ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

CC BY 4.0

DOI: 10.26794/2587-5671-2019-23-6-36-49
УДК 336.012.23,336.018,336.711.2,336.741.2(045)
JEL A10, B53, E40, E42, E44

Сущность криптовалют: дескриптивный и сравнительный анализ

Е.В. Синельникова-Мурылева[a], **К.Д. Шилов**[b], **А.В. Зубарев**[c]
Институт прикладных экономических исследований РАНХиГС, Москва, Россия
[a] https://orcid.org/0000-0001-7494-2728; [b] https://orcid.org/0000-0002-2149-3946;
[c] https://orcid.org/0000-0003-2945-5271

АННОТАЦИЯ

Цель статьи — систематизация существующих в литературе и у международных и национальных организаций регуляторов взглядов на понятие криптовалюты, анализ ее экономической сущности и места в современной денежно-финансовой системе. В рамках дескриптивного и теоретического анализа обсуждаются определения и функции криптовалюты. Дана систематизация существующих в литературе подходов к анализу понятия криптовалюты, показано место криптовалюты в современной экономической теории. В рамках сравнительного анализа проведено сопоставление криптовалют между собой, а также с деньгами и платежными системами. В результате исследования сделаны следующие выводы: криптовалюты зачастую определяются через набор базовых характеристик, которым они удовлетворяют; не являются деньгами, при этом могут выполнять основную функцию денег — быть средством платежа; могут быть по своей сути средством осуществления расчетов, активами, платформами для заключения смарт-контрактов, средством для краудфандинга; не являются частными деньгами в трактовке Хайека; могут быть описаны в рамках моделей нового монетаризма (экономики платежей).

Ключевые слова: криптовалюты; криптоактивы; платежные системы; частные деньги; экономика платежей; блокчейн

Для цитирования: **Синельникова-Мурылева Е.В., Шилов К.Д., Зубарев А.В. Сущность криптовалют: дескриптивный и сравнительный анализ. *Финансы: теория и практика.* 2019;23(6):36-49. DOI: 10.26794/2587-5671-2019-23-6-36-49**

ORIGINAL PAPER

The Essence of Cryptocurrencies: Descriptive and Comparative Analysis

E.V. Sinel'nikova-Muryleva[a], **K.D. Shilov**[b], **A.V. Zubarev**[c]
Institute of Applied Economic Research, RANEPA, Moscow, Russia
[a] https://orcid.org/0000-0001-7494-2728; [b] https://orcid.org/0000-0002-2149-3946;
[c] https://orcid.org/0000-0003-2945-5271

ABSTRACT

The aim of the article is to systematize the views on the concept of cryptocurrency from the literature and among international and national organizations and regulators, to analyze its economic essence and the place in the modern monetary and financial system. The definition and the functions of cryptocurrency are discussed in the framework of descriptive and theoretical analysis. The paper systematized the existing approaches to the concept analysis of cryptocurrency; the place of cryptocurrency in modern economic theory is shown.The article concludes that cryptocurrencies are often determined through the set of basic characteristics. Cryptocurrencies are not money, though they can perform the main function of money — to be a means of payment; they can be a means of making settlements, assets, platforms for concluding smart contracts, a means for crowdfunding. They are not private money in Hayek's interpretation. Cryptocurrencies can be described in the framework of the models of new monetarism (payment economics).

Keywords: cryptocurrencies; crypto assets; payment systems; private money; economics of payments; blockchain

For citation: **Sinel'nikova-Muryleva E.V., Shilov K.D., Zubarev A.V. The essence of cryptocurrencies: descriptive and comparative analysis. *Finance: Theory and Practice.* 2019;23(6):36-49. DOI: 10.26794/2587-5671-2019-23-6-36-49**

ВВЕДЕНИЕ

Ввиду возрастающего интереса не только представителей экономического сообщества, но и широкой публики к криптовалютам стремительно растет число работ, посвященных проблемам, связанным с их функционированием. Одним из широко обсуждаемых направлений является анализ экономической сущности криптовалют и выполняемых ими функций.

Криптовалюты и технология распределенного реестра — два ключевых понятия, связанных с криптоэкономикой. Технология распределенного реестра (блокчейн) часто рассматривается отдельно от криптовалют, так как представляет собой лишь определенный вид базы данных, на основе которой функционируют криптовалюты. В период криптовалютного бума многие крупные организации и даже государства экспериментировали с распределенными реестрами, пытаясь найти им применение в тех или иных отраслях экономики. Однако значительная часть этих проектов так и осталась на бумаге или их реализация ограничилась пилотными запусками и тестами. В то же время некоторые эксперименты увенчались успехом, и сегодня блокчейн используется в информационных системах, обслуживающих различные области государственного управления, медицины, логистики. Тем не менее практика показала, что блокчейн без криптовалют является довольно специфичным продуктом, способным проявить все свои преимущества по сравнению с классическими базами данных лишь в определенных условиях.

Что касается криптовалют, то большая часть дискуссий в академической среде ведется вокруг биткоина, хотя к сегодняшнему дню популярность других криптовалют также значительно выросла. Современные криптовалюты отличаются друг от друга не только особенностями используемых криптографических алгоритмов, механизмов консенсуса, эмиссии и степенью (де)централизации, но и своими целевыми функциями. В дополнение к этому многие криптовалюты воспринимаются еще и как потенциальный инвестиционный инструмент. Данная работа является продолжением исследования этого направления и ставит своей целью систематизацию существующих в литературе взглядов на криптовалюты и их сущность.

БЛОКЧЕЙН КАК ОСНОВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КРИПТОВАЛЮТ

Функционирование большинства криптовалют основано на использовании технологии блокчейн, которая является разновидностью распределенного реестра, т.е. представляет собой определенный вид базы данных. Каждый блок в блокчейне содержит набор из совершенных в течение определенного периода времени транзакций.

Существует несколько классификаций блокчейна по разным признакам, однако в свете дискуссии о криптовалютах интерес представляет способ формирования блокчейна (добавления новых блоков), определяемый типом консенсуса, т.е. механизма, от которого зависит, каким образом формируются новые блоки информации и степень ее защищенности.

Существуют три основных типа консенсуса: «доказательство работы» (proof-of-work), «доказательство владения» (proof-of-stake) и алгоритм, основанный на решении задачи о византийских генералах [алгоритм «доказательство авторитета» (proof-of-authority) не показал свою эффективность].

Прежде чем более конкретно говорить о типах консенсуса, необходимо определить еще один важный для блокчейна термин, а именно «узел».

Узел — это устройство в сети блокчейн, т.е. любое активное электронное устройство, такое как компьютер или телефон, имеющее подключение к интернету и IP-адрес. Роль узла заключается в оказании поддержки сети путем сохранения копии блокчейна и, в некоторых случаях, обработки транзакций. Владельцы узлов предоставляют свои вычислительные ресурсы для хранения и верификации транзакций, поэтому у них есть возможность получить транзакционный сбор (комиссию). Это называется майнингом (mining, добыча для алгоритмов PoW) или форжингом (forging, ковка для алгоритмов PoS).

Существуют два типа узлов:

1. Полный узел, который скачивает полную копию блокчейна и проверяет любую новую операцию, таким образом подтверждая и проводя транзакции, помещая их в блоки.
2. Легкий узел, который не хранит в себе весь реестр. Таким образом, размер блокчейна не является проблемой для данного типа узлов, поскольку нет необходимости хранить огромное количество данных. Легкие узлы используют режим упрощенной проверки платежей (SPV, simplified payment verification), который требует загрузки только части блокчейна. Для проверки своих транзакций и операций они подключаются к клиентам с полным узлом и используют фильтры Блума.

В блокчейне самой известной криптовалюты — биткоина (bitcoin) — используется тип консенсуса «доказательство работы». Его суть заключается в том, что узлы сети участвуют в своего рода соревновании за первенство генерации каждого нового

блока, которое и называется майнингом. Само по себе состязание заключается в попытке решить некоторую криптографическую задачу (подобрать некоторый хэш[1] определенной сложности, который будет служить заголовком нового блока). Это определяет конкурентный характер майнинга: чем выше вычислительная мощность, добавляемая в сеть, тем выше среднее количество компьютерных вычислений, необходимых для создания нового блока. Этот метод также увеличивает стоимость создания блоков с ростом мощности системы. В протоколе биткоин наградой в таком соревновании является некоторое число биткоинов. Именно эта премия, получаемая за запись нового блока (решение криптографической задачи), и представляет собой эмиссию данной валюты. Протокол биткоина и многих других криптовалют устроен таким образом, что эмиссия происходит через примерно равные промежутки времени, а величина каждой эмиссии известна заранее и определена в свойствах протокола; поэтому траектория всех будущих эмиссий, а значит, и траектория предложения криптовалюты известны заранее.

Механизм «доказательство работы» позволяет любому пользователю биткоина совершать безопасные транзакции без вмешательства третьих лиц. Однако основные слабые места системы блокчейн, формирующие саму суть таких валют, как биткоин, хорошо известны. Они заключаются в длительном времени транзакций, колеблющихся, а иногда и высоких транзакционных издержках. Помимо этого, совершение майнинговых операций по верификации процесса блокчейна связано с огромным потреблением электроэнергии.

В алгоритме консенсуса «доказательство владения» вероятность создания нового блока участником определяется количеством криптовалюты/токенов на его балансе. Основное преимущество данного типа консенсуса состоит в том, что нет необходимости тратить значительный объем электроэнергии на решение криптографических задач. При этом в процессе создания блока не происходит добычи нового количества криптовалюты — в качестве вознаграждения выступает лишь комиссия от включенных в блок транзакций.

Возможен также вариант комбинированного использования механизмов доказательства владения и работы, когда некоторая часть блоков майнится (например, каждый n-й блок, т.е. место таких блоков в цепочке детерминировано, остальные блоки добавляются валидаторами).

Сутью механизма консенсуса, основанного на решении так называемой задачи о византийских генералах (byzantine fault tolerance algorithms, BFTA), является постоянный обмен и сверка копий реестров между участниками сети с последующей выработкой консенсуса. Такие системы характеризуются высокой скоростью транзакций и отсутствием майнинга. Участвующие в выработке консенсуса ноды могут (в зависимости от криптовалюты) получать часть комиссий с одобренных транзакций. Такие алгоритмы, однако, демонстрируют высокую скорость транзакций лишь с относительно небольшим количеством решающих нодов и, следовательно, чаще используются в частично централизованных реестрах.

В зависимости от используемого механизма эмиссии подавляющее большинство криптовалют можно разделить на те, чье предложение ограничено, но достижение максимального количества отсрочено во времени, и на те, чье предложение полностью эмитируется в первый момент создания криптовалюты.

Криптовалюты первого типа обычно используют в качестве механизма консенсуса доказательство работы, когда генерация новых монет является наградой майнерам, участникам сети, осуществляющим создание новых блоков в цепи за счет использования их вычислительной мощности (Bitcoin, Etherium).

Криптовалюты второго типа используют другие механизмы консенсуса, например, доказательство владения, при которых вероятность стать участником создания нового блока зависит от баланса монет на счету, вычислительная работа не такая затратная, а награда — лишь комиссия от одобренных транзакций (Nxt, BlackCoin).

Наиболее распространенной является практика использования обоих упомянутых механизмов консенсуса[2], когда большая часть блоков создается доказательством владения, но некоторые «опорные» блоки создаются «майнингом» (EmerCoin, PeerCoin).

Существуют и другие методы консенсуса и эмиссии, например в децентрализованной платформе для валютных операций Stellar, использующей собственную валюту lumen, применяется механизм консенсуса на основе частного решения задачи

[1] Хэш — это результат работы хэш-функции. Именно использование таких функций помогает предотвратить переписывание какой-либо информации, так как придется в таком случае переписать и все последующие блоки, что невозможно (подробнее см. [1]).

[2] Хотя две самые распространенные и известные криптовалюты — биткоин и эфир — используют негибридный механизм консенсуса.

о византийских генералах (Federated Byzantine Agreement, FBA) [2]. В Stellar была осуществлена первичная и единственная эмиссия в размере 100 млрд lumen, большая часть из которых до сих пор не находится в свободном обращении (принадлежит основателям). Тем не менее в саму систему был заложен следующий так называемый инфляционный механизм, обеспечивающий прирост количества монет со скоростью 1% в год. За каждую транзакцию в Stellar взымается комиссия, сумма которой формирует комиссионный пул. Данный пул в сумме с количеством монет в обращении, помноженным на коэффициент недельной инфляции, раздается некоторому количеству участников сети. Их выбирают другие участники посредством голосования — каждый может проголосовать один раз за кого-то другого, причем его голос взвешивается по количеству lumen на его балансе. Любой, кто наберет более 0,05% от общего числа голосов (т.е. от суммарного количества монет), получает награду из еженедельного комиссионного пула.

Повторимся, что на сегодняшний день для создания криптовалют используются три основных механизма консенсуса: доказательство работы, доказательство владения и задача о византийских генералах. У каждого из них в отдельности есть свои слабые места и недостатки. Например, не очень популярная криптовалюта, использующая алгоритм консенсуса «доказательство работы», может быть атакована с помощью временной аренды огромных вычислительных мощностей (что было проделано несколько раз и получило название «атака 51%»).

Криптовалюты, основанные на консенсусе «доказательство владения», потенциально уязвимы для других типов атак, например «атак из глубины». Если кто-то получит контроль над кошельками, содержащими уже потраченные монеты, он сможет «откатить» время до момента, когда эти кошельки еще содержали монеты, и, получив таким образом 51% монет, построить альтернативный блокчейн. Если такой новый альтернативный блокчейн длиннее основного, злоумышленник изменит содержимое блокчейна «задним числом». Для защиты от подобных атак используются дополнительные механизмы, например динамические контрольные точки (dynamic checkpoints). Кроме этого, механизм «доказательство владения» в целом оказался более стабильным, чем алгоритм «доказательство работы». Тем не менее сейчас довольно распространено использование обоих механизмов консенсуса для выпуска криптовалют, поскольку это позволяет снизить общий риск кибератак.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИПТОВАЛЮТЫ И ВЫПОЛНЯЕМЫХ ЕЮ ФУНКЦИЙ

На сегодняшний день единое определение криптовалюты отсутствует. Так, например, банк международных расчетов (БМР, BIS) отождествляет понятия “virtual currency”[3], “digital currency” и “cryptocurrency”[4] и определяет «цифровую валюту» через следующие ключевые характеристики:

- эмитируется только электронным способом;
- не эмитируется в национальных валютах и не связана с ними;
- не является обязательством кого-либо (в отличие от традиционных денег);
- имеет нулевую внутреннюю стоимость, т.е. не генерирует поток платежей;
- используется для “peer-to-peer” обмена, т.е. прямого (децентрализованного) обмена между участниками системы с использованием технологии распределенного реестра;
- представляет собой актив, обладающий некоторыми характеристиками денег (в частности, является средством платежа).

Таким образом, БМР трактует криптовалюту как актив, обладающий рядом уникальных характеристик. Кроме того, примечательно, что БМР называет цифровые валюты потенциальными субститутами электронных денег. Традиционно понятие денег определяется через выполняемые ими функции[5]. В частности, согласно отчету ЕЦБ[6], «деньги — это все, что широко используется для обмена ценностью при совершении транзакций. Деньги служат средством платежа (обмена), средством сохранения стоимости (средством сбережения) и мерой стоимости». Только малая часть общей денежной массы страны, как правило, представлена в виде банкнот и монет. Согласно определению Управления по финансовому

[3] Согласно определению ЕЦБ (см. European Central Bank. *Virtual currency schemes*. ECB Report. 1–55, October 2012), виртуальная валюта (virtual currency) — это тип нерегулируемых цифровых денег, которые выпускаются и контролируются, как правило, его разработчиками, а также используются и принимаются членами определенного виртуального сообщества.

[4] См. Bank of international settlements, CPMI. Digital currencies. 2015; Bank of international settlements, CPMI. *Central bank digital currencies*. 2018.

[5] Заметим, что в работе [3], одном из ранних исследований теоретического направления нового монетаризма и экономики платежей, деньги отождествляются с «памятью» о добросовестном поведении экономического агента в прошлом: если «сегодня» у человека есть деньги, значит, «вчера» он выполнил свои обязательства перед контрагентом по поставке товара.

[6] European Central Bank. *Virtual currency schemes — a further analysis*. ECB Report; February 2015:1–37.

регулированию и надзору Великобритании[7], электронные деньги (e-money) — это электронно (в том числе магнитно) хранимая денежная стоимость, представленная в виде требования к эмитенту, которое выпускается при поступлении средств с целью совершения платежных операций. Оно должно быть принято в качестве платежного средства лицом, отличным от эмитента электронных денег. Виды электронных денег включают предоплаченные карты и электронные предоплаченные счета для онлайн-использования.

Европейский центральный банк (ЕЦБ, ECB) определяет электронные деньги (e-money) как «электронное хранилище денежной стоимости на техническом устройстве, которое может широко использоваться для осуществления платежей другим организациям, отличным от эмитента электронных денег. Устройство действует как предоплаченный инструмент на предъявителя, который не обязательно подразумевает использование банковского счета для совершения транзакции»[8]. Как правило, электронные деньги хранятся на том же счете, что и фиатные, используемые для создания электронных. Для криптовалют это работает иначе.

Европейский центральный банк называет криптовалюты «децентрализованными двусторонними схемами использования виртуальных валют»[9]. При этом под виртуальной валютой понимается цифровое представление ценности, эмитируемое не центральным банком, не кредитным институтом и не другим институтом — эмитентом электронных денег, которое в определенных условиях может быть использовано в качестве альтернативы деньгам. Схемы виртуальных валют — термин, используемый для описания характеристики ценности и встроенного механизма ее передачи.

Международный валютный фонд (МВФ, IMF) также не дает строгого определения криптовалюты. Однако, согласно трактовке МВФ, криптовалюты не являются валютами, а представляют собой, скорее, активы, инвестирование в которые высокорискованно[10].

В соответствии со ст. 2 проекта федерального закона от 25.01.2018 «О цифровых финансовых активах» Министерства финансов Российской Федерации «криптовалюта — вид цифрового финансового актива, создаваемый и учитываемый в распределенном реестре цифровых транзакций участниками этого реестра в соответствии с правилами ведения реестра цифровых транзакций»[11].

Закономерно возникает вопрос: какие из перечисленных выше свойств денег выполняют криптовалюты?

На сегодняшний день криптовалюты частично выполняют функцию средства платежа, поскольку определенные группы экономических агентов готовы принимать их в качестве оплаты товаров и услуг. Согласно отчету БМР[12], «деньги — незаменимая социальная договоренность, поддерживаемая подотчетным государству учреждением, которое пользуется общественным доверием». Однако для применения некоторого инструмента в качестве средства платежа важнее, скорее, существование аналога «общественного договора» между агентами, нежели законность такого платежного средства[13].

В то же время криптовалюты не являются на сегодняшний день надежным средством сбережения и мерой стоимости ввиду высокой волатильности курса основных криптовалют. Курсовая стоимость криптовалюты устанавливается на рынке, исходя из спроса и предложения. В связи с этим на высокую волатильность курсов оказывают влияние два аспекта: во-первых, высокая спекулятивная составляющая в спросе и, во-вторых, ограниченное предложение криптовалюты, т.е. сложность эластичного расширения ее предложения в ответ на потребность рынка. По этой причине криптовалюты на сегодняшний день не могут выступать надежным средством сохранения покупательной способности. Нестабильность курса криптовалют

[7] URL: https://www.fca.org.uk/firms/payment-services-regulations-e-money-regulations (дата обращения: 23.09.2019).

[8] URL: https://www.ecb.europa.eu/stats/money_credit_banking/electronic_money/html/index.en.html (дата обращения: 23.09.2019).

[9] European Central Bank. *Virtual currency schemes — a further analysis.* ECB Report; February 2015:1–37.

[10] International Monetary Fund. *Money, transformed. The future of currency in a digital world.* Finance and development. 2018;55(2).

[11] Министерство финансов России. Проект федерального закона от 22.05.2018 г. «О цифровых и финансовых активах». Январь 2018. URL: https://www.minfin.ru/ru/document/%3Fid_4%3D 121810 (дата обращения: 23.09.2019).

[12] Bank of international settlements, CPMI. *Central bank digital currencies.* 2018.

[13] В отдельные периоды, например, во время гиперинфляции, деньги, эмитируемые центральным банком, могут утратить доверие экономических агентов ввиду значительного и продолжающегося снижения их покупательной способности. В таких случаях агенты могут перейти на использование более надежных с точки сохранения покупательной способности инструментов (не закрепленных законом в качестве средства платежа) для совершения транзакций или на бартер.

также объясняет тот факт, что криптовалюты не могут считаться удобной мерой стоимости ввиду необходимости слишком частого пересмотра цен, выраженных в единицах криптовалют. Кроме того, высокая волатильность курса (в совокупности с тем фактом, что криптовалюты не являются ничьими обязательствами[14]) несколько снижает доверие к криптовалютам, что также не способствует их распространению в качестве полноценных «денег»[15].

Но в отличие от «денег» криптовалюты выполняют уникальную функцию переноса и хранения информации. Во-первых, блокчейны криптовалют хранят всю информацию о транзакциях, которая защищена и изменить которую невозможно. В связи с этим к этому источнику данных всегда можно обратиться для разрешения каких-либо вопросов. Во-вторых, многие криптовалюты специально разработаны для удобства написания смарт-контрактов, что позволяет не только избавиться от посредников и снизить временные и денежные затраты для многих типов сделок, но и записать в блокчейн криптовалют информацию об этих сделках, которая не может быть изменена по желанию недобросовестных контрагентов.

Определение БМР криптовалюты как актива поднимает вопрос о более детальном рассмотрении характеристик, которым с формальной точки зрения удовлетворяют активы в целом и финансовые активы в частности. Согласно определению Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР, OECD)[16] актив представляет собой средство сохранения стоимости, которое предоставляет его владельцу право собственности и экономические выгоды за счет хранения и использования. Как уже говорилось ранее, криптовалюта не является надежным средством сбережения, иными словами, она не обладает стабильной покупательной способностью на протяжении длительного периода времени. В то же время вопрос прав собственности в контексте криптовалюты является дискуссионным и зависит от законодательного регулирования в каждой отдельной стране.

Криптовалюты часто не обеспечивают получение владельцем потока платежей, в отличие от земли, недвижимости или акций и облигаций[17]. Именно этот аргумент обычно используется для объяснения отсутствия внутренней (фундаментальной) стоимости у криптовалют, что подтверждается в отдельных эконометрических исследованиях, в частности в работе [4].

В то же время спрос на криптовалюту во многом связан с ожиданиями агентов относительно прироста ее курсовой стоимости, и в таком контексте криптовалюты могут предоставлять своим владельцам экономические выгоды от хранения. Финансовый актив, в определении OECD[18], в дополнение к уже приведенным характеристикам актива является чьим-то обязательством; это условие не выполняется для криптовалют в их классическом понимании. Таким образом, криптовалюты удовлетворяют отдельным свойствам активов в их широкой трактовке. На сегодняшний день проверка того, в какой степени криптовалюты могут быть описаны «стандартными» моделями ценообразования финансовых активов, является достаточно популярным направлением исследований в прикладных финансах [5–9]. В работах, в частности, проверяются возможности моделей CAPM, APT или многофакторной модели адекватно описывать динамику цен криптовалют. В литературе также поднимается вопрос о диверсификации рисков инвестиционного портфеля с помощью криптовалют [10, 11].

Для наглядности сравнение криптовалют с деньгами и активами приведено в *табл. 1*.

Данные howmuch.net[19] также говорят о том, что доля криптовалют ничтожно мала по сравнению с другими видами активов. Но, тем не менее, криптовалюты стали очень важной темой, которая обсуждается в последние годы в литературе, и перспективы их развития на данный момент являются открытым вопросом.

[14] Существуют два возможных способа эмиссии криптовалют: децентрализованный — сетью пользователей, и централизованный — одним или группой агентов. Но независимо от способа эмиссии «традиционные» криптовалюты не являются обязательством какого-либо экономического агента в отличие от денег центрального банка.

[15] Однако следует также отметить, что отдельные национальные валюты демонстрируют высокие колебания цен (обменных курсов) одной валюты относительно другой в условно короткие промежутки времени. Фактически любой товар или актив длительного пользования, который можно сохранить для будущего использования, является потенциальным средством сбережения, и в этом отношении некоторые из них более надежны, чем деньги.

[16] OECD. Glossary of Statistical Terms (Assets). URL: https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp? ID=2974 (дата обращения: 23.09.2019).

[17] В то же время отметим, что криптовалюта stellar предполагает прирост монет на счете с темпом 1% в год.

[18] OECD. Glossary of Statistical Terms (Financial Assets). URL: https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp? ID=961 (дата обращения: 23.09.2019).

[19] URL: https://howmuch.net/articles/worlds-money-in-perspective-2018 (дата обращения: 23.09.2019).

Таблица 1 / Table 1

Сравнительный анализ криптовалют как денег и актива / Comparative analysis of cryptocurrencies as money and asset

Свойство, характеристика / Features	Деньги / Money	Активы / Assets	Финансовые активы / Financial assets	Криптовалюты / Cryptocurrencies
Средство сохранения стоимости	Да	Да	Да	Нет
Средство платежа	Да	Нет	Нет	Частично
Мера стоимости	Да	Нет	Нет	Нет
Предоставление прав собственности	Нет	Да	Да	Возможно
Предоставление владельцу экономических выгод за счет хранения или использования	Возможно*	Да	Да	Возможно
Является обязательством другой стороны	Да	Нет	Да	Нет
Функция переноса и хранения информации	Нет**	Нет	Нет	Да

Источник / Source: составлено авторами / compiled by the authors.

* В предположении о том, что речь идет о наиболее узком денежном агрегате (M0), выгода возможна в ситуации дефляции. Выгода от хранения составляющих более широких денежных агрегатов обусловлена наличием процентного дохода.

** За исключением рассмотрения концепции "money is memory", согласно которой наличие денег у экономического агента служит свидетельством того, что ранее он добросовестно выполнил свои обязательства перед контрагентом.

КОНКУРЕНЦИЯ КРИПТОВАЛЮТ И ПЛАТЕЖНЫХ СИСТЕМ

Наш анализ показывает, что криптовалюты можно использовать как платежное средство, но они не могут служить надежной расчетной денежной единицей и средством сбережения.

Помимо фундаментальной проблемы доверия к криптовалютам, не являющимся обязательствами кого-либо, и неэластичности или недостаточной гибкости предложения ряда криптовалют, выделяются и другие ограничения криптовалютных платежных систем [12–14].

Первая проблема связана с низкой скоростью совершения транзакций в блокчейне большинства криптовалют. Например, Биткоин по данным BIS[20] и портала howmuch.net способен проводить лишь 7 транзакций в секунду, в то время как традиционные платежные системы Visa и Paypal — 24 тыс. и 193 соответственно. С другой стороны, такие проекты, как Ripple, EOS и Futurepia, способны проводить 1700,3 тыс. и даже 300 тыс. транзакций в секунду соответственно, что говорит об их высоком потенциале в данной сфере.

Следующее ограничение криптовалютных систем связано с несущественными объемами транзакций по сравнению с платежами, проводимыми через розничные и оптовые платежные системы по всему миру. Кроме того, имеет место волатильность комиссий вследствие технических ограничений системы на объем информации, содержащейся в одном блоке: рост спроса на переводы в системе приводит к росту комиссий.

Состав участников рынка, которые готовы пользоваться криптоплатежными системами, ограничен[21], а энергозатратность, необходимая для майнинга криптовалют, высока. Увеличение вычислительной мощности сопровождается эквивалентным ростом потребления электроэнергии. Согласно результатам О'Дуайера и Мэлоуна [15], энергия, необходимая для майнинга, эквивалентна потреблению электроэнергии в таких странах, как Ирландия, в 2009–2014 гг. Фактически авторы пришли к выводу, что уровень затрат на требуемое оборудование и потребление электроэнергии

[20] Bank of international settlements. BIS *Annual Economic Report*. 2018.

[21] В то же время крупнейшие банки, в частности Barclays и HSBC, заявляют о своем интересе к новой технологии и участии в проекте по созданию международной платежной системы на основании блокчейн.

необходимо сравнивать с величиной вознаграждения майнеров. Так, например, согласно оценкам digiconomist.net, за 2017 г. на майнинг Биткоина было потрачено 32,7 Тв/ч., что сравнимо с годовым потреблением энергии Сербии, Дании или Беларуси, а на майнинг эфириума — 11,1 Тв/ч., что примерно равно расходу энергии Замбии или Литвы. Для сравнения, в 2017 г. Москва израсходовала 105 Тв/ч. На текущий момент ежегодное потребление электроэнергии для майнинга биткоина оценивается в 73,12 Тв/ч., что сравнимо с потреблением энергии Австрией[22].

Важно также то, что традиционные платежные системы потребляют гораздо меньше электроэнергии, чем платежная система Bitcoin или любая другая платежная система блокчейн с механизмом консенсуса «доказательство работы», подразумевающим майнинг. Так, например, затраты электроэнергии на проведение одной транзакции Bitcoin равны затратам на проведение почти 600 тыс. транзакций Visa[23].

Далее, имеет место необходимость хранения информации, если осуществление платежей будет проводиться с помощью блокчейна. Согласно оценкам BIS[24], если с 1 июля 2018 г. все электронные розничные платежи будут производиться криптовалютами, размеры потенциальных реестров национальных розничных платежных систем в еврозоне[25], Китае и США составят к 2021 г. более 45, 80 и 105 Тб соответственно. Проблема возникнет, если эту информацию необходимо будет хранить во всех узлах блокчейн-системы.

Еще одна важная проблема заключается в ответе на вопрос: является ли использование и хранение криптовалют надежным и безопасным с точки зрения безотказной работы технологии, используемой для этих целей? Люди должны быть уверены в низкой уязвимости криптовалют к мошенничеству и сбоям в работе. До сих пор техническая безопасность технологии распределенного реестра не была протестирована в больших масштабах. В то же время изменить реестр с большим числом узлов будет сложнее, поскольку придется манипулировать огромным количеством его копий одновременно. С другой стороны, протоколом консенсуса может манипулировать злонамеренный участник (группа участников), контролирующий(ая) большинство голосов или вычислительных мощностей («захват консенсуса»). Кроме того, криптографические методы, которые безопасны сегодня, вполне возможно могут быть взломаны в будущем, если вычислительная мощность продолжит увеличиваться. Бруно Хаттнер [16] также отмечает угрозы для технологии блокчейн и цифровых валют, которые могут возникнуть в результате квантовых вычислений. Появление квантовых вычислений в течение следующих 10–15 лет может привести к тому, что существующие механизмы криптографии более не будут считаться надежными. Иными словами, в результате квантовые компьютеры вполне могут обойти существующую систему безопасности, которая лежит в основе блокчейна и цифровых валют.

Проблема анонимности криптовалют (или псевдонимности) несет в себе риск потенциального отмывания денег или финансирования терроризма. Если этого не требует закон, информация пользователей может быть защищена от разглашения третьим лицам и правительствам, в то время как преступников может сдерживать риск расследования и судебного преследования. Банки, бизнес которых будет связан с криптовалютами, должны будут соблюдать правило «знай своего клиента» и требования по борьбе с отмыванием денег и финансирования терроризма при проведении своих операций с криптовалютами.

Тем не менее, можно составить список преимуществ использования блокчейн-платежей по сравнению с традиционными платежными системами[26]. В качестве первого преимущества называется отсутствие необходимости в центральном органе управления. В традиционных платежных системах присутствует такой орган, как банк, который способен контролировать все действия клиента в системе. Банки имеют всю информацию о платежах клиентов и другой личной информации. То есть существует потенциальный риск того, что банки могут поделиться данной информацией с третьими лицами. Платежная система, основанная на блокчейн, более безопасна и прозрачна для клиентов с точки зрения защиты данных. Но следует отметить, что государственные органы имеют возможность выявлять людей при наличии

[22] URL: https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption (дата обращения: 23.09.2019).

[23] URL: https://www.statista.com/statistics/881541/bitcoin-energy-consumption-transaction-comparison-visa/ (дата обращения: 23.09.2019).

[24] Bank of international settlements. BIS *Annual Economic Report*. 2018.

[25] Расчеты проводились не для всех стран зоны евро, а для Франции, Бельгии, Нидерландов, Германии и Италии.

[26] URL: https://medium.com/menapay/traditional-payment-systems-vs-blockchain-payment-systems-1fbccff56b87 (дата обращения: 23.09.2019).

подозрений или свидетельств их причастности к незаконной деятельности.

Вторым преимуществом можно считать отсутствие необходимости в большом бюджете для обеспечения безопасности. Традиционные системы, включающие банки и операторов платежных систем (таких как Visa или Mastercard), тратят огромные суммы на предоставление своим клиентам защищенных услуг (создание серверов, наем команд обеспечения безопасности и групп управления). Система блокчейн, конечно, несет риски «атаки 51%» или «атаки из глубины», но такой взлом для преступников также связан с высокими затратами. Поэтому, если система криптовалюты достаточно большая и в платежной системе блокчейн много пользователей, его можно считать безопасным на текущий момент времени.

В качестве третьего плюса криптовалютных платежных систем называют возможность мгновенного вывода средств. В то же время этот аргумент является спорным. Банкам требуется некоторое время для обналичивания прибыли фирмы, в то время как платежные системы на блокчейне обеспечивают более простой и быстрый процесс вывода денег. Конечно, это не касается снятия денежных средств клиентом со своей платежной карты, привязанной к банковскому счету. Широкая сеть банкоматов по всему миру дает возможность получить наличные 24 часа 7 дней в неделю при минимальных издержках.

К четвертому преимуществу относится тот факт, что комиссионные сборы в рамках криптовалютных систем приемлемы и разумны. Однако этот аргумент также является спорным. С одной стороны, традиционные платежные системы включают в себя различных платежных посредников: оператора платежной системы, банк клиента и банк продавца, и все они требуют комиссию и сборы за совершение транзакций. В децентрализованной системе, т.е. в платежных системах блокчейн, транзакционные сборы определяются участниками системы — спросом и предложением на рынке. Ожидается, что такой способ должен привести к снижению комиссионных сборов по сравнению с традиционными платежными системами. С другой стороны, одной из главных проблем рынков криптовалют является высокая волатильность комиссий. Более того, в периоды аномально высоких цен на криптовалюты комиссии также резко возрастают. Например, транзакционные комиссии в системе Bitcoin достигли 55 долл. США на 22 декабря 2017 г.— пиковый период цен криптовалюты[27].

В качестве пятого преимущества называется возможность совершать быстрые международные переводы. Традиционные платежные системы зачастую не способны предоставлять быстрое обслуживание при осуществлении международных транзакций. Криптовалютная платежная система помогает своим клиентам совершать намного более быстрые транзакции между партнерами в рамках трансграничных платежей.

Существуют также несколько разработанных международных платежных моделей на основе цифровых валют центральных банков (central bank digital currencies, CBCD)[28]. В оптовых платежных системах цифровых валют центральных банков, как и в традиционных оптовых платежных системах, использующих резервы для расчетов по сделкам, существуют кредитные, расчетные, операционные риски и риск ликвидности. Взаимосвязь этих рисков в платежных системах на базе цифровых валют центральных банков в настоящее время не известна и может существенно отличаться от распределения рисков в традиционных платежных системах. А минимизация или оптимизация (компромисс) рисков будет во многом зависеть от выбранных технических решений для осуществления платежей (эмиссионных «протоколов», внутридневной политики в отношении ликвидности, выплат процентов по цифровым валютам центральных банков и т.д.). Предполагается, что кредитные, расчетные, операционные риски и риск ликвидности в оптовых платежных системах цифровых валют центральных банков могут быть снижены благодаря техническим решениям. По данным исследования проекта Убин[29], технология распределенного реестра представляет собой потенциальную возможность для усовершенствования внутренних операций с ценными бумагами, предлагая расчет поставки против платежа (ППП) с целью значительного улучшения международных платежей (платеж против платежа) и операций с ценными бумагами (ППП).

Таким образом, инфраструктура традиционных и основанных на криптовалютах платежных систем выявляет основные отличия между ними, а также преимущества и недостатки.

[27] URL: https://bitinfocharts.com/comparison/bitcoin-transactionfees.html (дата обращения: 23.09.2019).

[28] См. Bank of Canada, Bank of England. *Cross-border Interbank payments and Settlement. Emerging opportunities for digital transformation.* November 2018. Подробное обсуждение цифровых валют центральных банков выходит за пределы данной работы.

[29] Bank of America, Merrill Lynch, BCS Information Systems, Credit Suisse, DBS Bank, HSBC, J.P. Morgan, Mitsubishi UFJ Financial Group, OCBC Bank, R 3, Singapore Exchange, and UOB Bank. *The future is here. Project Ubin: SGD on Distributed Ledger.* 2017.

Таблица 2 / Table 2

Сравнительный анализ денег Хайека и криптовалют / Comparative analysis of Hayek money and cryptocurrencies

	Деньги Хайека / Hayek money	Криптовалюты / Cryptocurrencies
Эмиссия валюты	Централизованная	Децентрализованная
Является обязательством кого-либо?	Коммерческого банка-эмитента	Нет
Деэмиссия валюты	Возможна	Зависит от протокола
Ставка процента	Есть	На текущий момент нет, поскольку соответствующие кредитно-депозитные операции не получили распространение

Источник / Source: составлено авторами / compiled by the authors.

В литературе, а также среди экономистов и участников рынка активно обсуждаются сравнительные преимущества и недостатки различных криптовалютных платежных систем. Криптовалюты bitcoin, ripple и ethereum представляют наибольший интерес для сравнения. И если мы хотим назвать ту, которая больше остальных соответствует платежной системе в традиционном смысле, это будет ripple. Последняя доминирует как над bitcoin, так и над ethereum по скорости совершения транзакций (аналог RTGS, системы валовых расчетов в режиме реального времени, платежной системы с обменом валют) и по масштабируемости монет. Ethereum является децентрализованной платформой, которая запускает смарт-контракты, поэтому область ее применения не ограничивается только совершением платежей. Что касается биткоина, то он по-прежнему является основной криптовалютой, которая используется для совершения платежей и инвестиционных целей.

В следующих разделах мы поговорим о взгляде экономической теории на понятие криптовалюты.

ТРАДИЦИОННЫЕ ДЕНЕЖНО-ФИНАНСОВЫЕ МОДЕЛИ И КРИПТОВАЛЮТЫ

Попытки определить криптовалюты в привычных устоявшихся экономико-финансовых категориях привели к развитию дискуссии относительно того, в какой мере криптовалюты являются частными деньгами. Речь идет, прежде всего, о проведении параллелей с историческими примерами существовавших платежных средств, а также с частными банковскими деньгами Хайека [17] в контексте потенциального вытеснения государственных денег «частными»[30].

Работа Хайека была написана во времена, когда задача снижения инфляции стояла достаточно остро и, по мнению самого Хайека, не могла быть решена из-за сеньоража, к которому прибегали власти. Кроме того, автор полагал, что регулирование денежной эмиссии приводит к снижению эффективности работы денежной системы, а валюту следует считать обычным коммерческим товаром и потому производить конкурентным (рыночным) способом. При этом вследствие конкуренции останутся те валюты, которые будут наилучшим образом выполнять функции денег, т.е. служить средством платежа и сохранять свою стоимость во времени. В *табл. 2* сравниваются деньги Хайека и криптовалюты, из чего становится понятно, что они формально представляют собой разные экономические явления в основном за счет того, что большинство криптовалют не являются

[30] Говоря об исторических примерах частных денег, мы подразумеваем, например, долговые расписки в Китае X–XII вв., деньги, обеспеченные серебром в Японии XV–XVI вв., банкноты в форме расписок, подтверждавших депонирование на счетах металлических денег в Европе (Венеция, Голландия) XVII в. Вопрос о вытеснении денег центрального банка частными деньгами базируется на идее о том, что инфляция вследствие порчи монет или сеньоража снижает покупательную способность государственных денег и подрывает доверие к ним. Одним из наиболее ярких примеров массовой порчи монет и высокой инфляции является монетный кризис XVII в. государств центральной Европы, находящихся на территории современной Германии, получивший название “Kipper- und Wipperzeit” («Время сортирующих и взвешивающих»). Подробнее о происхождении бумажных денег и центральных банков см. [18].

ничьим обязательством, в отличие от денег частных коммерческих банков.

Обычно криптовалюта не является ничьи обязательством: это то, что мы видим на практике и согласно формальным определениям криптовалют. Тем не менее на рынке появились некоторые частные цифровые валюты (и их эмитенты также называют их криптовалютами), обменный курс которых фиксирован в некоторых национальных валютах. Другими словами, существуют исключения, когда эмитент цифровой валюты заявляет о своем обязательстве обменять цифровые монеты на какой-либо другой актив, например доллар США. Криптовалюты, которые имеют некую гарантию относительно уровня волатильности цен, называются стейблкоинами (от англ. stablecoin). Централизованные стейблкоины — это криптовалюты с центральным эмитентом, который участвует в выпуске криптоинструментов и хранении их обеспечения на своих счетах. Можно выделить две группы таких валют:

1. Гарантированные фиатной валютой.
2. Гарантированные любым торгуемым товаром или активом (имеются в виду биржевые товары).

Существуют также так называемые децентрализованные стейблкоины, которые являются криптовалютами, гарантированными другой криптовалютой (не фиатной валютой или активом, как рассматривалось выше).

НОВЫЙ МОНЕТАРИЗМ, ЭКОНОМИКА ПЛАТЕЖЕЙ И КРИПТОВАЛЮТА

Мы рассмотрели дискуссию, касающуюся экономической сущности криптовалют и криптоактивов. Закономерно возникает вопрос: существуют ли какие-либо формальные модели, объясняющие возможные преимущества и последствия использования криптовалюты? На сегодняшний момент существуют лишь несколько теоретических работ и формальных моделей, описывающих поведение криптовалют и криптовалютного рынка. Причина этого в том, что традиционная экономическая теория не обладает инструментами, необходимыми для работы с криптовалютами. Единственное теоретическое исключение, анализирующее криптовалюты в рамках строгих моделей — это новый монетаристский подход и конкретно одна из его отраслей, экономика платежей[31].

Рассмотрим работу Вакниса [23], где он строит двухвалютную версию монетарной модели поиска Лагоса и Райта [24]. Целью Вакниса было ответить на фундаментальный вопрос денежной теории: может ли валюта быть эффективно предоставлена частными конкурентоспособными эмитентами денег[32] и предпочтительна ли монопольная эмиссия денег для общества? Эта проблема важна как с теоретической, так и с практической точки зрения из-за недавнего появления различных финансовых инструментов и криптовалют, которые могут служить средством платежа и в какой-то степени сбережения, т.е. потенциально выступать в качестве денег. Конкуренция между этими инструментами ставит вопрос об эффективном способе проведения транзакций и оптимальной денежно-кредитной политике в мире с конкурентным предложением денег. Вакнис представляет модель с централизованным рынком как бесконечно повторяющуюся игру между двумя долгоживущими игроками (эмитентами денег) и недолгоживущим игроком (континуумом агентов).

Модель разбита на два подпериода:

1. Дневной подпериод, когда специальные товары торгуются на децентрализованном рынке. Децентрализованный рынок характеризуется торговыми трениями, и поэтому деньги ценятся за предоставляемые ими услуги ликвидности.
2. Ночной подпериод, когда общее благо торгуется на централизованном Вальрасовском рынке. Ночная торговля анонимна. Агенты пересматривают свои портфели в ночное время.

Экономика характеризуется несовершенной памятью и ведением записей, исключающих кредитные операции[33]. Поведение агентов описывается функциями ценности, зависящими от портфеля реальных денежных остатков и вектора темпов роста валют R и B соответственно; ϕ^R и ϕ^B — стоимости денег на централизованном рынке в валюте R и B соответственно[34]. Функции ценности агентов зависят от их выхода на два существующих рынка: централизованный и децентрализованный. Функции ценности также зависят от стандартных параметров «поиска и совпадения»: вероятности встречи, вероятности встречи с односторонним совпадением и вероятности бартерного обмена.

Эмитенты денег ($Bank_R$ и $Bank_B$) выпускают валюту R и B соответственно. Новые деньги, выпущенные эми-

[31] Подробнее см. Уильямсон и Райт [19, 20], Носал и Рошто [21, 22].

[32] Под частными конкурентными эмитентами денег в данном случае понимаются, в том числе, эмитенты криптовалют.

[33] Подробнее см. Кочерлакота [3] и Уоллес [25].

[34] Она представляет собой единицы общего блага, которые могут быть куплены одной единицей соответствующей валюты на централизованном рынке.

тентами на централизованный рынок, используются для потребления общего блага[35]. Автор моделирует выбор темпа роста денежной массы как безусловную бесконечно повторяющуюся игру. Поскольку недолго живущий игрок заботится только об оптимизации потребления текущего периода и суммы денег, которую он унесет с централизованного рынка, он всегда играет по Нэшу, и, следовательно, равновесное распределение соответствует наилучшей функции отклика. Поскольку эмитенты денег являются долгоживущими игроками, они выбирают темпы роста денег, максимизирующие полезность от потребления в форме среднего дисконтированного выигрыша.

На централизованном рынке игра моделируется как динамическая между двумя эмитентами частных денег, максимизирующими свою полезность, и континуумом агентов. Автором было показано, что равновесие по Нэшу в статической игре дает самый высокий инфляционный налог, аналогичный случаю с одним эмитентом денег в работе Вакниса [27]. Бесконечное повторение этой игры дает множество равновесий. Конкуренция между эмитентами денег и тот факт, что агенты строят функцию откликов по Нэшу, превращает игру на централизованном рынке в дилемму между двумя эмитентами денег.

Если оба поставщика денег достаточно терпеливы, то равновесие с наименьшим инфляционным налогом (кооперативное равновесие) является свидетельством в пользу того, что конкуренция между валютами, вероятно, приведет к результату с низкой инфляцией. Это означает, что существуют условия, при которых конкуренция между деньгами предпочтительнее, поскольку может привести к низкой инфляции, что соответствует идеям Хайека, рассмотренным ранее.

ВЫВОДЫ

Целью данной работы явилось написание, с одной стороны, емкого, а с другой стороны — исчерпывающего обзора, посвященного раскрытию сущности криптовалют, выполняемых ими функций, а также проблем и выгод, связанных с их использованием. Отдельное внимание в работе было уделено технологическим основам эмиссии криптовалют, поскольку особенности протоколов эмиссии являются отправной точкой для обсуждения содержательных вопросов, связанных с функционированием криптовалют.

Несмотря на отсутствие единого определения и понимания сущности криптовалют в литературе, проведенный анализ позволяет сделать следующие выводы. Во-первых, криптовалюты не удовлетворяют всем характеристикам денег и активов. Во-вторых, криптовалюты сегодня — это спекулятивные активы, частично выполняющие функцию средства платежа. В-третьих, криптовалюты могут иметь существенные перспективы развития с точки зрения проведения платежей, хранения и передачи информации в первую очередь благодаря инновационной технологии, на которой основано их функционирование.

Кроме того, несмотря на ограничения криптовалют, некоторые из которых в настоящее время не имеют технических решений, и фундаментальный вопрос «внутренней» надежности криптовалютной платежной системы, криптовалюты представляют значительный интерес не только для инвесторов, общественности, но и для органов денежно-кредитной политики. Причины этого кроются в том, что осуществление платежей с помощью технологии распределенного реестра способно снизить транзакционные издержки и, более того, имеет встроенную функцию передачи и хранения информации. Рост спроса на криптоплатежи привел к ситуации, когда не только коммерческие, но и центральные банки стали рассматривать возможность выпуска собственных цифровых денег.

Основным условием для доверия к любой валюте, в том числе криптовалюте, и ее широкого использования агентами является стабильность ее покупательной способности (подробнее см. [28]). И хотя анализ на основании формальных моделей показывает, что существуют условия, при которых эмитенты частных денег придерживаются способов эмиссии, приводящих к низкой инфляции, сама природа криптовалют противоречит идее централизованной ответственности за финансовую систему. Следовательно, криптовалюты нельзя рассматривать как замену существующей денежно-кредитной системы, по крайней мере, в настоящее время.

[35] Что является привилегией, полученной благодаря доступу к технологии ведения записей [26].

БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы выражают благодарность рецензенту за ценные замечания и предложения.

ACKNOWLEDGMENT

The authors are grateful to the referee for valuable comments and suggestions.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Preneel B. The first 30 years of cryptographic hash functions and the NIST SHA-3 competition. In: Pieprzyk J., ed. Topics in cryptology — CT-RSA 2010. The 10th Cryptographers' track at the RSA conference (San Francisco, CA, 1–5 March, 2010). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag; 2010:1–14.
2. Mazières D. The stellar consensus protocol: A federated model for internet-level consensus. Stellar Development Foundation. 2015. URL: https://www.stellar.org/papers/stellar-consensus-protocol.pdf.
3. Kocherlakota N. Money is memory. *Journal of Economic Theory*. 1998;81(2):232–251. DOI: 10.1006/jeth.1997.2357
4. Cheah E.-T., Fry J. Speculative bubbles in Bitcoin markets? An empirical investigation into the fundamental value of Bitcoin. *Economics Letters*. 2015;130:32–36. DOI: 10.1016/j.econlet.2015.02.029
5. Ciaian P., Rajcaniova M., Kancs A. The digital agenda of virtual currencies. Can BitCoin become a global currency? *Information Systems e-Business Management*. 2016;14(4):883–919. DOI: 10.1007/s10257–016–0304–0
6. Hayes A. The decision to produce Altcoins: Miners' arbitrage in cryptocurrency markets. *SSRN Electronic Journal*. 2015. DOI: 10.2139/ssrn.2579448
7. Hayes A. Cryptocurrency value formation: An empirical study leading to a cost of production model for valuing Bitcoin. *Telematics and Informatics*. 2017;34(7):1308–1321. DOI: 10.1016/j.tele.2016.05.005
8. Sovbetov Y. Factors influencing cryptocurrency prices: Evidence from Bitcoin, Ethereum, Dash, Litcoin, and Monero. *Journal of Economics and Financial Analysis*. 2018;2(2):1–27. DOI: 10.1991/jefa.v2i2.a16
9. Liu Y., Tsyvinski A. Risks and returns of cryptocurrency. *SSRN Electronic Journal*. 2018. DOI: 10.2139/ssrn.3226952
10. Dyhrberg A. H. Bitcoin, gold and the dollar — A GARCH volatility analysis. *Finance Research Letters*. 2016;16:85–92. DOI: 10.1016/j.frl.2015.10.008
11. Carpenter A. Portfolio diversification with Bitcoin. *Journal of Undergraduate Research in Finance*. 2016;6(1):1–27. URL: https://jurf.org/wp-content/uploads/2017/01/carpenter-andrew-2016.pdf.
12. Huberman G., Leshno J., Moallemi C. Monopoly without a monopolist: An economic analysis of the bitcoin payment system. Bank of Finland Research Discussion Paper. 2017;(27). URL: http://ipl.econ.duke.edu/seminars/system/files/seminars/1874.pdf.
13. Easley D., O'Hara M., Basu S. From mining to markets: The evolution of bitcoin transaction fees. *Journal of Financial Economics*. 2019;134(1):91–109. DOI: 10.1016/j.jfineco.2019.03.004
14. Abadi J., Brunnermeier M. Blockchain economics. Centre for Economic Policy Research. CEPR Discussion Papers. 2018;(13420). URL: https://scholar.princeton.edu/sites/default/files/markus/files/blockchain_paper_v3g.pdf.
15. O'Dwyer K., Malone D. Bitcoin mining and its energy footprint. In: 25th IET Irish signals & systems conf. 2014 and 2014 China-Ireland int. conf. on information and communications technologies (ISSC 2014/CIICT 2014). (Limerick, Ireland, 26–27 June 2014). Limerick: University of Limerick; 2014:262–268. URL: http://karlodwyer.com/publications/pdf/bitcoin_KJOD_2014.pdf.
16. Huttner B. Quantum threats and possible solutions for blockchains and digital currencies. In: World Summit on the Information Society Forum (WSIS Forum). Session 304: Central Bank issued digital currency: Challenges for security and interoperability. (Geneva, 19–23 March, 2018). 2018:19–23.
17. Hayek F. Denationalization of money — The argument refined: An analysis of the theory and practice of concurrent currencies. London: The Institute of Economic Affairs; 1976. 146 p.
18. Моисеев С. История центральных банков и бумажных денег. М.: Вече; 2015. 536 с.
19. Moiseev S. History of central banks and paper money. Moscow: Veche; 2015. 536 p. (In Russ.).
20. Williamson S., Wright R. New monetarist economics: Models. In: Friedman B.M., Woodford M., eds. Handbook of monetary economics. Amsterdam: North Holland; 2010;3A:25–96.
21. Williamson S., Wright R. New monetarist economics: Methods. Federal Reserve Bank of Minneapolis. Research Department Staff Report. 2010;(442). URL: https://www.minneapolisfed.org/research/sr/sr442.pdf.
22. Nosal E., Rocheteau G. The economics of payments. Federal Reserve Band of Cleveland. Policy Discussion Paper. 2006;(14). URL: https://www.clevelandfed.org/en/newsroom-and-events/publications/discontinued-publications/policy-discussion-papers/pdp-0614-the-economics-of-payments.aspx.
23. Nosal E., Rocheteau G. Money, payments, and liquidity. Cambridge, MA: The MIT Press; 2011. 504 p.
24. Waknis P. Competitive supply of money in a new monetarist model. Munich Personal RePEc Archive. MPRA Paper. 2017;(75401). URL: https://mpra.ub.uni-muenchen.de/75401/1/MPRA_paper_75401.pdf.

25. Lagos R., Wright R. A unified framework for monetary theory and policy analysis. *Journal of Political Economy*. 2005;113(3):463–484. DOI: 10.1086/429804
26. Wallace N. Whither monetary economics? *International Economic Review*. 2001;42(4):847–869. DOI: 10.1111/1468–2354.00137
27. Fernández-Villaverde J., Sanches D. Can currency competition work? NBER Working Paper. 2016;(22157). URL: https://www.nber.org/papers/w22157.pdf.
28. Waknis P. A Leviathan central bank: Modeling Seigniorage in a money search model. *Economics Letters*. 2014;125(3):386–391. DOI: 10.1016/j.econlet.2014.10.027
29. Schnabel I., Shin H. Money and trust: Lessons from the 1620s for money in the digital age. BIS Working Papers. 2018;(698). URL: https://www.bis.org/publ/work698.pdf.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Елена Владимировна Синельникова-Мурылева — кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, Институт прикладных экономических исследований РАНХиГС, Москва, Россия
Elena V. Sinel'nikova-Muryleva — Can. Sci. (Econ.), Senior Researcher, Institute of Applied Economic Research, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA), Moscow, Russia
el.sinelnikova@gmail.com

Кирилл Дмитриевич Шилов — научный сотрудник, Институт прикладных экономических исследований РАНХиГС, Москва, Россия
Kirill D. Shilov — Researcher, Institute of Applied Economic Research, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA), Moscow, Russia
shilovkd@gmail.com

Андрей Витальевич Зубарев — кандидат экономических наук, старший научный сотрудник, Институт прикладных экономических исследований РАНХиГС, Москва, Россия
Andrei V. Zubarev — Can. Sci. (Econ.), Senior Researcher, Institute of Applied Economic Research, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA), Moscow, Russia
texxik@gmail.com

Заявленный вклад авторов:
Синельникова-Мурылева Е.В. — постановка проблемы, разработка концепции статьи, критический анализ литературы, логическое структурирование материала, формулирование выводов.
Шилов К.Д. — сбор статистических данных, табличное и графическое представление результатов, формирование выводов исследования.
Зубарев А.В. — разработка концепции исследования, формирование выводов исследования.

Authors' declared contribution:
Sinel'nikova-Muryleva E.V. — articulation of the issue, development of the concept of the article, critical analysis of the literature, logical structuring of the material, drawing conclusions.
Shilov K.D. — collection of statistical data, tabular and graphical presentation of the results, drawing research conclusions.
Zubarev A.V. — research concept development, drawing research conclusions.

Статья поступила в редакцию 08.10.2019; после рецензирования 22.10.2019; принята к публикации 28.10.2019. Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.
The article was submitted on 08.10.2019; revised on 22.10.2019 and accepted for publication on 28.10.2019. The authors read and approved the final version of the manuscript.