

***ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАРИЯ ВЫЯВЛЕНИЯ  
ФИНАНСОВЫХ ПУЗЫРЕЙ НА РЫНКЕ БИТКОИНА***

***Хорин Р.А.***

*Студент*

*Санкт-Петербургский Государственный Университет,*

*Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация**

Целью работы являлась проверка гипотезы о том, что биткоин – высоко рисковый актив для инвестора. В качестве меры риска использовалось частота образования на рынке финансовых пузырей. Для определения меры риска был проведен анализ существующих подходов к поиску финансовых пузырей, и на их основе был предложен алгоритм выявления пузырей на рынке биткоина. Используя методы статистического, макроэкономического, авторегрессионного и фрактального анализов, был проведен анализ рынка за период с 17 августа 2010 года по 26 февраля 2018 года, по результатам которого было определено пять потенциальных финансовых пузырей, каждому из которых была дана характеристика. По результатам исследования была обнаружена высокая частота появления пузырей на данном рынке, что подтвердило гипотезу о высокой степени риска для инвесторов. Кроме того, были даны рекомендации по улучшению алгоритма выявления.

**Ключевые слова:** выявление финансовых пузырей, рынок криптовалют, биткоин, инвестиции, оценка риска.

# ***APPLICATION OF INSTRUMENTATION OF FINANCIAL BUBBLE DETECTION IN THE BITCOIN MARKET***

***Khorin R.A.***

*Student*

*St. Petersburg State University,*

*Saint-Petersburg, Russia*

## **Annotation**

The aim of the work was to test the hypothesis that bitcoin is a highly risky asset for an investor. As a measure of risk, the frequency of the formation of financial bubbles in the market was used. To determine the risk measure, an analysis was made of existing approaches to the search for financial bubbles, and based on them, an algorithm for detecting bubbles in the bitcoin market was proposed. Using the methods of statistical, macroeconomic, autoregressive and fractal analyzes, the market was analyzed for the period from August 17, 2010 to February 26, 2018, according to which five potential financial bubbles were determined, each of which was given a characteristic. According to the results of the study, a high incidence of bubbles appeared in this market, which confirmed the hypothesis of a high degree of risk for investors. In addition, recommendations were made to improve the detection algorithm.

**Key words:** identification of the financial bubbles, market of the cryptocurrency, bitcoin, investment, risk assessment.

Значительная и продолжительная волатильность цен на биткоин породила большое количество споров на тему того, является ли данная криптовалюта спекулятивной. Одним из первых ученых, поставивших данный вопрос, был Kevin Dowd, который в своей работе 2014 года указал, что рост цены с нескольких центов до сотен долларов за 3,5 года (рассматривается период 2011

– 2013 гг.) может быть связан со значительной спекулятивной составляющей спроса на биткоин [8, 46]. Данный вопрос остается нерешенным, что является сложностью для потенциальных трейдеров. С одной стороны, высокая волатильность позволяет получить доход в краткосрочной перспективе, однако с другой – не очевидно, можно ли рассматривать вложение в данную криптовалюту как долгосрочное.

Для того, чтобы попробовать дать однозначный ответ на данный вопрос, было решено воспользоваться следующей гипотезой. Состояние финансового пузыря негативно сказывается на риске долгосрочных вложений. Иными словами, инвестиции в такой актив будут высоко рискованными. Вторая часть гипотезы состоит в том, что частота появления финансовых пузырей на рынке прямо пропорциональна уровню риска для инвестора. В такой трактовке ответить на вопрос об уровне риска вложения в биткоин можно рассмотрев и применив существующие способы определения финансовых пузырей.

Перед обзором моделей необходимо определить, что является спекуляцией на финансовом рынке, а также что такое финансовый пузырь. Под спекуляцией в данной работе понимается покупка или продажа актива с целью извлечение краткосрочной прибыли. Что касается финансового пузыря, было использован подход, предложенный В. Костюком. Ученый определил финансовый пузырь как увеличение фактической цены некоторого актива по сравнению с его фундаментальной ценой (фаза надувания пузыря), которое рано или поздно сменяется противоположной тенденцией сдувания пузыря [4, 2]. Примечательно, что в фазе сдувания цена может опуститься намного ниже фундаментальной стоимости актива, как и в случае с ее ростом. Данное определение является достаточно расплывчатым, в первую очередь из-за неопределенности термина «фундаментальная цена». В. Костюк попытался исправить данную проблему, определив термин как идеальную конструкцию, представляющую собой среднюю рыночную оценку будущих доходов актива, приведенных дисконтированием к текущему моменту времени [4, 3]. С одной стороны, создается впечатление, что фундаментальная цена стала более осязаемым

понятием, но, посмотрев глубже, можно обнаружить новые проблемы – как оценивать будущие доходы актива, а также ставку дисконтирования?

В качестве альтернативы, имеет смысл использовать сбалансированную цену актива – такую цену на конкурентном рынке, при которой величина спроса и величина предложения равны, то есть цена, при которой нет дефицита или избытка товаров и услуг, а значит на рынке нет тенденций роста или снижения [6, 72].

Несколько иначе ее сформулировал В. Костюк — это цена, какую этот актив имеет на равновесном (безарбитражном) рынке. Добавляя явление арбитража, ученый конкретизирует условия возникновения равновесной цены, исключая из влияющих на нее факторов действия спекулянтов.

При такой трактовке пузырь и его фазы определяется как устойчивое отклонение цены базового актива от его равновесной цены. Применительно к рынку биткоина, произвести расчет равновесной цены достаточно проблематично. Для того, чтобы обойти данную проблему, было предложено определить «эталонный» период наименьшей волатильности на рынке и использовать среднее значение волатильности, сопоставляя его с аналогичными показателями потенциальных финансовых пузырей. Если значение сильно превышает эталонное, это может являться предпосылкой к наличию финансового пузыря. Данная процедура позволит определить потенциальный периоды волатильности на рынке, которые затем будут проанализированы иными методами для повышения точности оценки.

Что касается характеристики финансовых пузырей, их можно разделить в зависимости от размера. В данном смысле микропузыри оказывают незначительное влияние на рынок. Напротив, макропузыри могут оказывать значительное влияние не только на определенный рынок, но и на экономику в целом. Кроме того, в зависимости от длины пузыри можно разделить на короткие и продолжительные.

Примечательно, что на динамику роста пузырей влияет психологический фактор. Если действия одних субъектов рынка приносят растущие доходы, то и

другие субъекты рынка стремятся вести себя соответствующе, что приводит к последовательному росту или спаду рыночных цен актива. В зависимости от длины фаз пузыри можно разделить на короткие и продолжительные. Базируясь на соотношении рациональных и шумовых трейдеров, финансовые пузыри можно разделить на медленные и быстрые. Медленным считается пузырь, если на фазе его надувания скорость роста цены базового актива постепенно замедляется. Обратная ситуация наблюдается в быстрых пузырях, где формирование закона роста цены базового актива происходит под влиянием шумовых трейдеров, удаляющих текущее рыночное значение цены от равновесного значения все дальше и дальше и все быстрее и быстрее.

Представленные выше характеристики – необходимый инструментарий для анализа финансовых пузырей. Он позволяет детально описать процессы и явления, приводящие к возникновению и уничтожению пузыря. Далее ряд характеристик будет использоваться для описания рынка криптовалют.

Что касается математического аппарата, после анализа научной литературы был составлен следующий алгоритм выявления финансовых пузырей:

1. Разбиение рынка биткоина на временные периоды, выявление эталонного периода и потенциальных финансовых пузырей.
2. Тестирование периодов на эффективность с помощью методологии Дарбина-Уотсона.
3. Макроэкономический анализ периодов и их сравнение с эталонным периодом.
4. Фрактальный анализ цен биткоина в периодах и их сравнение с эталонным периодом.

Для того, чтобы оценить частоту появления финансовых пузырей на рынке биткоина, имеет смысл разделить временной ряд на промежутки высокой и низкой волатильности. При этом промежутки высокой волатильности – есть потенциальные финансовые пузыри. Для выявления периодов был рассмотрен ряд двухдневных данных котировок с 17 августа 2010 года по 26 февраля 2018

года, взятые с ресурса blockchain.info (дата обращения 25.02.18). На всем периоде был рассчитан прирост цен относительно предыдущих значений. Далее полученные значения были отфильтрованы по следующему правилу. Если модуль прироста цены составляет не меньше 5%, то торговый промежуток потенциально находится в фазе финансового пузыря. Назовем такое значение аномальным. После этого происходит определение временных периодов с большим количеством аномальных цен. При этом соблюдаются следующие правила:

- Общая временная длина периода должна составлять больше месяца. Меньший период колебаний может быть вызван всплесками на рынке, вызванными краткосрочными факторами.
- Период должен включать в себя фазы значительного роста и спада цены. Это делается с целью выявить как фазу роста, так и фазу сдувания пузыря.
- Между фазой роста и падения может произойти задержка, вызванная информационной неэффективностью рынка. Следовательно, в период могут попасть периоды с низкой волатильностью, находящиеся между фазами пузыря.

Придерживаясь правил, было выявлено 5 временных периодов, информация о которых представлена в таблице 1:

Таблица – 1 Характеристика потенциальных фин. пузырей на рынке биткоина

<b>№ периода</b>	<b>Начальная дата</b>	<b>Конечная дата</b>	<b>Средняя цена биткоина за период, долл. США</b>	<b>Среднее изменение цены за период, %</b>
1	14.04.2011	23.10.2011	8,43	7,41%
2	19.01.2013	02.09.2013	74,53	4,81%
3	20.10.2013	06.01.2014	501	7,39%
4	29.05.2016	05.08.2016	543,9	2,61%
5	10.05.2017	20.02.2018	5614,2	3,79%

По данным таблицы видно, что сила потенциальных финансовых пузырей была различной. Так, в периодах 1 и 3 наблюдается наибольшая волатильность, что может говорить о быстром характере финансового пузыря, когда нерациональные инвесторы превалируют над рациональными. При этом более низкие показатели волатильности в периодах 2 и 5 могут быть причиной большой продолжительности пузыря, а значит большого количества задержек между ростом и спадом цены. С другой стороны, четвертый период можно охарактеризовать как потенциальный медленный пузырь, так как за сравнительно небольшой период времени цена колебалась в районе 2,61%.

Далее необходимо оценить эффективность рынка биткоина за указанные периоды. Под эффективностью рынка в данной работе понимается степень учета различной информации в инвестиционном процессе, на которой строится гипотеза нобелевского лауреата Е. Фамы. Содержание гипотезы заключается в том, что на эффективном рынке цены активов мгновенно полностью ассимилируют всю доступную информацию, достигая при этом состояния равновесия [9, 386]. Таким образом, если рынок является неэффективным, то имеет смысл предположение об иррациональности поведения его участников, вызванной использованием ложной информации при принятии решений. Степени иррационального поведения является важной предпосылкой, влияющей на процесс формирования пузырей [1, 48]. Следует отметить, что использование ложной информацией одними участниками рынка может породить так называемый эффект «информационной каскадности», когда участники рынка начинают руководствоваться коллективным поведением.

Для того, чтобы выявить данный эффект, можно использовать тест Дарбина-Уотсона. Он позволяет сделать вывод о наличии или отсутствии автокорреляционной зависимости в динамике цены биткоина, а значит, подтвердить или опровергнуть гипотезу о коллективном поведении на рынке.

Учитывая, что при отсутствии автокорреляции значение критерия должно равняться 2, а в случае положительной автокорреляции – стремиться к 0, в таблице 2 сделаны выводы о результатах тестирования:

Таблица – 2 Результаты теста Дарбина-Уотсона

№ периода	Значение DW	Вывод
Эталон	0,7450	Умеренная положительная автокорреляция
1	0,3379	Сильная положительная автокорреляция
2	0,5034	Сильная положительная автокорреляция
3	0,2753	Сильная положительная автокорреляция
4	0,4357	Сильная положительная автокорреляция
5	0,4710	Сильная положительная автокорреляция

Таким образом, в каждом из периодов наблюдается сильная положительная автокорреляция. Тем не менее, делать вывод о наличии эффекта «информационной каскадности» пока рано – тест Дарбина-Уотсона показывает наличие автокорреляции первого порядка, не учитывая последующих лагов. В определенном смысле он является недостаточно мощным для того, чтобы сделать окончательные выводы. Для дополнительной проверки возьмем первые 10 лагов зависимой переменной для каждого из торговых периодов, а также для эталонного периода, и проведем тесты Бройша – Годфри. Полученные результаты представлены в таблице 3:

Таблица – 3 Результаты теста Бройша – Годфри

№ периода	Значимые лаги по Дарбину-Уотсону	Значимые* лаги по Бройшу – Годфри
Эталон	1	1, 2, 3, 5, 7
1	1	1, 3, 4, 6, 10
2	1	1
3	1	1
4	1	1, 4
5	1	1, 4, 7

\* – на 5% уровне значимости

Таким образом, тест Дарбина – Уотсона показал наличие авторегрессии, а Бройша – Годфри – ее структуру. Необходимо отметить, что последний не показывает силу автокорреляции, поэтому большее количество значимых лагов не означает сравнительно большую зависимость между регрессором и его лагами. По данным таблицы видно, что рассматриваются периоды как с единственным лагом, а именно второй и третий, так и с множественными лагами (первый, четвертый и пятый). Рассмотрев структуру, можно сделать вывод о наличии эффекта «информационной каскадности».

Далее был проведен макроэкономический анализ. Используя инструментарий, рассмотренный Чирковой Е. В. [7, 39], было решено взять соотношение капитализации фондового рынка к ВВП. В качестве капитализации фондового рынка было взято произведение стоимости одного биткоина на количество транзакций, совершенных за период. При этом однозначную трактовку показателю ВВП дать сложно. Рынок биткоина – глобален, и, следовательно, резонно было бы использовать общемировой показатель валового продукта. С другой стороны, обращение и использование биткоина происходит в подавляющем большинстве в развитых странах, поэтому учитывать ВВП развивающихся стран – шаг, ухудшающий качество анализа. Более того, по данным сайта [bitnodes.earn.com](http://bitnodes.earn.com), в реальном времени собирающего

данные о количестве пользователей биткоина по странам, наибольшую активность проявляет население США [10], по этой причине был взят ВВП этой страны для расчета показателя. Будут рассмотрены две характеристики:

- среднее значение показателя анализируемого периода по сравнению с эталонным;
- среднее изменение показателя за рассматриваемый временной период.

В качестве эталонного периода будет рассмотрен период, за который колебание цены на биткоин было наименьшей. В таблице 4 показаны результаты анализа, а также характеристика эталонного периода:

Таблица – 4 Результаты макроэкономического исследования

№	Нач. дата	Кон. дата	Ср. цена биткоина, долл. США	Ср. волатильность цены, %	Ср. значение МСар / GDP	Ср. изменение МСар / GDP, %
Эталон	22.02.2012	15.06.2012	3,87	1,25%	2888,55	2,12%
1	14.04.2011	23.10.2011	8,43	7,41%	4136,53	10,75%
2	19.01.2013	02.09.2013	74,53	4,81%	62286,35	6,76%
3	20.10.2013	06.01.2014	501,00	7,39%	463150,66	10,57%
4	29.05.2016	05.08.2016	543,90	2,61%	599342,19	3,15%
5	10.05.2017	20.02.2018	5614,20	3,79%	6334088,72	6,68%

Сразу можно отметить сильно изменяющиеся абсолютные значения МСар / GDP. Очевидно, это связано не только со спекулятивной составляющей, но и с ростом рынка в целом. Так как разделить эти понятия в данной работе не представляется возможным, внимание в исследовании сосредоточено на показателях прироста показателя. У эталонного периода оно равняется 2,12%, что можно назвать незначительными колебаниями. Интересно, что четвертый период на данном этапе снова показывает незначительное отклонение от эталона. Это может означать неверность гипотезы о пузыре для данного

временного периода. Тем не менее, для остальных периодов заметно сильное расхождение с эталоном.

Заключительным этапом проверки является фрактальный анализ цен биткоина с использованием показателя Херста. С его помощью измеряется «зубчатость» временного ряда, и существует возможность определения периода чрезмерной кумулятивной зависимости наблюдаемых значений [5, 133]. Кризисные явления сложных систем обусловлены как эндогенными, так и экзогенными факторами: мелкие внутренние дисбалансы, присущие сложной системе, аккумулируясь, могут приводить к цепной реакции – кризису или катастрофе. Показатель Херста как раз является характеристикой «шума катастроф» или «фрактального черного шума».

Когда показатель Херста достигает значений  $0,75 \leq H \leq 1$ , формируется пузырь, и фондовый рынок переходит в состояние «самоорганизованной критичности» [3, 33]. Самоорганизованная критичность представляет собой свойство некоторых сложных систем время от времени воспроизводить критическое состояние, в котором даже незначительное событие может приводить к катастрофе» [2, 263]. Необходимо отметить, что для исследования использовались не значения цен биткоина, а их приросты для большей точности расчетов. Рассчитанные показатели Херста для эталонного периода и пяти периодов представлены в таблице 5:

Таблица – 5 Результаты фрактального анализа

№	Эталон	Период 1	Период 2	Период 3	Период 4	Период 5
<b>H</b>	0,6262	0,8914	0,8124	0,9596	0,8393	0,7601

Результаты показывают, что условия для формирования финансового пузыря были сформированы во всех периодах, за исключением эталонного. При этом в торговых промежутках 1 и 3 наблюдается наиболее критичные значения

показателя, а значит состояние самоорганизованной критичности в данных временных промежутках было наиболее острым.

Для оценки торговых промежутков все выводы были собраны в таблице 6:

Таблица – 6 Финальные результаты анализа на наличие финансовых пузырей

№	Длина в днях	Ср. волатильность цены, %	Значение DW	Ср. изменение MCap / GDP, %	Показатель Херста
Эталон	114	1,25%	0,7450	2,12%	0,6262
1	192	7,41%	0,3379	10,75%	0,8914
2	226	4,81%	0,5034	6,76%	0,8124
3	78	7,39%	0,2753	10,57%	0,9596
4	68	2,61%	0,4357	3,15%	0,8393
5	286	3,79%	0,4710	6,68%	0,7601

Исходя из полученных результатов, торговые промежутки 1 и 3 определенно можно назвать быстрыми финансовыми пузырями, когда в волатильности большую роль играют нерациональные инвесторы. Это видно по сильно отклоняющимся показателям средней волатильности цены, MCap / GDP и индикатору Херста. Наоборот, четвертый период – это финансовый пузырь (опираясь на показатель Херста), однако в его формировании большую роль играли рациональные трейдеры, по этой причине расхождения по сравнению с эталоном не настолько значительны.

Относительно продолжительности, промежутки 1, 2 и 5 можно назвать долгими пузырями, а 3 и 4 – короткими. Это связано с количеством дней, когда наблюдалась аномальная динамика изменения цен на криптовалюту.

Что касается размеров финансовых пузырей, то здесь однозначный вывод сделать невозможно. Дело в том, что с течением времени для биткоина наблюдается устойчивый тренд роста цены и количества транзакций, а следовательно, и капитализации. Таким образом, периоды, определенные по сроку раньше прочих, будут иметь меньшие средние капитализацию рынка и

цену, а без опоры на данные показатели сложно дать оценку масштабу финансового пузыря.

Подводя итог, гипотеза о высокой степени риска вложений в биткоин была подтверждена с помощью применения различных аналитических подходов, однозначно показавших наличие на рынке пяти финансовых пузырей. Тем не менее, алгоритм можно улучшить, подобрав более мощные / точные инструменты выявления финансовых пузырей. Кроме того, имеет смысл использовать модели, позволяющие спрогнозировать продолжительность и силу потенциального финансового пузыря и, в частности, этапов надувания и сдутия.

## Библиографический список

1. Дорофеев М. Л., Самарский Г. В. Моделирование процессов финансовых пузырей на российском фондовом рынке / М. Л. Дорофеев, Г. В. Самарский // Финансы и кредит. – 2016. №15. – С. 45 – 62.
2. Дубовиков М. М. Первый конгресс по эконофизике в России / М. М. Дубовиков // Журнал новой экономической ассоциации. – 2009. № 4. – С. 260 – 265.
3. Калуш Ю. А., Логинов В. М. Показатель Хёрста и его скрытые свойства / Ю. А. Калуш, В. М. Логинов // Сибирский журнал индустриальной математики. – 2002. Т. 5, выпуск. 4. – С. 29 – 37.
4. Костюк, В. Финансовые пузыри и финансовые кризисы / В. Костюк // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2012. № 32. – С. 2 – 11.
5. Теплов С. Е. Применение R/S-анализа на фондовых рынках / С. Е. Теплов // Финансы и бизнес. – 2008. № 1. – С. 129–137.
6. Макконнелл К. Р., Брю С. Л., Флинн Ш. М. Экономикс: принципы, проблемы и политика. Пер. 19-е англ. изд. / К. Р. Макконнелл. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 399 с.
7. Чиркова Е. В. Использование рыночных мультипликаторов для диагностирования наличия финансового пузыря на фондовом рынке / Е. В. Чиркова // Вестник Финансового университета. – 2011. № 2. – С. 37 – 44.
8. Dowd K. New Private Monies. A Bit-Part Player? / K. Dowd. – London: The Institute of Economic Affairs, 2014. – 114 p.
9. Fama E. F. Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work / E. F. Fama // The Journal of Finance. – 1970. Vol. 25. Iss. 2. – P. 383–417.
10. URL: <https://bitnodes.earn.com/> (дата обращения : 29.04.2018).