

DOI: 10.18721/JE.10501

УДК 336.74; 621:319.34

## **КРИПТОВАЛЮТА И БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИЯ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ: ГЕНЕЗИС РАЗВИТИЯ**

**А.В. Бабкин,<sup>1</sup> Д.Д. Буркальцева,<sup>2</sup> В.В. Пшеничников,<sup>3</sup> А.С. Тюлин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,  
Санкт-Петербург, Российская Федерация

<sup>2</sup> Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь,  
Республика Крым, Российская Федерация

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский государственный экономический университет,  
Санкт-Петербург, Российская Федерация,  
Воронежский государственный аграрный университет имени Императора Петра I,  
г. Воронеж, Российская Федерация

Относительно недавнее появление электронных денег и их различных видов как возможной альтернативы существующим деньгам ощутимо волнует не только экономистов, но и рядовых граждан – активных пользователей современных финансовых услуг в условиях функционирования глобальной сети Интернет. Исследования сущности природы криптовалют и модели институционализации регулирования в зарубежных странах позволят более детально разобраться в этом феномене в целях формирования и развития цифровой экономики и обеспечения финансово-экономической безопасности современной мировой и национальных финансовых систем. Появление криптовалют – одна из ключевых причин растущего спроса на глобальные социально-экономические изменения в связи с активным развитием и внедрением в различные сферы деятельности современных информационно-телекоммуникационных технологий, или комплекса институциональных реформ. Уровень доверия граждан к государству снижается по всему миру, с поправками на темпы этого падения и в зависимости от региона. Наиболее прогрессивная часть общества настроена на замещение государства группой сервисных компаний, работающих на конкурентной основе. В этом контексте серьезные изменения ожидают не только так называемый общественный договор, но и международную институционально-правовую систему в целом. Однако именно децентрализованные системы являются одним из ключевых инструментов на пути к этим эволюционным изменениям. Рассмотрены основные исторические события зарождения криптовалют. Проанализирована экономическая сущность цифровых денег (фиатных) и криптовалют, дана их сравнительная характеристика. Изучены особенности государственного регулирования криптовалют в Австралии. Проведен анализ правового регулирования в Великобритании. Изучен опыт государственного регулирования в Европейском союзе. Исследованы основные этапы развития государственного регулирования в Китае, США и Украине. Рассмотрены шаги правового регулирования в США. Проанализированы этапы развития отношений между биткойн-сообществом и надзорным органом Украины в лице НБУ в контексте правового регулирования. Подробно изучены основные инициативы и предложения относительно правового регулирования криптовалют в Российской Федерации. Проведен SWOT-анализ криптовалют. Выделены особенности безопасности потенциала использования криптовалют со стороны FATF. Рассмотрен алгоритм принципиальной схемы институционального

обеспечения финансово-экономической безопасности в условиях применения технологии блокчейн. Выдвинута гипотеза о зависимости инерции массы денег от экономики. При исследовании опыта регулирования криптовалют в зарубежных странах обнаружены схожие черты. Во-первых, каждая страна стремится создать благоприятный климат развития новейших цифровых технологий (блокчейн) и видит высокий потенциал их использования не только в частном, но и государственном секторе. Во-вторых, рынок криптовалют растет высокими темпами, и государство, не адаптировав налоговый кодекс под современные вызовы цифровой экономики, недополучает доходы в бюджет, так как криптовалюты находятся вне правовой юрисдикции. В-третьих, сегодня насчитывается более одной тысячи различных криптовалют, следовательно, необходимо разработать единые стандарты их регулирования. Показано, что большинство стран заявляет о создании национальной криптовалюты, откуда вытекает два параллельных сценария развития событий: с одной стороны, нужно регулировать обращение эмитированных ранее криптовалют и идентифицировать их в правовом поле как «цифровой товар/инструмент», с другой – раскрыть и исследовать преимущества имитирования национальной криптовалюты. На основе генезиса развития криптовалют и блокчейн-технологии отражены проблемы формирования цифровой экономики, показаны направления дальнейших исследований.

**Ключевые слова:** цифровая экономика; электронные деньги; криптовалюта; биткойн; блокчейн-технология; генезис развития; государственное регулирование

**Ссылка при цитировании:** Бабкин А.В., Буркальцева Д.Д., Пшеничников В.В., Тюлин А.С. Криптовалюта и блокчейн-технология в цифровой экономике: генезис развития // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2017. Т. 10, № 5. С. 9–22. DOI: 10.18721/JE.10501

## CRYPTOCURRENCY AND BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN DIGITAL ECONOMY: DEVELOPMENT GENESIS

**A.V. Babkin,<sup>1</sup> D.D. Burkaltseva,<sup>2</sup> V.V. Pshenichnikov,<sup>3</sup> A.S. Tyulin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russian Federation

<sup>2</sup> Crimean Federal University, Simferopol, Crimean Republic, Russian Federation

<sup>3</sup> Saint-Petersburg State University of Economics, St. Petersburg, Russian Federation, Voronezh State Agricultural University, Voronezh, Russian Federation,

Different types of electronic money as a possible alternative to the existing money have only appeared recently; this has been attracting considerable attention from not only economists but also ordinary citizens who are active users of modern financial services in the global Internet. Studying the nature of cryptocurrencies and the model of institutionalized regulation in foreign countries will allow to understand this phenomenon in more detail with the subsequent goal of creating and developing a digital economy and ensuring financial and economic safety in the modern world and the national financial systems. The emergence of cryptocurrencies is one of the key reasons of the growing demand for global social economic changes due to the modern information and telecommunication technologies actively developing in different spheres of modern life (or, to put it in less radical terms, a complex of institutional reforms). The citizens' level of trust towards the state decreases worldwide, with the decrease rates depending on the region. The most progressive part of society is in favor of replacing the state with a group of service companies competing against each other. In view of this, not only the so-called public contract, but also the entire international institutional and legal system are facing serious changes. However, decentralized systems are one of the key tools to implementing these evolutionary changes. This study has considered the main milestones in the development of cryptocurrencies. The economic essence of digital (fiat) money and cryptocurrencies is analyzed, a comparative characteristic is given. The features of state regulation of cryptocurrencies in Australia are studied. The analysis of legal regulation in

Great Britain is carried out. The experience of state regulation in the European Union is studied. The main stages of development of state regulation in China, the USA and Ukraine are investigated. The measures of legal regulation in the USA are considered. The stages of development of the relations between the Bitcoin community and the supervisory authority of Ukraine represented by the National Bank of Ukraine are analyzed in the context of legal regulation. The main initiatives and proposals of legal regulation of cryptocurrencies in the Russian Federation are studied in detail. Additionally, we have carried out a SWOT analysis of cryptocurrencies based on the conducted research. We have described the specifics of safely using cryptocurrencies (from FATF's standpoint). We have considered the algorithm of the schematic diagram for ensuring financial and economic safety by institutional measures while using the blockchain technology. We have hypothesized that the inertia of the money mass depends on the economy. Studying the regulation of cryptocurrencies in foreign countries, we have found certain similarities. Firstly, each country seeks to create a favorable climate for the development of the latest digital technologies (blockchain) and sees the high potential of using technologies in the private as well as in the public sector. Secondly, the market of cryptocurrencies is growing at high rates and the state, and by failing to adapt the tax code to the challenges of modern digital economy, the state's budget receives less income as cryptocurrencies are out of legal jurisdiction. Thirdly, more than a thousand of various cryptocurrencies exist today, therefore, it is necessary to develop uniform standards of regulation of cryptocurrencies. We have shown that the majority of the countries have declared the creation of the national cryptocurrency, with two parallel scenarios ensuing: on the one hand, it is necessary to regulate the circulation of the cryptocurrencies emitted earlier and to identify them as «digital goods / tool» within the legal framework; on the other hand, it is necessary to discover and investigate the advantages of simulating national cryptocurrencies. Based on the evolution of cryptocurrencies and blockchain, we have analyzed the problems of the formation of digital economy, and have outlined the directions for further research.

**Keywords:** digital economy; electronic money; cryptocurrency; bitcoin; blockchain technology; development genesis; state regulation

**Citation:** A.V. Babkin, D.D. Burkaltseva, V.V. Pshenichnikov, A.S. Tyulin, Cryptocurrency and blockchain technology in digital economy: development genesis, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 10 (5) (2017) 9–22. DOI: 10.18721/JE.10501

*Введение.* Относительно недавнее появление электронных денег как возможной альтернативы существующим средствам ощутимо волнует не только экономистов, но и рядовых граждан — активных пользователей современных финансовых услуг в условиях функционирования глобальной сети Интернет и развития цифровой экономики [1, 5, 26, 30, 31]. Необходимость исследования сущности природы электронных денег, в том числе криптовалют, а также модели институционализации регулирования в России и зарубежных странах позволят более детально разобраться в этом феномене в целях финансово-экономической безопасности современной мировой финансовой системы.

Ключевым вопросом для более глубокого понимания роли электронных денег и криптовалют является определение экономической природы их сущности.

Исследования в области виртуальных валют еще не получили достаточного внимания

среди отечественных и зарубежных исследователей, что во многом объясняется новизной данного подвида электронных денег. Появление электронных денежных средств, лишенных вещественного носителя всеобщего эквивалента, требует изучения их природы и родовой основы с учетом новых реалий постиндустриального экономического уклада, формирования цифровой экономики и внедрения в промышленности концепции Индустрия 4.0. Место электронных денег в структуре форм и видов денег представлено на рис. 1 [1, с. 37].

Сущность и внутренняя природа электронных денег и криптовалют рассмотрены в ряде отечественных публикаций [1, 5, 28–30 и др.]. Одновременно в зарубежной научной литературе вопросам функций криптовалют и исследованию роли государства в регулировании их функционирования посвящены научные труды П. Брелоффа, Т. Ли, Д. Малтолчи, Н. Рубини, М. Таранзи, А. Херн и др.

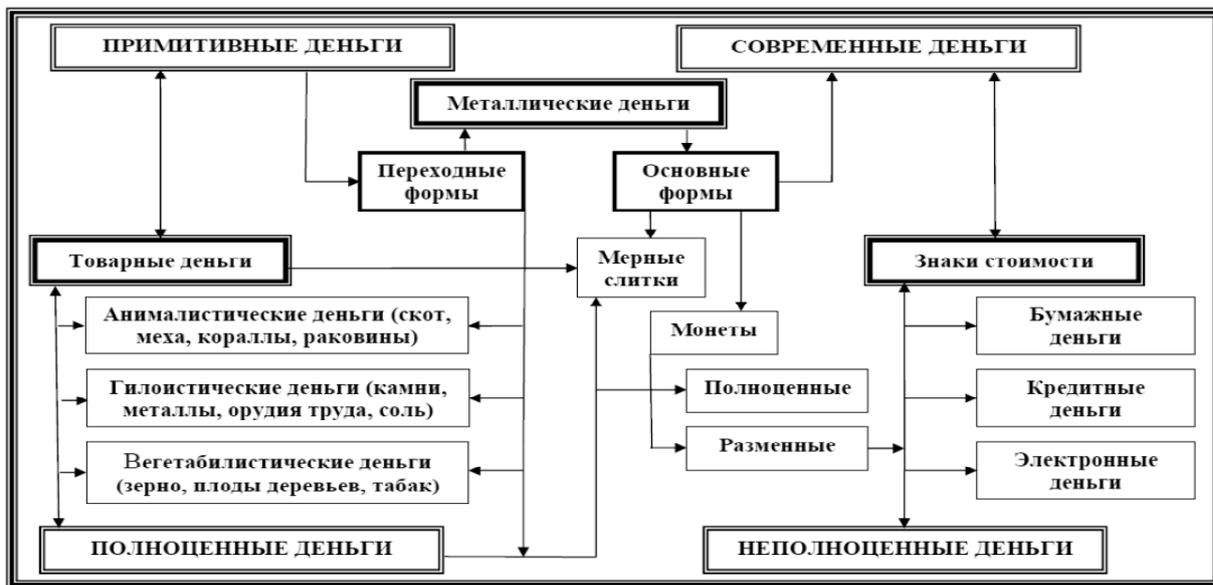


Рис. 1. Структура и классификация денег

Fig. 2. Structure and classification of money

Анализ этих и других трудов отечественных и зарубежных ученых в ходе проведенного исследования позволил отметить недостаточную изученность экономической природы виртуальных валют, их нормативно-правового обеспечения, состояния институциональных процессов регулирования цифровой экономики, а также использования их потребителями широкого круга. Все это обусловило актуальность темы исследования.

Цель исследования – провести генезис развития криптовалют и блокчейн технологии в условиях формирования цифровой экономики.

*Методика и результаты исследования.*

**Этапы развития криптовалют.** История развития криптовалют берет свое начало с того момента, как раннее неизвестная группа программистов под псевдонимом Сатоши Накомото разработали первую криптовалюту биткойн (bitcoin) [8].

Эволюцию развития криптовалют можно представить в виде нескольких этапов, представленных на рис. 2.

1. Первый этап в истории криптовалют – этап зарождения, с 2009 по 2010 г. Его главные события представлены в табл. 1.



Рис. 2. Этапы развития криптовалют

Fig. 2. Development stages of Crypto-currency

Источники: составлено авторами

Зарождение криптовалют связано, в первую очередь, с появлением Биткойн (англ. Bitcoin, от bit – «бит» и coin – «монета») – платежной системы, использующей одноименную расчетную единицу и одноименный протокол передачи данных [1, с. 39–40].

Для обеспечения функционирования и защиты системы используются криптографические методы. Вся информация о транзакциях между адресами системы доступна в открытом виде.

Основные характеристики Биткойн:

– вся информация о транзакциях доступна в публичном реестре с первой транзакции;

Таблица 1

**Основные исторические события криптовалют**  
**Main historical events Crypto-currency**

Время события	Событие
9 января 2009 г.	Выпущен биткойн 0.1
Ноябрь 2009 г.	По адресу bitcoin.org появился форум, который позднее превратился в Bitcointalk
Декабрь 2009 г.	Выпущен биткойн 0.2
Лето 2010 г.	Выпущен биткойн 0.3
6 августа 2010 г.	Была обнаружена серьезная уязвимость в протоколе Биткойн
15 августа 2010 г.	Биткойн подвергся атаке, сгенерировано более 184 биткойнов и отправлено по двум адресам. За несколько часов удалось отследить и удалить из блокчейна эти биткойны
27 ноября 2010 г.	Появился первый майнинг-пул Bitcoin Pooled Mining (BPM), более известный как Slush's Pool
Декабрь 2010 г.	Пользователь doublec скомпилировал первый мобильный клиент bitcoind для смартфона Nokia N900
Конец 2010 г.	Сатоши Накомото выпустил свою последнюю версию Биткойн 0.3.9 и покинул проект

Источники: составлено авторами по [1, 2, 30].

- открытый исходный код;
- имеет дефляционный характер, эмиссия (выпуск) монет ограничена протоколом;
- невозвратность транзакций;
- транзакции обезличены, используются только номера кошельков системы;
- электронный платеж между двумя сторонами происходит без посредников;
- есть возможность привлечения третьей стороны-гаранта при помощи
  - мультиподписи;
  - заблокировать средства извне нет возможности;
  - заложены возможности смарт-контрактов (с некими ограничениями);
  - биткойны могут использоваться для обмена на товары или услуги у продавцов, которые согласны их принимать;
  - обмен на обычные валюты происходит через онлайн-сервис обмена цифровых валют, другие платежные системы или обменные пункты.

Основные недостатки Биткойн:

- эмиссия денег вне контроля;
- возможен оборот нелегальных товаров;
- спекулятивные операции с формированием финансовой пирамиды.

Успех Биткойн привел к появлению альтернативных валют (Altcoins), таких как Litecoin, Peercoin, Primecoin и т. д.

В конце 2010 г. Сатоши Накомото прекратил свое участие в проекте. Однако его уход не стал серьезной проблемой – разработку Биткойн продолжили другие участники. Чтобы функционирование было более эффективным был принят формат предложений об улучшении системы, которые определили стандартный способ представления перспективных идей, поскольку у Биткойн нет формальной структуры. Первое предложение ВІР (ВІР 0001) отправил Амир Тааки 19 августа 2011 г. В нем он описал, что такое ВІР. Именно это событие стало началом для нового этапа становления криптовалюты.

2. Второй этап можно заключить о временные рамки с 2011 г. по конец 2013 г. Ключевые события этого периода представлены в табл. 2.

К середине 2011 г. поступило много предложений по повышению эффективности Биткойна, многие из которых реализовать было невозможно; некоторые участники сообщества начали создавать свои новые проекты. Одной из первых реализованных идей стало связывание Биткойн с DNS, позволившее создать Неймойн. Затем разработчики стали экспериментировать с интервалом создания блоков, наградой за блок и другими параметрами, в результате чего были созданы GeistGeld, iXcoin, SolidCoin и другие криптовалюты.

**Этапы зарождения биткойна**  
**The stages of the birth of bitcoins**

Время события	Событие
Начало 2011 г.	Начались первые тестирования Биткойн по ее улучшению
Середина 2011 г.	Связывание Биткойн с DNS, возволившее создать Неймкойн. В результате созданы GeistGeld, iXcoin, SolidCoin и другие альтернативные валюты
Лето 2011 г.	Представлен принцип подтверждения владения
Июль 2011 г.	Компания Intervex Digital выпустила Bitcoins Mobile, первое биткойн-приложение для iPad
13 октября 2011 г.	Разработана криптовалюта лайткойн
Осень 2011 г.	Появилась альтернативная криптовалюта Ripple
Конец 2011 г.	Алан Райнер выдвинул предложение ВРР 0010, описывающее транзакции с мультиподписью
30 марта 2012 г.	В Биткойн добавлены мультиподписи
Апрель 2012 г.	Реализованы транзакции платы хешу сценария (Pay-to-script-hash, P2SH), определенные в ВРР 0016
Сентябрь 2012 г.	Ларсен и Маккалеб основали корпорацию OpenCoin, которая приступила к разработке протокола Ripple (RTHP) и платежной сети Ripple
Конец 2013 г.	Создана первая PoS-валюта пиркойн, чуть позже появились ее форки

И с т о ч н и к : составлено авторами по [2, 30].

Чуть позже была разработана криптовалюта лайткойн, на которую сообщество подавало большие надежды. Майнинг Лайткойн функционировал на обычных процессорах.

Летом 2011 г. был представлен принцип подтверждения владения (Proof-of-Stake, PoS) как ответ на неравное распределение «голосов». Вместо учета доли вычислительных ресурсов, принадлежащих участнику сети, «голоса» за историю транзакций в такой системе рассчитываются пропорционально количеству монет, владение которыми пользователь может подтвердить с помощью Закрытых ключей. Годом позже была выпущена криптовалюта PRCoin (Пиркойн) с гибридным подтверждением работы и владения.

В этот период также началась разработка мобильных криптовалютных приложений. В июле 2011 г. компания Intervex Digital выпустила Bitcoins Mobile, первое биткойн-приложение для iPad. В августе 2011 г. был создан первый децентрализованный пиринговый пул (P2Pool), и примерно в это же время опубликована работа «Анализ анонимности в биткойн-системе», положившая начало серьезным исследованиям анонимности Биткойн,

вылившимся в создание биткойн-миксеров. Первой «прачечной для биткойнов» руководил Майк Гогулски (Mike Gogulski).

Летом 2011 г. были объявлены майнинг-устройства на основе ASIC, которые дестабилизировали инфраструктуру майнинга (хотя прошло еще полгода, пока они появились в реальности). Главная проблема с ASIC-оборудованием заключается в том, что оно способствует консолидации вычислительной мощности, что противоречит самой философии Биткойн.

В 2011 г. также появилась альтернативная криптовалюта Ripple. Протокол Ripple впервые был реализован в 2004 г. Райаном Фаггером (Ryan Fugger), веб-разработчиком из г. Ванкувера. В 2005 г. Р. Фаггер начал разрабатывать финансовую службу Ripplepay для защищенных онлайн-платежей в глобальной сети. Некоторые люди поняли, что в качестве системы обмена долговыми обязательствами Ripple может обеспечить мощные возможности криптовалют и при этом решить ряд актуальных проблем биткойн-сообщества (использование централизованных бирж, высокое потребление электричества и большое

время транзакций). Это побудило Джеда Маккалеба (Jed McCaleb) разработать в 2011 г. новую систему Ripple.

В мае 2011 г. Д. Маккалеб начал параллельно разрабатывать цифровую валюту, в которой утверждение транзакций основано на консенсусе участников, а не на майнинге, как в Биткойн.

В конце 2011 г. Алан Райнер (Alan Reiner) выдвинул предложение BIP 0010, описывающее транзакции с мультиподписью. Так называется транзакция, которая отправляет средства с адреса с мультиподписью, т. е. с адреса, с которым связано более одного закрытого ключа ECDSA. Транзакции с мультиподписью описываются формулой  $m$  из  $n$ , которая означает, что адрес связан с  $n$  закрытыми ключами, при этом для отправки биткойнов с этого адреса требуется как минимум  $m$  подписей.

Это предложение было реализовано и протестировано в старых версиях ПО Armoгу в сценариях с подписанием транзакций в оффлайн-кошельках; 30 марта 2012 г. мультиподписи добавлены в Биткойн.

На этом этапе на горизонте замаячила проблема размера блокчейна, и участники сообщества стали предлагать ее решения, гарантирующие сохранность важных данных.

В апреле 2012 г. были реализованы транзакции платы хешу сценария (Pay-to-script-hash, P2SH), определенные в BIP 0016. Они были разработаны, чтобы переложить ответственность за указание условий получения денег с отправителя на получателя. Преимущество такого подхода в том, что отправитель может совершить произвольную транзакцию любой сложности, используя 20-байтовый хеш, который достаточно короток, чтобы его можно было сканировать с QR-кода либо скопировать и вставить.

В биткойн-сообщество начали вливаться специалисты из смежных областей, в том числе экономисты, ученые и юристы, а также программисты на разных языках. Это помогло разработать библиотеку, которая позволила разработчикам на Java приступить к созданию приложений, взаимодействующих с биткойн-сетью.

К 2012 г. стало очевидно, что у Биткойн много фундаментальных ограничений, поэтому некоторые разработчики приступили к созданию валют с расширенной функцио-

нальностью. Так, в 2017 г. была представлена технология CryptoNote, которая включает кольцевые подписи и одноразовые ключи, делающие невозможным отслеживание транзакций. Был изобретен альтернативный принцип подтверждения работы, позволяющий защитить валюту от майнинга на ASIC-оборудовании, и вскоре появилась первая валюта, основанная на этом принципе – биткойн. Из-за сложных криптографических алгоритмов она первоначально привлекла внимание преимущественно академического сообщества. Первые форки CryptoNote также были созданы в университетах.

В августе 2012 г. Д. Маккалеб пригласил войти в команду Криса Ларсена (Chris Larsen) и они обратились к Р. Фаггеру со своей идеей цифровой валюты. После дискуссий с Ф. Маккалебом и давними участниками сообщества Р. Фаггер уступил им права на концепцию и название. В сентябре 2012 г. К. Ларсен и Д. Маккалеб основали корпорацию OpenCoin, которая приступила к разработке протокола Ripple (RFXP) и платежной сети Ripple. Из 100 млрд, изначально сгенерированных токенов (XRP), создатели, первоначальные участники, представители венчурных фондов и другие основатели получили 20 млрд, остальные 80 млрд остались в руках Ripple Labs.

Осенью 2012 г. множество разработчиков из биткойн-сообщества были заняты созданием и улучшением кошельков. Идея детерминистических кошельков была представлена еще в 2011 г., и 5 ноября 2011 г. была выпущена программа Electrum – первый облегченный биткойн-клиент, основанный на клиент-серверном протоколе. В 2012 г. удобные и безопасные кошельки стали доступны пользователям. В это время начали появляться облегченные браузерные кошельки, а также оффлайн-кошельки, что упростило перенос и резервное копирование данных. Также были представлены бумажные кошельки, позволяющие сохранить пару ключей на листе бумаги, и даже физические биткойны – монеты с записанными на них ключами.

2012 г. подготовил условия для последнего бума альткойнов. 2013 г. оказался очень продуктивным и богатым на события, включившие пересмотр базовых принципов Биткойн и активный поиск новых способов

разработки криптовалют. В 2013 г. была создана PoW-валюта праймкойн, совместившая майнинг с поиском простых чисел. Ядро CryptoNote, первоначально разработанное на Java, было переписано на C++, и появилось несколько его форков. Также была разработана валюта доджкойн с форками, которая быстро набрала популярность благодаря имиджбордам. Была представлена валюта Quark, разработчики которой поэкспериментировали с несколькими алгоритмами хеширования. Как уже отмечалось, в 2013 г. также была создана первая PoS-валюта пиркойн, а чуть позже появились ее форки. В этом же году была представлена NXT – еще одна PoS-валюта, основанная на совершенно новом алгоритме, отличном от биткойна. И, конечно, продолжалась работа над Ripple.

3. За этапом становления начался третий этап – продвижения, с 2014 г. и до конца 2016 г. На протяжении 2014 года курс биткойна очень колебался, в мире криптовалют происходили значимые события. Криптовалюту стали принимать крупнейшие мировые торговцы, а биткойн-стартапы начали привлекать огромные инвестиции – сотни миллионов долларов США. Но в начале этого года все шло не так гладко. Одним из главных событий стал крах японской биткойн-биржи Mt.Gox, она являлась третьей по объему торгов в мире. 7 февраля 2014 г. биржа запретила пользователям выводить свои средства, такие меры были предприняты в связи со стремительным обрушением курса биткойна. Стоимость BTC в первую неделю февраля упала на 300 долл. – с 940 до 655 долл. [2].

25 февраля был отключен сайт Mt.Gox, а из официального твиттера удалены все сообщения – компания фактически прекратила свою работу. Эксперты считают, что главной причиной закрытия этой биржи стали постоянные хакерские атаки на сервера, а также ужесточение законодательства по отношению к криптовалютам в разных странах мира.

Летом этого же года специалист из Канады Виталий Бутерин в возрасте 20 лет запустил сервис Ethereum, в котором использовалась технология «Криптовалюта 2.0». Чуть позже компания Ethereum выпустила виртуальную валюту «ether». А через два месяца после этого было реализовано 60 миллионов

«эфиров» (название электронных монет) в сумме более 30 тыс. биткойнов, или примерно 14 млн долл. по их курсу на тот период.

23 сентября 2014 г. крупнейший в мире оператор электронных денежных средств PayPal объявил о начале сотрудничества с крупнейшими платежными провайдерами в мире биткойнов – BitPay, Coinbase и GoCoin [2].

В Японии вступил в силу законопроект о статусе биткойнов и других криптовалют как платежных средств. Признание виртуальной валюты связано с рядом трудностей, поскольку ее использование не регулируется никакими правилами, а курс подвержен резким изменениям. Внутренний оборот биткойнов, а также Ripple, Litecoin и других криптовалют в Японии в 2015 г. достиг 185 млрд иен (1,67 млрд долл.). Ожидается, что к 2020 г. он возрастет до 1 трлн иен [3].

В апреле 2016 г. состоялся запуск площадки OpenBazaar, на которой торговля осуществляется исключительно в криптовалюте. Работы над ней велись еще с середины 2014 г. Изначально она задумывалась как эффективное средство от проблем, возникающих на рынках даркнета. Но постепенно внимание было переключено на небольших торговцев.

Сегодня уже можно сказать, что проект оказался довольно успешным. Ограничения, с которыми пришлось столкнуться на начальном этапе, постепенно были устранены. Планируется выпуск обновленной версии, качество которой будет значительно выше. Об успехе начинания без лишних слов говорит объем полученных инвестиций в размере 3 млн долл. Также после начала сотрудничества с сервисом ShapeShift платформа начала прием платежей и в других популярных видах криптовалют [3].

4. Четвертый этап признания криптовалют и начало регулирования центральными банками имеет эффект новизны. Центральные банки активно изучают и тестируют на технологию блокчейна (мастерчейн), также отдельные страны вводят свою криптовалюту в рамках территории государства.

Таким образом, проанализировав экономическую сущность электронных (цифровых, фиатных) денег и криптовалют можно сделать их сравнительную характеристику, которая представлена в табл. 3.

**Сравнение электронных денег и Bitcoin**  
**Comparison of electronic money and Bitcoin**

Характеристика	Bitcoin	Электронные деньги
Стоимость	Определяется спросом, предложением и доверием к системе	Эквивалентно количеству фиатных денег, обмененных в электронную форму
Доступность	Ограничена доступностью интернет-соединения	Доступ к электронным устройствам и клиентской сети
Идентификация клиента	Анонимно	Единая база ФАТФ для идентификации
Способ эмиссии	Математическая генерация («майнится») участниками сети по всей планете	Электронно эмитируются эквивалентно стоимости фиатной валюты центробанка страны
Регулирование	В зависимости от страны	Регулируется центральным банком
Эмитент	Децентрализованность майнинг-пулами	Централизованный

И с т о ч н и к : составлено авторами на основании [1, 5, 6, 30].

Необходимо отметить, что в настоящее время осуществляется активная торговля криптовалютами: например, гонконгская биржа Bitfinex считается одной из крупнейших среди сервисов для торговли криптовалютами, она входит в список мировых лидеров по объему проводимых операций. Динамика котировок ТОП-10 криптовалют представлена в табл. 4.

Таблица 4

**Динамика котировок ТОП-10 криптовалют**

**Dynamics of quotations TOP-10 Crypto-currency**

Криптовалюта	Цена на 01.01.2017, долл.	Цена на 15.10.2017, долл.	Изменение, %
Bitcoin	958	4411.12	360.45
Ethereum	8.38	297.35	3448.33
Ripple	0.006517	0.203521	3022.98
Bitcoin Cash	555	416.28	-24.99
Litecoin	4.40	53.91	1125.23
DASH	11.20	317.98	2739.11
NEM	0.003434	0.232877	6681.51
IOTA	0.638503	0.588032	-7.90
Neo	0.181483	36.24	19868.81
Monero	13.7	92.06	571.97

И с т о ч н и к : составлено авторами.

**Технологические основы функционирования криптовалют.** Многие уже начинают понимать, что благодаря своим политическим, экономическим, гуманитарным и юридическим преимуществам биткойн- и блокчейн-технологии превращаются в мощнейшую прорывную инновацию, способную коренным образом изменить большинство аспектов жизни мирового сообщества.

В основе криптовалюты лежит технология блокчейн (англ. «blockchain», «block» – блок, «chain» – цепь) – цифровой реестр, в котором хронологически и публично учитываются все транзакции в сети Биткойн [8]. Другими словами, блокчейн служит распределенной и децентрализованной базой данных, сформированной участниками экосистемы, в которой невозможно фальсифицировать данные из-за хронологической записи и публичного подтверждения всеми участниками сети транзакции, а также полный контроль участника системы над цифровым активом.

Для упорядочения и удобства разделим различные (существующие и потенциальные) технологические аспекты блокчейн-технологии на три категории: блокчейн 1.0, 2.0, 3.0.

Блокчейн 1.0 – это валюта. Криптовалюты применяются в различных приложениях, имеющих отношение к деньгам, например системы переводов и цифровых платежей.

Блокчейн 2.0 – это контракты. Целые классы экономических, рыночных и финан-

совых приложений, в основе которых лежит блокчейн, работают с различными типами финансовых инструментов – с акциями, облигациями, фьючерсами, закладными, правовыми титулами, умными активами и умными контрактами.

Блокчейн 3.0 – это приложения, область применения которых выходит за рамки денежных расчетов, финансов и рынков. Они распространяются на сферы государственного управления, здравоохранения, науки, образования, культуры и искусства [7].

Основной и главной особенностью блокчейна является использование алгоритмов математического вычисления, а также исключение «человека» и человеческого фактора при принятии решения системой [5].

Хотя в настоящее время большинство блокчейнов обрабатывают финансовые транзакции, в общем случае последние можно рассматривать просто как атомарные изменения состояния некоторой системы. Например, блокчейн может использоваться для регистрации документов и защиты их от изменений.

Все транзакции в блокчейне хранятся в едином реестре. Поскольку транзакции полностью упорядочены по времени, текущее состояние системы (набор балансов пользователей в случае финансового блокчейна) определяется исключительно этим реестром транзакций. Хранение полной истории изменений состояния системы имеет свои преимущества, например возможность определить состояние системы в произвольный момент времени, просто «проиграв» заново соответствующие транзакции.

В идеальном случае обработка транзакций в рамках блокчейн-технологии должна удовлетворять следующим свойствам:

- транзакции должны быть согласованы с текущим состоянием системы, т. е. в случае финансовых транзакций если баланс некоторого индивидуума  $A$  составляет 1000 р., он не может заплатить индивидууму  $B$  10 000 р.;

- транзакции должны быть авторизованы, т. е. только у  $A$  должен быть ключ осуществления транзакций от имени  $A$ ;

- транзакции должны быть неизменяемыми, т. е. после того как транзакция записана в реестр, ее невозможно изменить (например, если в реестре записана транзакция, в которой  $A$  платит  $B$  100 р., у злоумышленника не

должно быть возможности изменить сумму платежа, его отправителя или получателя);

- транзакции должны быть конечными, т. е. после того как транзакция записана в реестр, ее невозможно оттуда удалить, что, по сути, привело бы к возврату денег отправителю;

- устойчивость к цензуре, т. е. если транзакция удовлетворяет всем правилам блокчейна, она должна быть в конце концов в него добавлена.

Соответствие текущему состоянию системы удовлетворяется за счет проверки транзакции совместно с этим состоянием, хранящимся в защищенной от злоумышленников памяти. Поскольку текущее состояние системы можно восстановить при помощи блокчейна, предположение защищенности не сужает безопасность системы в целом. Это предположение вводит ограничение на блокчейн, которое заключается в организации хранения транзакций таким образом, чтобы надежная верификация транзакций занимала не слишком много времени. Для финансовых блокчейнов один из возможных способов такой организации – использование непотраченных выходов транзакций (англ. unspent transaction outputs, UTXO) вместо явно заданных балансов пользователей. Состояние системы в таком случае фактически представляет собой реестр владения, который содержит информацию об условиях, определяющих владельца каждой единицы активов, циркулирующих в системе.

Проблема авторизации решается за счет использования криптографии с открытым ключом [9]. Каждому пользователю системы выдается пара из секретного и открытого ключа; открытый ключ может быть без проблем опубликован для определения цифровой личности пользователя, так как секретный ключ невозможно вывести из открытого. Например, если  $A$  желает перевести 100 р.  $B$ , он (или его доверенный агент) подписывает соответствующую транзакцию цифровой подписью, используя его секретный ключ. Поскольку:

- корректная подпись может быть сделана исключительно лицом, знающим секретный ключ  $A$ ;

- для проверки подписи достаточно знания открытого ключа  $A$ ;

- подпись становится некорректной при изменении какого-либо из параметров подписываемой транзакции

**Сравнительная характеристика типов блокчейн**  
**Comparative characteristics of blockage types**

	Тип блокчейна		
	открытый	закрытый	комбинированный/эксклюзивный
Описание	Отсутствует идентификация	Идентификация участников сети	Идентификация в сети
	Отсутствует ограничение участия пользователей	Допуск к участию в сети узкого круга участников (т. е. доступ к данным полностью ограничен и не прозрачен для клиентов)	Допуск к участию в сети, оговоренный определенными правилами (например, клиент сети может просматривать только свои транзакции)
	Статус процесса не закреплен за участниками	Статус валидаторов закреплен за определенными контрагентами	Статус валидаторов закреплен за определенными контрагентами
	Отсутствует надзор	Есть контролирующий орган	Есть контролирующий орган

И с т о ч н и к : составлено авторами

Использование цифровых подписей решает не только проблему авторизации, но также и проблему изменяемости транзакций. Если цифровые подписи используются для всех транзакций в блокчейне, злоумышленник, получивший внутренний доступ к системе (например, хакер или бывший служащий), не может изменить эти транзакции.

Неизменяемость и конечность транзакций в системе на основе блокчейна достигается при помощи разделения транзакций в блоки, упорядоченные во времени, и расчете криптографической хэш-функции для каждого из блоков.

**Классификация типов блокчейн.** Блокчейн можно разделить на следующие типы: открытый, закрытый, комбинированный. Сравнительная характеристика их представлена в табл. 5.

Открытый блокчейн – это такой тип блокчейна, в котором отсутствует ограничение на чтение блоков, при котором полностью отсутствует надзорный орган («либеральный» тип управления системой).

Закрытый блокчейн – это такой тип блокчейна, в котором существует прямой доступ к данным формирующими экосистему организациями, где имеется наличие контролирующего органа. Суть блокчейна как распределительного реестра отсутствует, что порождает уязвимость сети со стороны атак хакеров и «искажением» блоков транзакций (информации), что нивелирует основной

принцип блокчейн – доверие к системе. Такой тип управления системой присущ дирижизму.

Однако, можно выделить третий тип технологии блокчейна, в которой можно взять все преимущества и недостатки остальных типов – комбинированный.

Таким образом, комбинированный блокчейн – это такой тип блокчейн, в котором происходит идентификация в сети, а также допуск клиентов сети к определенным группам раскрытия информации, например, клиент может просматривать свои и/или чужие транзакции и/или только заголовки, при этом, имеется контролирующий орган, который будет видеть полную информацию о транзакции. Преимущества этого типа в том, что в нем присутствует элемент распределенного реестра, он надежнее защищен от хакерских атак, и в нем есть контролирующий орган, что очень важно для государства, так как это способствует противодействию получения доходов, полученных преступным путем, и финансирования терроризма [11].

*Полученные результаты*

1. Проанализирована экономическая сущность электронных денег (фиатных) и криптовалют и дана их сравнительная характеристика.

2. Представлен генезис развития криптовалют, отражена история и этапы развития, а также отражены их достоинства и недостатки.

3. Рассмотрены технологические основы функционирования криптовалют на основе реализации блокчейн-технологии.

4. Дана классификация типов технологии блокчейн.

*Выводы.* В процессе исследования опыта регулирования криптовалют в России и зарубежных странах выделены схожие черты. Во-первых, каждая страна стремится создать благоприятный климат развития новейших технологий (блокчейн) и видит высокий потенциал использования технологии не только в частном, но и государственном секторе. Во-вторых, рынок криптовалют растет высокими темпами, и государство, не адаптировав налоговый кодекс под современные вызовы цифровой экономики, недополучает доходы в бюджет, так как криптовалюты находятся вне правовой юрисдикции. В-третьих, сегодня насчитывается более одной тысячи различных криптовалют, следовательно, необходимо разработать единые стандарты их регу-

лирования. Также большинство стран заявляет о создании национальной криптовалюты (например, Российская Федерация), отсюда вытекает два параллельных сценария развития событий: с одной стороны, нужно регулировать обращение эмитированных ранее криптовалют и идентифицировать их в правовом поле как «цифровой товар/ инструмент», с другой – раскрыть и исследовать преимущества имитирования национальный криптовалюты (битрубль).

России необходимо воспользоваться сложившейся научно-технологической ситуацией в мировой экономике, чтобы обеспечить глобально конкурентные позиции на бурно развивающемся рынке цифровой экономики.

Направления дальнейших исследований видятся в проведении мониторинга рынка криптовалют и развитии блокчейн-технологии, а также в разработке предложений по регулированию рынка ICO с учетом его особенностей функционирования.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] **Пшеничников В.В., Бабкин А.В.** Электронные деньги как фактор развития цифровой экономики // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2017. Т. 10, № 1. С. 32–42. DOI: 10.18721/JE.10103
- [2] History of Cryptocurrency, Part I: From Bitcoin's Inception to the Crypto-Boom. URL: <https://cointellegraph.com/news/history-of-cryptocurrency-from-bitcoins-inception-to-the-crypto-boom>
- [3] В Японии криптовалюта стала официальным платежным средством. URL: <http://www.rosbalt.ru/business/2017/04/01/1603901.html>
- [4] Самые знаменательные события криптовалютного мира за прошедший год. Ч. II. URL: <https://bankcomat.com/news/Samye-znamenatelnye-sobytyija-kriptovaljutnogo-mira-za-proshedshij-god-chast-II.html>
- [5] **Буркальцева Д.Д., Тюлин А.С.** Bitcoin: теория и практика для Российской Федерации // Перспективы науки – 2016: матер. III Междунар. заоч. конкурса научно-исслед. работ / науч. ред. А.В. Гумеров. С. 41–49.
- [6] **Елифанова О.Н., Буркальцева Д.Д., Тюлин А.С.** Использование технологии блокчейн в государственном секторе // Электронная валюта в свете современных правовых и экономических вызовов: сб. матер. Междунар. научно-практ. конф. г. Москва, 2 июня 2016 г. С. 88–97. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=26554947>
- [7] Сайт Издательства деловой и профессиональной литературы. URL: <https://olbuss.ru/upload/books/blockchain.pdf>
- [8] **Nokomoto S.** Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. URL: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- [9] BitFury Group. Proof of stake versus proof of work. 2015. URL: <http://bitfury.com/content/4-whitepapers-research/2-proof-of-stake-vs-proof-ofwork/pos-vs-pow-1.0.2.pdf>
- [10] **Буркальцева Д.Д., Цехла С.Ю., Тюлин А.С.** Технические инновации для государства, бизнеса, общества // Современный гостинично-ресторанный бизнес: экономика и менеджмент: сб. матер. Третьей научно-практ. конференции, г. Симферополь, 9 июня 2016 г. С. 113–115.
- [11] Правовое регулирование криптовалютного бизнеса. URL: <http://axon.partners/wp-content/uploads/2017/02/Global-Issues-of-Bitcoin-Businesses-Regulation.pdf>
- [12] Сайт Министерства финансов Российской Федерации. URL: <https://www.minfin.ru/ru/>
- [13] Сайт Государственной Думы. URL: <http://www.duma.gov.ru/>
- [14] Федеральный портал проектов нормативных и правовых актов. URL: <http://regulation.gov.ru/#>
- [15] Сайт Президента России. Пленарное заседание Петербургского международного экономического форума. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/54667>

[16] Сайт Правительства России. URL: <http://government.ru/>

[17] Сайт Центрального Банка Российской Федерации. URL: <http://www.cbr.ru/>

[18] Сайт Федеральной службы по финансовому мониторингу. URL: <http://www.fedsfm.ru/>

[19] Виртуальные валюты. Ключевые определения и потенциальные риски в сфере противодействия легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма: [доклад]. URL: <http://cbr.ru>

[20] Сайт Министерства экономического развития Российской Федерации. URL: <http://econo.gov.ru/mines/main>

[21] Гражданский кодекс Российской Федерации (ГК РФ). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5142/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/)

[22] Сайт FATF. URL: <http://www.fatf-gafi.org/>

[23] **Воздвиженская А.** Минфин РФ предложил считать криптовалюту «иным имуществом». URL: <https://rg.ru/2017/06/08/minfin-rf-predlozhit-schitat-kriptovaliutu-inym-imushchestvom.html?tg>

[24] Сайт РБК. URL: <http://www.rbc.ru/society/26/07/2017/5978777fe9a7947cd81b6a2b2>

[25] Кому и зачем нужен блокчейн: [открытая лекция 19.02.2016]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=rumb5YfQojk> (дата обращения: 20.06.2016).

[26] **Бабкин А.В., Буркальцева Д.Д., Костень Д.Г., Воробьев Ю.Н.** Формирование цифровой эконо-

мики в России: сущность, особенности, техническая нормализация, проблемы развития // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2017. Т. 10, № 3. С. 9–25. DOI: 10.18721/JE.10301

[27] **Бабкин А.В., Хватова Т.Ю.** Модель национальной инновационной системы на основе экономики знаний // Экономика и управление. 2010. № 12 (62). С. 170–176.

[28] **Пшеничников В.В.** Синкретный подход обоснования причин возникновения денег // Инновационная экономика и промышленная политика региона (ЭКОПРОМ–2016): тр. Междунар. научно-практ. конференции / под ред. д-ра экон. наук проф. А.В. Бабкина. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. С. 565–575.

[29] **Святловский В.В.** Происхождение денег и денежных знаков. Изд. 4-е. М.: КРАСАНД, 2017. 136 с.

[30] **Алетдинова А.А., Аренков И.А., Бабкин А.В.** и др. Цифровая трансформация экономики и промышленности: проблемы и перспективы: моногр. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. 803 с. ISBN 978-5-7422-5881-0, DOI: 10.18720 / IEP/ 2017.4.

[31] **Вергакова Ю.В., Толстых Т.О., Шкарупета Е.В., Дмитриева Е.В.** Трансформация управленческих систем под воздействием цифровизации экономики: моногр. Курск: Юго-западный гос. ун-т, 2017. 147 с. ISBN 978-5-7731-0454-4

**БАБКИН Александр Васильевич.** E-mail: [babkin@spbstu.ru](mailto:babkin@spbstu.ru)

**БУРКАЛЬЦЕВА Диана Дмитриевна.** E-mail: [di\\_a@mail.ru](mailto:di_a@mail.ru)

**ПШЕНИЧНИКОВ Владислав Владимирович.** E-mail: [wladwp@yandex.ru](mailto:wladwp@yandex.ru)

**ТЮЛИН Андрей Сергеевич.** E-mail: [tyulin.andrey@mail.ru](mailto:tyulin.andrey@mail.ru)

*Статья поступила в редакцию 07.09.17*

## REFERENCES

[1] **V.V. Pshenichnikov, A.V. Babkin,** Electronic money as a factor in the development of the digital economy, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 10 (1) (2017) 32–42. DOI: 10.18721/JE.10103

[2] History of Cryptocurrency, Part I: From Bitcoin's Inception to the Crypto-Boom. URL: <https://cointelegraph.com/news/history-of-cryptocurrency-from-bitcoins-inception-to-the-crypto-boom>

[3] V Japonii kriptovaliuta stala ofitsial'nym platezhnym sredstvom. URL: <http://www.rosbalt.ru/business/2017/04/01/1603901.html>

[4] Samye znamenatel'nye sobytiia kriptovaliutnogo mira za proshedshii god. Ch. II. URL: <https://bankcomat.com/news/Samye-znamenatel-nye-sobytiia-kriptovaljutnogo-mira-za-proshedshij-god-chast-II.html>

[5] **D.D. Burkal'tseva, A.S. Tiulin,** Bitcoin: teoriia i praktika dlia Rossiiskoi Federatsii, Perspektivy nauki – 2016: mater. III Mezhdunar. zaoch. konkursa nauchno-

issled. Rabot. Nauch. red. A.V. Gumerov 41–49.

[6] **O.N. Epifanova, D.D. Burkal'tseva, A.S. Tiulin,** Ispol'zovanie tekhnologii blokchein v gosudarstvennom sektore, Elektronnaia valiuta v svete sovremennykh pravovykh i ekonomicheskikh vyzovov: sb. mater. Mezhdunar. nauchno-prakt. konf. g. Moskva, 2 i iunia 2016 g. 88–97. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=26554947>

[7] Sait Izdatel'stva delovoi i professional'noi literatury. URL: <https://olbuss.ru/upload/books/blockchain.pdf>

[8] **S. Nokomoto,** Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. URL: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

[9] BitFury Group. Proof of stake versus proof of work. 2015. URL: <http://bitfury.com/content/4-white-papers-research/2-proof-of-stake-vs-proof-ofwork/pos-vs-pow-1.0.2.pdf>

[10] **D.D. Burkal'tseva, S.Iu. Tsekhla, A.S. Tiulin,** Tekhnicheskie innovatsii dlia gosudarstva, biznesa, obshchestva, Sovremenniyi gostinichno-restoranniyi biznes:

ekonomika i menedzhment: sb. mater. Tret'ei nauchno-prakt. konferentsii, g. Simferopol', 9 iunia 2016 g. 113–115.

[11] Pravovoe regulirovanie kriptovaliutnogo biznesa. URL: <http://axon.partners/wp-content/uploads/2017/02/Global-Issues-of-Bitcoin-Businesses-Regulation.pdf>

[12] Sait Ministerstva finansov Rossiiskoi Federatsii. URL: <https://www.minfin.ru/ru/>

[13] Sait Gosudarstvennoi Dumy. URL: <http://www.duma.gov.ru/>

[14] Federal'nyi portal proektov normativnykh i pravovykh aktov. URL: <http://regulation.gov.ru/#>

[15] Sait Prezidenta Rossii. Plenarnoe zasedanie Peterburgskogo mezhdunarodnogo ekonomicheskogo foruma. URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/54667>

[16] Sait Pravitel'stva Rossii. URL: <http://government.ru/>

[17] Sait Tsentral'nogo Banka Rossiiskoi Federatsii. URL: <http://www.cbr.ru/>

[18] Sait Federal'noi sluzhby po finansovomu monitoringu. URL: <http://www.fedsfm.ru/>

[19] Virtual'nye valiuty. Kliuchevye opredeleniia i potentsial'nye riski v sfere protivodeistviia legalizatsii (otmyvaniu) dokhodov, poluchennykh prestupnym putem, i finansirovaniu terrorizma: doklad. URL: <http://cbr.ru>

[20] Sait Ministerstva ekonomicheskogo razvitiia Rossiiskoi Federatsii. URL: <http://economy.gov.ru/minec/main>

[21] Grazhdanskii kodeks Rossiiskoi Federatsii (GK RF). URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_5142/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/)

[22] Sait FATF. URL: <http://www.fatf-gafi.org/>

[23] A. **Vozdvizhenskaia**, Minfin RF predlozhit schitat' kriptovaliutu «inym imushchestvom». URL: [https://rg.ru/2017/06/08/minfin-rg-predlozhit-schitat-](https://rg.ru/2017/06/08/minfin-rg-predlozhit-schitat-kriptovaliutu-inym-imushchestvom.html?tg)

[kriptovaliutu-inym-imushchestvom.html?tg](https://rg.ru/2017/06/08/minfin-rg-predlozhit-schitat-kriptovaliutu-inym-imushchestvom.html?tg)

[24] Sait RBK. URL: <http://www.rbc.ru/society/26/07/2017/597877fe9a7947cd81b6a2b2>

[25] Komu i zchem nuzhen blokchein: otkrytaia lektsiia 19.02.2016. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=rumb5YfQojk> (data obrashcheniia: 20.06.2016).

[26] A.V. **Babkin**, D.D. **Burkaltseva**, D.G. **Vorobey**, Yu.N. **Kosten**, Formation of digital economy in Russia: essence, features, technical normalization, development problems, St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics, 10 (3) (2017) 9–25. DOI: 10.18721/JE.10301

[27] A.V. **Babkin**, T.Iu. **Khvatova**, Model' natsional'noi innovatsionnoi sistemy na osnove ekonomiki znaniia, Ekonomika i upravlenie, 12 (62) (2010) 170–176.

[28] V.V. **Pshenichnikov**, Sinkretnyi podkhod obosnovaniia prichin vozniknoveniia deneg, Innovatsionnaia ekonomika i promyshlennaia politika regiona (EKOPROM–2016): tr. Mezhdunar. nauchno-prakt. Konferentsii. Pod red. d-ra ekon. nauk prof. A.V. Babkina, St. Petersburg, Izd-vo Politekhn. un-ta, (2016) 565–575.

[29] V.V. **Sviatlovskii**, Proiskhozhdenie deneg i denezhnykh znakov. Izd. 4-e, Moscow, KRASAND, 2017.

[30] A.A. **Aletdinova**, I.A. **Arenkov**, A.V. **Babkin** i dr., Tsifrovaia transformatsiia ekonomiki i promyshlennosti: problemy i perspektivy: monogr., St. Petersburg, Izd-vo Politekhn. un-ta, 2017. ISBN 978-5-7422-5881-0, DOI. 10.18720 / IEP/ 2017.4.

[31] Iu.V. **Vertakova**, T.O. **Tolstykh**, E.V. **Shkarupeta**, E.V. **Dmitrieva**, Transformatsiia upravlencheskikh sistem pod vozeistviem tsifrovizatsii ekonomiki: monogr., Kursk, Iugo-zapadnyi gos. un-t, 2017. ISBN 978-5-7731-0454-4

**BABKIN Aleksandr V.** E-mail: [babkin@spbstu.ru](mailto:babkin@spbstu.ru)

**BURKALTSEVA Diana D.** E-mail: [di\\_a@mail.ru](mailto:di_a@mail.ru)

**PSHENICHNIKOV Vladislav V.** E-mail: [wladwp@yandex.ru](mailto:wladwp@yandex.ru)

**TYULIN Andrei S.** E-mail: [tyulin.andrey@mail.ru](mailto:tyulin.andrey@mail.ru)