическим активов” и на основе этого вывода делает предположение о том, что причиной этому могут быть спекулятивные процессы, происходящие на этом рынке. [] Это, в свою очередь, наталкивает исследователей на интересную идею о том, что рынок криптовалюты характеризуется своим собственным   
идиосинкразический (т.е. независимым) риском, который сложно нивелировать другими финансовыми инструментами.

Исследования драйверов курса Bitcoin описано в статье ‘What are the main drivers of the Bitcoin price? Evidence from wavelet coherence analysis’ []. В ней авторы используют ‘анализ когерентности вейвлетов’ для моделирования временного ряда Bitcoin и приходят к следующим выводам: 1) цена биткоина формируется в том числе на основе фундаментальных факторов, а именно: использование криптовалюты в торговле и объёмами торговли криптовалюты.

Одним из важных для данной работы исследованием является статья ‘Dynamic Volume-Return Relation of Individual Stocks’, в которой авторы выявили меру (величину), способную определять спекулятивность того или иного актива. [] На основе дневного оборота в статье выводится величина, измеряющая торговую активность в тот или иной день. В свою очередь другая величина, а именно доходность актива, умноженная на эту меру торговой активности, отражает спекулятивную составляющую в анализируемом финансовом инструменте. Интуитивно это переменная обосновывается следующим образом. Предполагается, что торговля любым активом содержит как спекулятивную, так и хэджовую составляющую. [] Если доходность актива в текущем периоде негативно коррелирует с предыдущим периодом, то продажи активов из предыдущего периода, которые вызвали отрицательную (положительную) доходность актива в предыдущем периоде будут компенсироваться покупками(продажами) в текущем периоде, так как другие инвесторы, понимаю фундаментальную стоимость актива, захотят купить(продать) актив, тем самым обеспечив необходимую, равновесную и фундаментально обоснованную доходность в текущем периоде. Такого рода поведение характеризуется как хэджовое. Если же доходность предыдущего периода положительно коррелирована с доходностью текущего периода, то данный рынок, согласно [], подвержен спекулятивным процессам, так как стоимость актива не восстанавливается из периода в период, а формируется консолидировано, что и вызывает спекулятивные скачки. Умножение доходности на оборот является своего рода катализатором, позволяющим переменной выявлять спекулятивные процессы. Данное предположение было протестировано и подтверждено на курсе публичных компаний NYSE и AMEX.

Описанная выше статья легла в работу исследования ‘Price dynamics and speculative trading in bitcoin’. [] В этой статье используется величина спекуляции на рынке, обоснованность и содержательность которой доказывается в []. Однако в статье [] авторы пытаются найти зависимость между спекулятивной переменной и волатильностью Bitcoin. Авторы находят отрицательную зависимость и тем самым делают вывод о том, что рынок Bitcoin ведёт себя больше, как не спекулятивный, нежели спекулятивный.

Фундаментальное исследование спекулятивных процессов на рынке Bitcoin описано в статье 2017 года ‘Price dynamics and speculative trading in bitcoin’. [] В этой статье ставится цель исследовать, связана ли волатильность со спекулятивной торговлей биткоином. Однако авторами не удаётся найти связь между спекулятивной торговлей и волатильностью. Данное предположение о природе переменной, равное доходности актива помноженной на дневную торговую активность, авторы делают с основной на статью ‘Dynamic Volume-Return Relation of Individual Stocks’ [].

Основная часть:

Для каждой из 3 криптовалют (Bitcoin, Ethereum, Ripple) строится следующая модель:

В соответствии со статьями [] []

- измеритель торговой активности за последние 50 дней, в котором убран тренд.

AR(1)X-GARCH(1,1) model

Где – переменная, отражающая спекулятивную составляющую во временном ряду.

Как и в статье [] мы пытаемся объяснить волатильность переменной, отражающей спекулятивные процессы:

Далее – моё творчество.

Получаем – оценки объяснённой волатильности, объяснённые спекулятивными процессами.

Для каждой пары X,Y из 3 криптовалют далее проверяется тест Гранжера на причинность (преемственность) спекулятивной валотильности

Если нулевая гипотеза отвергается, то волатильность, вызванная спекулятивными процессам для одной криптовалюты влияет на спекулятивную волатильность другой криптовалюты.

# Список литературы

x

|  |  |
| --- | --- |
|  | Baek C., Elbeck M. Bitcoins as an investment or speculative vehicle? A first look // Applied Economics Letters, Vol. 22, No. 1, January 2015. pp. 30-34. |
|  | Bank-Chain: India’s first Blockchain exploration consortium launched for banks [Электронный ресурс] // Express computer: [сайт]. [2017]. URL: http:/​/​computer.expressbpd.com/​news/​bank-chain-indias-first-blockchain-exploration-consortium-launched-for-banks/​20453/ (дата обращения: 11.12.2017). |
|  | Blau B. Price dynamics and speculative trading in Bitcoin // Research in International Business and Finance, Vol. 43, January 2018. pp. 15-21. |
|  | Cheah E., Fry J. Speculative bubbles in Bitcoin markets? An empirical investigation // Economics Letters, Vol. 130, May 2015. pp. 32-36. |
|  | Corbet S., Meegan A., Larkin C., Lucey B., Yarovaya L. Exploring the dynamic relationships between cryptocurrencies and other financial assets // Economics Letters, Vol. 165, April 2018. pp. 28-34. |
|  | Corda: Designed for Commerce, Engineered for Deployment [Электронный ресурс] // R3: [сайт]. [2017]. URL: http:/​/​www.r3cev.com/​blog/​?author=5703dcfce321405cd80239ee (дата обращения: 11.12.2017). |
|  | Engle R. Dynamic Conditional Correlation: A Simple Class of Multivariate Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity Models // Journal of Business & Economic Statistics, Vol. 20, No. 3, Jul 2002. pp. 339-350. |
|  | Inside R3CEV's Plot to Bring Distributed Ledgers to Wall Street [Электронный ресурс] // Coindesk: [сайт]. [2015]. URL: https:/​/​www.coindesk.com/​r3cev-distributed-ledger-wall-street/ (дата обращения: 11.12.2017). |
|  | Johansen A., Ledoit O., Sornette. D. Crashes as Critical Points // International Journal of Theoretical and Applied Finance, Vol. 3, No. 1, January 2000. |
|  | Kristoufek L. What Are the Main Drivers of the Bitcoin Price? Evidence from Wavelet Coherence Analysis, April 2015. |
|  | Llorente G., Michaely R., Saar G., Wang J. Dynamic volume-return relation of individual stocks // The Review of Financial Studies, Vol. 15, No. 4, October 2002. pp. 1005-1047. |
|  | Nakamoto S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System, 2008. |

x