

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТОИМОСТИ КРИПТОВАЛЮТ

**Л. А. Пономарев**

*Московский финансово-промышленный университет «Синергия», Россия*  
E-mail: allteranius@yandex.ru

В статье рассмотрены современные подходы к моделированию цены криптовалют. Выделены основные параметры, влияющие на курсы криптовалют. Приведены основные характеристики моделей, встречаемых в научной литературе в области моделирования криптовалют. Рассмотрены основные факторы, влияющие на курсы электронных платежных средств на бирже. Дан обзор исследований в области определения пользователей криптовалют. Рассмотрены способы комбинирования моделей для будущих исследований.

## MATHEMATICAL MODELING THE VALUE OF CRYPTOCURRENCIES

**L. A. Ponomarev**

The article provides a review of research in the field of modern approaches to modeling the price of cryptocurrencies. The main characteristics of the models are given. The main factors influencing courses are considered. Researches in the field of definition of users of cryptocurrencies are analyzed. Methods of combining models for future research are considered.

Криптовалюты как явление появились почти 10 лет назад. В 2009 году был представлен алгоритм и запущена сеть биткоина. Уже через год появилась первая биржа, на которой можно было обменять реальные деньги на криптовалюту. Первоначально её покупали и продавали энтузиасты. В это время спрос был маленький, а предложение большое. Со временем популярность биткоина быстро росла. Это привело к быстрому появлению множества похожих криптовалют, основанных на принципах работы биткоина. К 2018 году было создано более 1000 альтернативных криптовалют. Широкое применение технологии блокчейн и криптовалют требует достаточно точных моделей предсказания колебания курса электронных платежных средств. Исследования по этой теме начали появляться с начала 2010 года, однако достаточный объем статистических данных был накоплен только к 2014 году, когда было первое крупное падение цены биткоина. В связи с широким распространением технологии блокчейн в новой цифровой экономике встает вопрос о методах математического моделирования курсов криптовалют.

Основные темы исследования криптовалют посвящены возможности их применения. Так, например, в работе [1] показано, что применение криптовалют имеет большое количество преимуществ, которые может дать технология блокчейн. Однако существует также и множество недостатков данной технологии, которые мешают ее активному внедрению и повсеместному использованию. Например, очень маленькое количество обрабатываемых транзакций в

секунду и большое ожидание подтверждение транзакции.

В другой работе [2] рассматриваются в основном юридические аспекты применения криптовалют. Несмотря на неопределенный юридический статус, и даже запрет в некоторых странах, несколько стран уже легализовали использование криптовалют в расчетах.

В настоящее время законодательная база по работе с виртуальными валютами постепенно расширяется: в недавно вышедшем отчете с результатами исследования статуса криптовалюты в 40 странах мира было сказано, что на текущий момент уже три страны фактически признали существование биткойна. Бразилия стала самой передовой в этом плане, тогда как Китай и Россия, напротив, ввели запрет на обращение криптовалюты. Остальные страны пока только обсуждают возможности контроля над этим инструментом [3].

Исследование факторов, влияющих на курс, проведено в работе [4] и [5].

Авторами [4] проанализировано влияние внешних факторов на курс криптовалют. В исследовании [5] сделан вывод, что волатильность криптовалюты не влияет на её долгосрочный курс. Однако тема прогнозирования цены на криптовалюту пока не очень исследована, литературы по этой теме недостаточно.

Обычно в качестве наиболее простой модели предсказания цены криптовалюты используется регрессия или вероятностные модели [6]. В работе [7] использованы кросс-секционные регрессии, которые вполне могут быть пригодными. Так как криптовалюты появились недавно, динамика их курса высоко спекулятивна и волатильна, из-за чего классические методы оценки временных рядов [8] могут давать обманчивые и неинформативные результаты с учетом того, что временной интервал исследуемых данных невелик.

Авторы работы [9] используют следующие характеристики для построения модели регрессии:

1. натуральный логарифм вычислительной мощности в Гигахешах в секунду;
2. натуральный логарифм числа альткойнов, добытых в минуту, рассчитанный на основе деления вознаграждения за каждый добытый блок на время между блоками;
3. процент монет, добытых к текущему моменту, относительно общего числа монет, доступных для добычи;
4. фиктивная переменная, обозначающая примененный вычислительный алгоритм (0 для SHA 256 и 1 для Scrypt);
5. число календарных дней от создания альткойна до 18 сентября 2014 года.

В работе [10] автор первым предложил многомерный подход, сконцентрированный на спекулятивной составляющей стоимости биткойна, и показал, что и фазы пузырей, и фазы спадов стоимости биткойна могут быть частично объяснены интересом инвесторов к криптовалюте. Для измерения интереса инвесторов было предложено использовать количество поисковых запросов в GoogleTrends и количество просмотров статьи о биткойне в Википедии. В ней применяется двумерная векторная авторегрессия для недельных логарифмов

прироста цены биткойна и данных GoogleTrends. Авторами было показано, что поисковые запросы влияют на цены и наоборот, предполагая, что спекуляция и следование за трендом имеет определяющее влияние на динамику цены биткойна. Установлена зависимость, что, если цены превышают недавний тренд, это повышает внимание инвесторов и, в свою очередь, влияет на дальнейший рост цены. Аналогично, когда цены находятся ниже их недавнего тренда, растущий интерес инвесторов подталкивает цены еще дальше вниз.

Устойчивая волатильность в ценах на биткойн вызвала сильные споры о том, может ли «существенный спекулятивный компонент» [11] быть предвестником большого финансового пузыря. Было разработано несколько статистических критериев для проверки существования финансовых «пузырей», некоторые из них недавно были применены к ценам на биткойн. Эти тесты можно разделить на две большие группы: тесты для обнаружения единственного «пузыря» и тесты для обнаружения (потенциального) множества «пузырей».

В работе [12] впервые проведено исследование колебания цен на рынке Биткойн, который состоит из нескольких независимых бирж. Эта тема часто обсуждается в биткойн сообществе, поскольку знание того, какая биржа быстрее других отреагирует на новую информацию (таким образом, наиболее точно отражая стоимость биткойна), имеет явно первостепенное значение для краткосрочной торговли.

Конструкция Bitcoin держит все транзакции в блокчейне. Отправитель и получатель для каждой транзакции идентифицируются только с помощью криптографии ID открытого ключа. Это приводит к распространенному заблуждению, что он по своей сути обеспечивает анонимность использовать. В то время как предполагаемая анонимность Биткойна предлагает новые возможности для торговли, несколько недавних исследований поднимают проблемы конфиденциальности пользователей.

В исследовании [13] показана возможность идентификации пользователя биткойна по косвенным данным. С помощью построения графа транзакций, удалось отследить покупателей, используя данные о покупках в магазине. Сопоставляя данные о покупке и данные транзакций в сети, найдены близкие по сумме покупки переводы. И хотя такой подход не будет работать в случае большого количества транзакций, ограничение сети биткойна по количеству транзакций позволяет отслеживать такие операции.

Таким образом, развитие технологии блокчейн и ее применение в цифровой экономике привело к появлению в последнее десятилетие ряда исследований, посвященных моделированию стоимости криптовалют. Однако подобных исследований достаточно мало. Кроме того, из-за высокой волатильности и специфики торговли криптовалютами на биржах, требуется разработка прогнозных моделей, отличных от моделей для традиционных финансовых рынков.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковальчук А. В., Сабель Н. Ю. Блокчейн-технологии в финансовом секторе экономики: преимущества и проблемы использования // Научно-методический электронный жур-

нал «Концепт». 2018. № 4. С. 182-188.

2. Меликов У. А. Криптовалюты в системе гражданских прав // Вестник ЮУрГУ. Серия «Право». 2018. № 1. С. 60-66.

3. Иванова И. Bitcoin: противоречия и инвестиционные перспективы // Forex club. 2014. № 4.

4. Yhlas Sovbetov. Factors Influencing Cryptocurrency Prices: Evidence from Bitcoin, Ethereum, Dash, Litecoin, and Monero // J. of Economics and Financial Analysis 2015. №. 2 P. 1-27.

5. Власов А. В. Биткоин: факторы, влияющие на волатильность криптовалюты // Электронный вестник Ростовского социально-экономического института. 2016. №2. С. 254-260.

6. Бамбаева Н. Я., Сорокин А. С. Применение законов распределения случайных величин для моделирования экономических явлений и процессов. М. : Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2010. 154 с.

7. Hayes A. Cryptocurrency value formation: An empirical analysis leading to a cost of production model for valuing bitcoin // Ninth Mediterranean Conference on Information Systems, Samos, Greece, 2015.

8. Цыпин А. П., Сорокин А. С. Информационные технологии при проведении экономико-статистических исследований на основе исторических временных рядов // Азимут научных исследований. 2017. № 2. С. 299-302.

9. Фантаццини Д., Нигматуллин Э. М., Сухановская В. Н., Ивлиев С. В. Все, что вы хотели знать о моделировании биткойна, но боялись спросить // Прикладная эконометрика. 2016. № 44. С. 5-24.

10. Down K. New private monies. A bit-part player? // Cobden Center Hobart Paper. № 174.

11. Kristoufek L. Bitcoin meets Google Trends and Wikipedia: Quantifying the relationship between phenomena of the Internet era // Scientific reports, 3, Article number: 3415.

12. Kristoufek L. What are the main drivers of the bitcoin price? Evidence from wavelet coherence analysis // Plos ONE. 2014. № 10. P. 1-15.

13. Brandvold M., Molnár P., Vagstad K., Valstad O. C. A. Price discovery on Bitcoin exchanges // J. of International Financial Markets, Institutions and Money. 2015. № 36. P. 18-35.

## **СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАНЯТОСТИ ПО ВИДАМ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ**

**Т. В. Сарычева**

*Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, Россия*  
E-mail: tvdolmatova@bk.ru

В докладе будет приведен статистический анализа занятости по видам экономической деятельности в регионах Российской Федерации, а также предложена методика оценки эффективности видовой структуры занятости, основанная на использовании широкого спектра методов многомерного статистического анализа. Методика позволяет проводить комплексную статистическую оценку степени эффективности структуры занятости на территориях отдельных федеральных округов, а также получать дополнительную информацию, необходимую для выработки стратегических решений по развитию рынков труда и занятости с учетом территориального расположения, а также производственного критерия эффективности структуры занятости.