



КРИПТОМИР И ЦИФРОВЫЕ ФИНАНСЫ / CRYPTO-WORLD AND DIGITAL FINANCE

Редактор рубрики *Р. А. Григорьев* / Rubric editor *R. A. Grigoryev*

Обзорная статья

DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/2782-2923.2022.4.745-761>

УДК 004:336.7

JEL: E42, E52, G1, L86

А. В. ВЛАСОВ¹

¹ Институт экономики Российской академии наук, г. Москва, Россия

ОБЗОР ПОНЯТИЙ ТЕХНОЛОГИЙ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ РЕЕСТРОВ И ЦИФРОВЫХ АКТИВОВ В ЦЕЛЯХ ГАРМОНИЗАЦИИ ИХ ОБЩЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Власов Андрей Васильевич¹, сотрудник, Институт экономики РАН

E-mail: vlasov@inecon.org

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9227-1892>

Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/R-6663-2016>

Аннотация

Цель: анализ трансформирующихся социально-экономических отношений новой «цифровой нормальности», для достижения которой решается задача приведения в соответствие употребляемой терминологии, применяемой в деловом обороте между различными участниками рынка цифровых активов, в практической финансовой деятельности хозяйствующих субъектов, возникающей на конкретной территории, в определенном правовом поле, содержащейся в рекомендательной технической документации (стандартах).

Методы: в статье используются системный и аналитический подходы, логический, сравнительный методы.

Результаты: несмотря на активное применение технологий распределенного реестра, в настоящее время теория и практика характеризуются большим количеством правовых и деловых дефиниций, описывающих организацию бизнес-процессов в этой сфере. На основе анализа научной литературы в работе проводится исследование значения различных терминов цифровой экономики. В ходе изучения технической терминологии определены такие понятия, как распределенный реестр, узлы сети, блокчейн и др. Анализ финансово-экономических терминов основан на определениях финтех, таких как цифровой актив, криптовалюта, цифровая валюта, цифровой финансовый актив, токен и т. п. Рассмотрены термины цифровой экономики с позиции так называемой токеномики, в том числе такие, как экосистема токенов, DLT-пользователь, DLT-платформа, децентрализованное приложение и др.

Научная новизна: полученная терминология была структурирована в качестве теоретической основы со спецификацией для рынка цифровых активов и использования в реформировании финансового рынка.

¹ Эксперт ТК159, ТК164, НПКС ДИТ ДЗМ

© Власов А. В., 2022

© Vlasov A. V., 2022



Практическая значимость: данный обзор подготовлен: 1) для систематизированного ознакомления профессионального сообщества с существующими тенденциями; 2) для гармонизации социально-экономических отношений с помощью выработки единых локальных рекомендаций (стандартов); 3) для развития рынка цифровых активов, выпускаемых с использованием технологий распределенного реестра, через осмысление базовых понятий.

Ключевые слова: технологии распределенных реестров (DLT), цифровые активы (ЦА), цифровая валюта, цифровые права, блокчейн, цифровой финансовый актив (ЦФА), цифровой сертификат (NFT/DDC)

Благодарности: автор выражает благодарность рецензентам.

Финансирование: статья подготовлена в рамках темы государственного задания ИЭ РАН «Синтез теорий переключающегося воспроизводства и институциональных матриц: применение к задачам экономической политики».

Статья находится в открытом доступе в соответствии с Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), предусматривающем некоммерческое использование, распространение и воспроизводство на любом носителе при условии упоминания оригинала статьи.

Как цитировать статью: Власов А. В. Обзор понятий технологий распределенных реестров и цифровых активов в целях гармонизации их общего применения // Russian Journal of Economics and Law. 2022. Т. 16, № 4. С. 745–761. DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/2782-2923.2022.4.745-761>

Review article

A. V. VLASOV¹

¹ Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

REVIEW OF THE NOTIONS OF DISTRIBUTED LEDGER TECHNOLOGIES AND DIGITAL ASSETS FOR HARMONIZATION OF THEIR JOINT USE

Andrey V. Vlasov², researcher, RAS Institute of Economics;

E-mail: vlasov@inecon.org

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9227-1892>

Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/R-6663-2016>

Abstract

Objective: to analyze the transforming socio-economic relations of the new “digital normality”, to which end the task is solved of bringing into line the terminology used in business turnover between various participants in the digital assets market, in the practical financial activities of economic entities arising in a specific territory, in a certain legal field, and contained in the recommendatory technical documentation (standards).

Methods: the article uses systematic and analytical approaches, logical and comparative methods.

Results: despite the active use of distributed ledger technologies, theory and practice are currently characterized by a large number of legal and business definitions describing the organization of business processes in this area. Based on the analysis of scientific literature, the meaning of various terms of the digital economy was studied. In the course of studying technical terminology, such concepts as a distributed ledger, network nodes, blockchain, etc. were defined. The analysis of financial and economic terms is based on fintech definitions, such as digital asset, cryptocurrency, digital currency, digital financial asset, token, etc. The terms of the digital economy are considered from the perspective of so-called tokenomics, including such as token ecosystem, DLT user, DLT platform, decentralized application, etc.

Scientific novelty: the terminology obtained was structured as a theoretical basis with a specification for the digital asset market and use in financial market reform.

Practical significance: this review has been prepared: 1) to systematically familiarize the professional community with existing trends; 2) to harmonize socio-economic relations by developing common local recommendations (standards); 3) to develop the market for digital assets produced using distributed ledger technologies through understanding basic concepts.

² Expert, Technical Committee 159, Technical Committee 164, Moscow Center for Diagnostics and Telemedicine



Keywords: Distributed ledger technologies (DLT), Digital assets (DA), Digital currency, Digital rights, Blockchain, Digital financial asset, Digital certificate (NFT/DDC)

Acknowledgements: the author expresses gratitude to the reviewers.

Financial Support: the article was prepared within the framework of the IE RAS state order “Synthesis of theories of switching reproduction and institutional matrices: application to the tasks of economic policy”.

The article is in Open Access in compliance with Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), stipulating non-commercial use, distribution and reproduction on any media, on condition of mentioning the article original.

For citation: Vlasov, A. V. (2022). Review of the notions of distributed ledger technologies and digital assets for harmonization of their joint use. *Russian Journal of Economics and Law*, 16 (4), 745–761 (in Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.21202/2782-2923.2022.4.745-761>

Введение

Принятые законы о цифровых финансовых активах, цифровой валюте 2020 г. [1] и инвестициях 2019 г. обязывают неискушенного пользователя³ в финансовой деятельности с использованием цифровых активов (далее – ЦА) руководствоваться терминологией, предложенной законодателями. Тем не менее наряду с правовыми дефинициями в деловом обороте существует собственный корпус определений, который используют участники социально-экономических отношений в переговорах, публичном общении, организации технического и юридически значимого обмена ЦА [2–6]. Становятся актуальными формальное понимание и неперехватное знание смыслов специальных слов.

Поэтому с целью гармонизации социально-экономических отношений новой «цифровой нормальности» далее будет сделан обзор существующих понятий технологий распределенных реестров (DLT), даны определения терминов, повсеместно используемых участниками финансового рынка, их перевод⁴ на русский язык.

Краткие основы экономики ЦА будут последовательно раскрыты через определения значений слов и их онтологической связи. В разд. 1 будет представлена техническая терминология, которая раскрывает понятия технологий распределенных реестров и блокчейн. В разд. 2 будет рассмотрен набор основных терминов для финансовой сферы, который логичным образом дополняет общий словарь тематических слов финтех. 3-й раздел будет содержать термины токеномики, экономической деятельности с использованием ЦА. В заключительном, 4-м разделе будут обобщены и сделаны краткие выводы в отношении применения DLT-технологий и ЦА.

1. Технические термины технологии распределенных реестров

Рассмотрим определения технических понятий, таких как распределенный реестр (DLT), DLT-ноды (узлы сети), блокчейн, механизм консенсуса и др. (рис. 1).

Распределенный реестр (*distributed ledger*):

[22739] [7] реестр, который совместно используется набором нод (или DLT⁵-нод) и синхронизируется между данными ними (узлами сети) с использованием механизма консенсуса.

³ Под пользователем (англ. *user*) понимается роль, которая выполняется самим лицом или субъектом процесса, действующим от имени лица, при исполнении которой происходит обращение к криптографическому модулю с целью получения криптографических услуг (ISO/IEC 19790:2012); или, согласно ГОСТ 7.0-99 (п. 3.1.31), лицо (группа лиц, организация), пользующееся услугами информационной системы для получения информации или решения других задач.

⁴ По тексту были сохранены названия терминов на английском языке, для того чтобы в лексиконе русскоязычного пользователя сложилось смысловое единообразие в употреблении данных понятий.

⁵ Понятие DLT (англ. *Distributed Ledger Technology*) см. далее по тексту.

Примечание: распределенный реестр спроектирован так, чтобы: (1) быть защищенным от несанкционированного доступа; (2) быть доступным только для добавления (записей); (3) быть неизменяемым (англ. *immutable*), содержащим подтвержденные и проверенные транзакции.

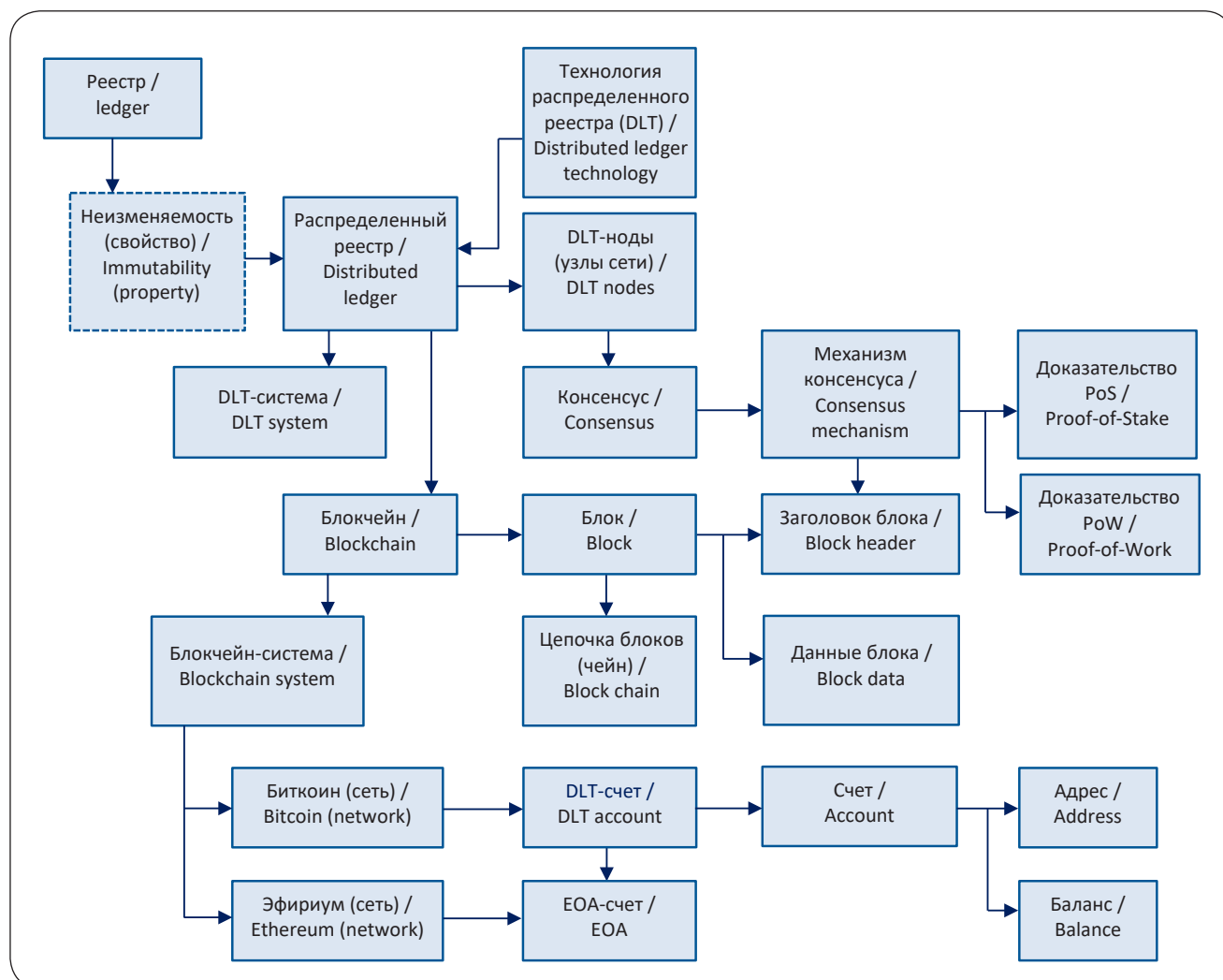


Рис. 1. Взаимосвязи технических терминов

Источник: составлено автором.

Fig. 1. Interrelations of technical terms

Source: compiled by the author.

В определении «распределенный реестр» под реестром (*ledger*) понимается:

[22739] [7] хранилище информации, которое содержит финальные, окончательные и неизменяемые записи транзакций.

Одно из свойств реестра, записей транзакций в реестре – это неизменяемость (неизменность), от англ. *immutability*, что означает:

[22739] [7] свойство, при котором записи не могут быть изменены или удалены после их добавления в распределенный реестр.



Примечание: в данном случае неизменяемость также предполагает сохранение неизменным порядка записей в реестре и связей (*links*) между записями реестра.

Протокол распределенного реестра используется в проектировании процессов обработки данных, например, в качестве резервного сервера хранения данных. Созданный на основе распределенного реестра процесс обработки данных содержит множество контроллеров, которые взаимодействуют с помощью механизма консенсуса и репликации данных в реестре. Для управления сетью DLT-ноды взаимодействуют друг с другом.

Технология распределенного реестра (*distributed ledger technology*, сокр. DLT) – это:

[22739] [7] технология, позволяющая управлять и использовать распределенные реестры.

DLT-нода (*DLT node*):

[22739] [7] <DLT> устройство или процесс, участвующий в функционировании сети и хранящий полную или частичную копию записей реестра, где запись реестра [22739] [7] – это такие записи, которые содержат информацию о транзакциях, хеш-значения транзакций или ссылки на них находятся в распределенном реестре. Примечание: ссылки могут быть имплементированы как криптографические ссылки.

Нода (*node*), или узел сети:

[22739] [7] элементарный компонент <для организации данных>, из которого построена структура данных;

[ITU-T] [8] устройство или процесс, участвующие в сети распределенного реестра;

[ME] [9, 10] клиент программного обеспечения (или программный клиент), который участвует в функционировании сети;

[DeFi] [11] компьютер в сети, у которого есть полная копия блокчейна.

Далее перейдем к рассмотрению блокчейн-системы – разновидности DLT-системы.

Блокчейн, или блокчейны (*blockchain/blockchains*) – это:

[22739] [7] распределенный реестр с подтвержденными блоками, организованными в последовательную цепочку (блоков), созданный с использованием криптографических связей.

Примечание: блокчейн так же, как и распределенный реестр, сохраняет свойства в отношении финальности, окончательности и неизменяемости хранимых записей транзакций.

Для справки: подобная «последовательная цепочка блоков» в Методических рекомендациях [ТС26] названа термином «цепная запись данных» – реестр, данные в который записываются блоками таким образом, что каждый новый блок включает информацию о предыдущем блоке [12].

В протоколе биткойн-сети это список проверенных блоков, каждый из которых связан со своим предшественником вплоть до генезис-блока [MB] [13]. В блокчейн-протоколе Ethereum такая последовательность блоков, валидированная с помощью алгоритма консенсуса с доказательством работы, или *proof-of-work* (сокр. PoW)⁶, где каждый из блоков указывает на цепочку предыдущих блоков вплоть до генезис-блока (*genesis block*) [ME] [9, 10].

В подобной последовательности каждый блок криптографически связан с предыдущим (что делает его очевидным для несанкционированного доступа) после проверки и принятия консенсусного решения (консенсуса). По мере добавления новых блоков все труднее модифицировать старые. Новые блоки реплицируются между копиями реестра в сети, любые конфликты разрешаются автоматически с использованием установленных правил (см. далее определение «механизм консенсуса») [NISTIR] [15].

Механизм консенсуса (*consensus mechanism*) – это:

[22739] [7] правила и процедуры, с помощью которых достигается консенсус, где под консенсусом (*consensus*) понимается соглашение между DLT-нодами № 1, 2 и т. д. о том, что транзакция валидирована (проверена), что распределенная книга содержит согласованный набор и порядок валидированных транзакций.

⁶ Важно отметить происходящие изменения механизма консенсуса PoW и PoS в блокчейн-сети Ethereum (2022). Подробнее см. URL: <https://ethereum.org/en/developers/docs/consensus-mechanisms/>; <https://ethereum.org/en/whitepaper> [14].



Консенсус не обязательно означает, что все узлы сети согласованы (в своем решении). Детали и способы достижения консенсуса в разных протоколах (блокчейн-платформах) отличаются друг от друга.

Блок (*block*):

[22739] [NISTIR] [7, 15] структурированные данные, содержащие заголовок блока (*block header*) и данные блока (*block data*), где:

заголовок блока (*block header*):

[22739] [7] структурированные данные, которые включают криптографическую ссылку на предыдущий блок; [NISTIR] [15], в том числе метаданные; также обычно имеют временную метку, хеш-представление данных блока, хеш заголовка предыдущего блока и пр. (при необходимости);

блок данных (*data block*):

[22739] [7] структурированные данные, содержащие ноль или более записей транзакций или ссылок на записи транзакций; [NISTIR] [15] является частью блока и содержит набор проверенных транзакций и со-бытий реестра.

Примечание: Стандарт [29167] [7] определяет «блок данных» как строку битов, длина которых определяется размером блока блочного шифра (*block cipher*).

Заголовок блока может также содержать временную метку, одноразовый номер и другие данные, которые специфичны для конкретной блокчейн-платформы, включая хеш-значение записей транзакций. В блокчейн-сети *Ethereum* эти данные включают набор заголовков других блоков, известных как оммеры (*ommers*), а блоки добавляются в сеть *Ethereum* майнерами⁷ [ME] [9, 10]. В биткоин-сети при группировке транзакций заголовок блока хешируется для получения «подтверждения работы» (*PoW*), тем самым подтверждая транзакции. Действительные блоки добавляются в основную блокчейн-сеть согласно достигнутому консенсусу [MB] [13, 16].

Примечание: Методические рекомендации [ТС26] [12] также содержат определение (блока транзакций) – данные, содержащие набор из одной или нескольких снабженных отметками времени транзакций и, возможно, дополнительную информацию.

Для представления данных участников используется адрес (*account*), который записан в системе распределенного реестра. Первоначально адреса открываются в реестре их владельцами (и) или инициируется их открытие.

DLT-счет (*DLT account*, или учетная запись):

[22739] [7] представление лица (юридического или физического лица, пользователя), участвующего в выполнении транзакции (примечание: смарт-контракт, цифровой актив или один или несколько частных ключей, например, могут быть связаны с DLT-счетом).

В протоколе *Ethereum* «счетом» может выступать счет контракта. Счет контракта (*contract account*) – это такой счет, который содержит код и который выполняется (исполняется) всякий раз, когда он получает транзакцию (*receives a transaction*) от другого счета (контракта или EOA-счет внешней учетной записи⁸); где счет (*account*) – это объект, содержащий адрес, баланс и *nonce* (номер), а также необязательное хранилище и код [ME] [9, 10]; [DeFi] [11].

Адрес (*address*) – это:

[22739] [7] идентификатор счета (счетов), участвующих в транзакции в блокчейн-сети или сети распределенного реестра.

Данный идентификатор представляет собой короткую буквенно-цифровую строку, которая получена из открытого ключа пользователя с использованием хеш-функции, и дополнительными данными для обнаружения ошибок [NISTIR] [15]. Именно адреса используются для отправки и получения ЦА в рамках распределенного реестра.

⁷ Майнер (*miner*) – DLT-нода, которая участвует в майнинге (*mining*), т. е. активности по созданию и проверке блока (блоков) или проверяет записи распределенного реестра [22739] [7].

⁸ Понятие EOA (EOA-счет) будет раскрыто далее по тексту.



Примечание: также используется понятие *DLT-адрес (DLT address)* – это такое значение адреса в распределенном реестре, которое идентифицирует его (этот адрес) как участвующий в выполнении транзакции [22739] [7].

В биткоин-сети адрес выглядит как *1DSrfJdB2AnWaFNgsbv3MZC2m74996JafV* – набор букв и цифр [MB] [1]. На самом деле это закодированная версия *base58check 160* – битного хеша с открытым ключом. Именно он используется для отправки (или получения) криптоактивов другим пользователям (или от других пользователей), по аналогии как применяется идентификатор в виде имейл-адреса для отправки электронных писем.

В блокчейн сети *Ethereum* в большинстве случаев идентификатор представляет собой (счет) *EOA* или контракт, который может получать или отправлять транзакции в сеть [ME] [10, 9]⁹.

EOA-счет (англ. *externally owned account*) – это:

идентификатор в сети *Ethereum*, который может принимать (конечный адрес) или отправлять (исходный адрес) транзакции в блокчейне. Это последние 160 бит хеша *Кескак* в открытом ключе *ECDSA* [10, 9, 11], где:

EOA, <счет> внешнего владельца, – это учетная запись сети *Ethereum*, созданная живым пользователем сети (или созданная для него).

Кескак-256 – криптографическая хеш-функция, используемая в протоколе (сети) *Ethereum*. Она стандартизирована как *SHA-3*.

Примечание: *SHA* – это алгоритм криптографического хеширования (сокр. от англ. *Secure Hash Algorithm*). Относится к семейству криптографических хеш-функций, опубликованных Национальным институтом стандартов и технологий (англ. *National Institute of Standards and Technology*, сокр. *NIST*).

ECDSA, алгоритм создания цифровой подписи на основе эллиптической кривой (сокр. от англ. *Elliptic Curve Digital Signature Algorithm*), – это криптографический алгоритм, благодаря которому средства в сети *Ethereum* могут быть потрачены только их владельцем.

Технические термины, рассмотренные в разд. 1, необходимо дополнить финансово-экономическими.

2. Финансово-экономические термины

Перейдем к изучению определений следующих слов, входящих в целевой словарь финтех: цифровой актив (ЦА), криптоактив, цифровая валюта, криптовалюта, цифровой токен, цифровые права, цифровой финансовый актив (ЦФА), цифровой сертификат и др. (рис. 2).

Под термином актив(ы) (*asset(s)*) в Стандарте [22739] [11] понимается все, что имеет ценность для заинтересованной стороны¹⁰; Стандарт [25010] [14] уточняет, что ценность¹¹ актива имеется для человека или организации; а Стандарт [NISTIR] [15] указывает на то, что актив может быть переведен со счета¹².

Примечание: существуют другие определения понятия «актив» для отдельных сфер их применения (подробнее см. Стандарты ISO 24520; ISO 19770; ISO 15686 [16–18]).

Цифровой актив (*digital asset*) – это:

[22739] [7] актив, который представлен только в цифровой форме, или актив, который является цифровым представлением другого актива. Примечание: в Стандарте [NISTIR] [15] используется очень похожая формулировка понятия – любой актив, который является цифровым (по своему происхождению, или, как указано в Стандарте [22739] [7], «представлен только в цифровой форме». – Прим. авт.) или является цифровым представлением физического актива.

Криптоактив (*crypto-asset*) – это:

[22739] [7] цифровой актив, выпущенный с использованием (средств) криптографии, где:

⁹ Более подробно см. словарь терминов [10, 9].

¹⁰ Англ. *anything that has value to a stakeholder*.

¹¹ От англ. *value*.

¹² Англ. *anything that can be transferred*. В данном случае Стандарт [NISTIR] [15] трактует понятие актива как «цифровой актив».





в данном случае (дословно. – Прим. авт.) под токеном понимается «блок информации, в котором закреплено (зафиксировано) право обладателя токена на получение (возврат) денежных средств или родовых вещей на условиях, заданных в программном обеспечении» [20].

Криптовалюту возможно рассматривать в качестве разновидности цифровой валюты, которая по своему определению является одной из форм денег. В случае с криптовалютой <как вида денег, который> выражен в цифровом виде в форме строки из битов. Они могут быть отправлены по сети в виде сообщений в цифровом виде, сама сеть (блокчейн-сеть или сеть с распределенным реестром) проверяет подлинность отправки сообщения с помощью механизмов консенсуса, таких как доказательство работы (*proof-of-work*, сокр. *PoW*), или доказательство владения (*proof-of-stake*, сокр. *PoS*), или др.

Криптовалюта (*cryptocurrency*):

[22739] [7] криптоактив, который функционирует как средство обмена (или «используется в качестве средства обмена». – Прим. авт.);

[DeFi] [11] цифровой токен, который защищен криптографическим средством и передается с использованием блокчейн-технологии.

Необходимо отметить, что *аксиоматикой криптовалюты является использование децентрализованного контроля и криптографии* для обеспечения безопасности транзакций сети, контроля создания дополнительных активов и проверки передачи активов (с одного счета на другой).

В Стандарте [NISTIR] [15] данный криптоактив определен как цифровой актив (*digital asset*)/кредит (*credit*)/единица (*unit*, или расчетная единица) внутри информационной системы, который(-ая) передается от одного пользователя сети, или с одного счета, другому с использованием криптографии, с помощью цифровых подписей и пары асимметричных ключей.

Примечание: в случае создания новых единиц криптовалюты (например, майнинга и выплаты вознаграждения за майнинг с механизмом консенсуса *PoW*) публикующий узел сети создает транзакцию, отправляющую вновь созданную единицу криптовалюты одному или нескольким пользователям сети [MB] [DeFi] [13, 11].

Цифровая подпись (*digital signature*) –

[NISTIR] [15] криптографический метод, который использует асимметричные ключи для определения: (а) подлинности (*authenticity*), т. е. свойство, когда пользователи могут проверить то, что сообщение было подписано закрытым ключом, соответствующим открытому ключу; (б) неотказанности (*non-repudiation*), т. е. свойство, когда пользователь не может отрицать отправку сообщения; и (в) целостности (*integrity*), т. е. свойство, подтверждающее, что сообщение не было изменено во время транзакции.

Стандарт [7498] [21] определяет «цифровую подпись» как данные, добавляемые к блоку данных, или как криптографическое преобразование данных в блоке, которое позволяет получателю блока данных доказать источник и целостность блока данных и защитить от подделки, например, получателем. Необходимо указать на важность «цифровой подписи» в процессах валидации транзакций. Именно «цифровая подпись» в виде короткой строки данных, созданной пользователем для (подписания) документа с использованием закрытого ключа, участвует в проверке любым из пользователей (т. е. тех, у кого есть соответствующий открытый ключ, подпись и документ) того, что:

документ был «подписан» владельцем этого конкретного закрытого ключа;

документ не был изменен после его подписания.

Эти «две проверки» на основе цифровой подписи являются *краеугольным камнем функционирования любых систем с распределенными реестрами*.

Большинство криптовалют имеют общедоступный распределенный реестр, который совместно используется для вычислений. Что отличает каждую криптовалюту от другой? Это процесс, с помощью которого ее пользователи соглашаются на внесение изменений в распределенный реестр (другими словами, какие транзакции принимать как действительные) и механизм, в соответствии с которым процесс проверки вознаграждается (механизм консенсуса).

На рынке ЦА основной криптовалютой является биткойн (Bitcoin). Это название единицы валюты (*currency unit*), или коина – монеты (*coin*), название одноименной блокчейн-сети (*network*) и программного обеспечения (*software*) [MB] [DeFi] [13, 11]. Для биткойн-сети можно установить следующие соответствия: данная сеть представляет собой информационную систему¹⁴, реализованную с использованием блокчейн-технологий и механизма консенсуса с доказательством работы (*PoW*). Сеть является публичной, псевдоанонимной [ТС26] [12].

Наравне с понятиями цифрового актива и криптоактива широко применяется использование термина «токен» (или цифровой токен) для криптоактивов, выпущенных как «вторичный актив» в рамках существующего распределенного реестра, который в свою очередь уже имеет (внутреннюю) криптовалюту и собственный механизм консенсуса. Например, такие токены могут быть выпущены (эмитированы) на блокчейн-платформе *Ethereum* (подробнее см. [11, 22, 23, 10]).

Токен, или цифровой токен (*token, digital token*), – это:

[22739] [7] цифровой актив, представляющий собой набор прав; [ITU-T] [8], имеющий цифровое представление стоимости, который выпущен в распределенном реестре и защищен с использованием криптографии для обеспечения ее подлинности и предотвращения модификации или фальсификации без согласия его владельца.

Данное определение говорит о *DLT*-природе цифрового токена. Что важно для оценки и квалификации токенов в отношении их правовой формы на основе локального законодательства. В частности, при квалификации правовой формы токенов как категорий «цифровая валюта» и «ЦФА», по законодательству РФ (см. далее разд. 2.1).

Для типизации токенов используются два основных вида:

- токен-акция, или токен – ценная бумага («секьюрити», *security token*)¹⁵;
- утилитарный токен (*utility token*) [DeFi] [11].

Утилитарные токены близки по своей интерпретации «программным токенам», имеющим следующее определение: это «виртуальные единицы, которые дают их обладателю право на действия внутри исключительно информационной системы; предоставляют право создавать программные продукты, изменять их, право пользоваться системой, определять ее функционал» и пр. [20]. По мнению Л. А. Новоселовой, «программные токены не являются объектом товарного оборота, их использование не имеет выхода на реальную экономику, что позволяет не рассматривать их в качестве категории гражданского права» [20].

Существует еще одна разновидность токенов, которые могут быть выпущены в форме цифрового сертификата (цифрового права) на определенный актив, в английском лексиконе используются два термина: «невзаимозаменяемый токен» (*nonfungible token*, сокр. *NFT*) и «распределенный цифровой сертификат» (*distributed digital certificate*, сокр. *DDC*). Упоминание данного вида актива, возможности его программируемого выпуска в сети *Ethereum* раскрываются в *white paper Ethereum* [Ethereum] [ME] [14, 10, 9].

Цифровой сертификат <на право> (*NFT*, или *DDC*):

[ITU-T] [8] токен, имеющий совершенно уникальное цифровое представление актива (активов) и по своей форме являющийся невзаимозаменяемым.

2.1. Законодательство РФ о цифровых активах

Цифровой валютой (согласно п. 3 ст. 1 Закона «О цифровых финансовых активах») [1] признается совокупность электронных данных (цифрового кода или обозначения), содержащихся в информационной системе, которые предлагаются и (или) могут быть приняты в качестве средства платежа, не являющегося денежной единицей РФ, денежной единицей иностранного государства и (или) международной денежной или расчетной единицей, и (или) в качестве инвестиций, в отношении которых отсутствует лицо, обязанное перед каждым обладателем таких электронных данных, за исключением оператора и (или) узлов информационной системы,

¹⁴ Понятие «информационная система» понимается согласно ГОСТ ISO/TS 22220-2013 (п. 3.4).

¹⁵ Данное разделение получилось главным образом на основе подхода североамериканских юристов, и в частности, представителей Комиссии по ценным бумагам США (US SEC).



обязанных только обеспечивать соответствие ее правилам порядка выпуска этих электронных данных и осуществления в их отношении действий по внесению (изменению) записей в такую информационную систему.

Данный закон [1] также ввел в правовой оборот понятия «цифровые права» и «цифровой финансовый актив» (ЦФА).

Цифровые права (*digital rights*):

названные в качестве цифровых прав в законе обязательственные и иные права, содержание и условия осуществления которых определяются в соответствии с правилами информационной системы, отвечающей установленным законом признакам ст. 141-1 ГК РФ; [Закон о ЦФА] [1, 4]. Осуществление, распоряжение, в том числе передача, залог, обременение цифровых прав другими способами или ограничение распоряжения цифровых прав возможны только в информационной системе без обращения к третьему лицу [Закон о ЦФА] [1].

Цифровой финансовый актив¹⁶ (*digital financial asset*) – это вид цифрового права, существующий в следующих подвидах:

- денежные требования;
- возможность осуществления прав по эмиссионным ценным бумагам;
- право участия в капитале непубличного акционерного общества;
- право требовать передачи эмиссионных ценных бумаг [Закон о ЦФА] [1].

После рассмотрения основных финансовых терминов перейдем к токеномике возникающих социально-экономических отношений.

3. Термины токеномики

В данном разделе будут рассмотрены основные термины токеномики (рис. 3), такие как: токеномика, экосистема токенов, *DLT*-пользователь, *DLT*-платформа, пиринговая <сеть> (*peer-to-peer*), транзакция, децентрализованное приложение (*DApp*), кошелек (*wallet*).

Токеномика (*tokenomics*, *token economic*):

[ITU-T] [24] экономика (или социально-экономические отношения. – Прим. авт.), основанная на цифровых токенах и криптоактивах (см. определения выше, в разд. 2).

Экосистема токенов (*token ecosystem*):

[ITU-T] [8] цифровая система (или пространство), в которой(-ом) ее (его) участники и пользователи <*DLT*-пользователи> взаимодействуют и координируют свои действия друг с другом с помощью ЦА; где

DLT-пользователь (*DLT user*) – это [22739] [7] дееспособный субъект, который пользуется услугами, предоставляемыми *DLT*-системой. Каждый пользователь имеет свой идентификатор – счет (см. определение в разд. 1).

Идентификатор пользователя (согласно Методическим рекомендациям [ТС26] [12] и Стандарту [25] п. 3.73) – это строка символов, используемая для однозначной идентификации каждого пользователя информационной системы (см. понятие счет/*DLT*-счет в разд. 1).

Для взаимодействия пользователи используют *DLT*-платформы.

DLT-платформа (*DLT platform*):

[22739] [7] набор объектов для обработки (процессинга), хранения и взаимодействия, которые (все) вместе обеспечивают функциональные возможности информационной системы на каждой *DLT*-ноде.

Основополагающим принципом иерархии (которой как таковой не существует. – Прим. авт.) в социально-экономических отношениях пользователей на *DLT*-платформах и экосистемах токенов является так называемое пиринговое или одноранговое взаимодействие (т. е. обращение от одного пира к другому, «без посредников»).

Пиринговая (одноранговая) <сеть> *peer-to-peer*:

[22739] [7] <сеть> состоящая из связанных между собой равноправных пиров (в случае с распределенным реестром – нодами. – Прим. авт.), которые используют ее и являются ею, обмениваются информацией и ресурсами напрямую друг с другом и без какого-либо следования за центральной сущностью.

¹⁶ Более подробно см. детальный обзор Закона о ЦФА в публикации [4].

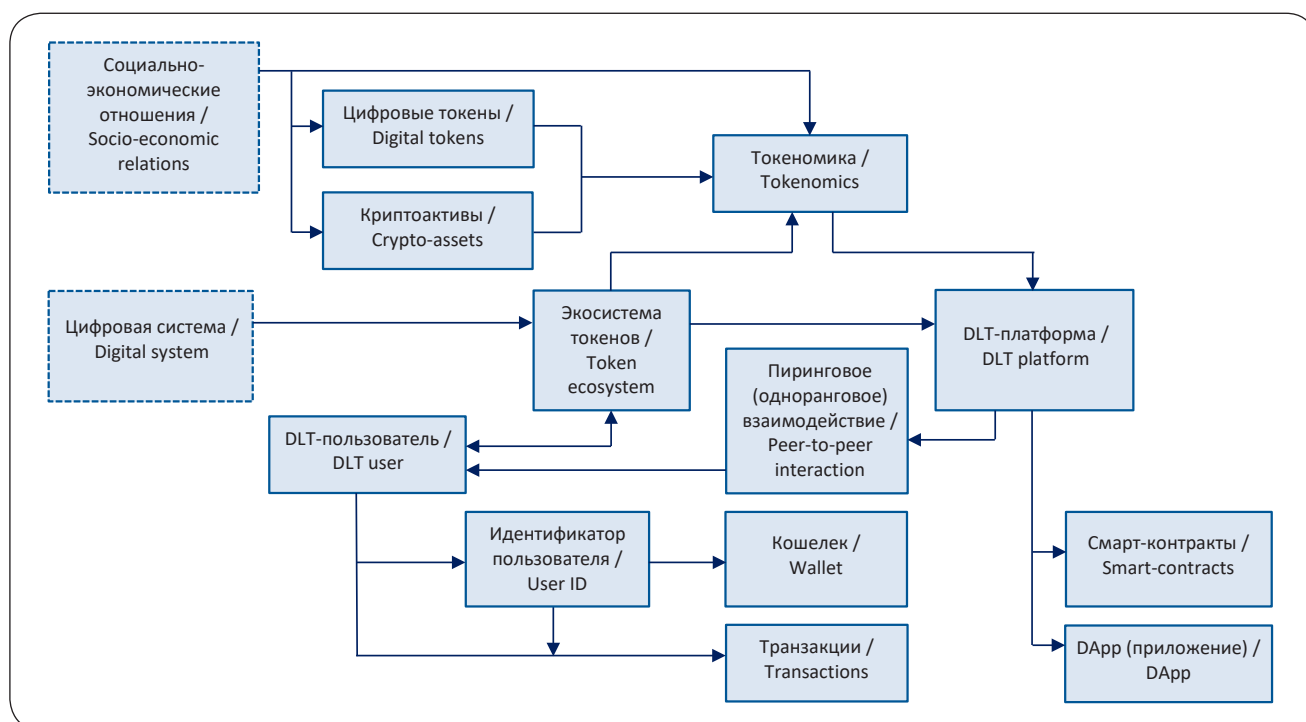


Рис. 3. Термины токеномики

Источник: составлено автором.

Fig. 3. Tokenomics terms

Source: compiled by the author.

В распределенном реестре транзакции выполняются напрямую (*peer-to-peer*) между счетами пользователей. Транзакция (*transaction*) – это:

[ITU-T] [8] сущность (сообщение для) обмена информацией между нодами, которая однозначно идентифицируется с помощью идентификатора транзакции (*transaction identifier*).

Экосистемы токенов, которые используют механизмы консенсуса, прочие технические возможности и свойства распределенного реестра, формируют отношения, основанные на доверии. В контексте токеномики под доверием (*trust*) понимается:

[22739] [7] степень, в которой пользователь или иная заинтересованная сторона обладают уверенностью (*confidence*) в том, что продукт или информационная система будут вести себя предсказуемо, т. е. так, как ожидает пользователь или иная заинтересованная сторона.

Для работы с токенами пользователи DLT-платформ используют децентрализованные приложения (*decentralized applications*, сокр. *DApps*), в том числе кошельки.

Децентрализованное приложение (*DApp*):

[22739] [7] приложение, работающее в децентрализованной информационной системе (DLT-платформе); [DeFi] [11], которое позволяет напрямую взаимодействовать (без централизованного клиринга) между одноранговыми нодами.

В случае с платформой это смарт-контракт с пользовательским веб-интерфейсом [ME] [9, 10]. В более широком смысле *DApp* – это веб-приложение, построенное поверх открытых децентрализованных пиринговых инфраструктурных сервисов. Кроме того, многие *DApp*-приложения содержат децентрализованное хранилище и(или) протокол с платформой для обмена сообщениями.



Кошелек (*wallet*):

[22739] [ITU-T] [7, 8] приложение, программное и(или) аппаратное обеспечение, используемое для генерации, управления, хранения или использования закрытых и открытых ключей и адресов, которые позволяют пользователям совершать транзакции.

Кошелек может быть реализован в виде программного или аппаратного модуля. Некоторые кошельки могут взаимодействовать со смарт-контрактами, использовать как одну цифровую подпись, так и (или) множественную подпись (по англ. *multi-signature/multi-sign*). Он используется в качестве интерфейса для доступа к учетным записям и управления ими (например, на платформе *Ethereum*), для взаимодействия со смарт-контрактами. Необходимо обратить внимание на тот факт, что ключи не обязательно должны храниться в кошельке, для повышения безопасности их можно извлечь из автономного хранилища (например, сохранить на флеш-накопитель *USB* или записать на бумаге). Несмотря на свое название, кошельки никогда не хранят реальные ЦА (криптоактивы), они хранят адреса и секретные ключи.

Выводы

Автором был сделан обзор терминологии, в первую очередь для организации коммуникаций специалистов финтехотрасли и пользователей *DLT*-технологий из различных доменов; во-вторых, учитывая множественные запросы в отношении уточнения определений, для разъяснения терминов, которые нередко возникают при обсуждении (а) проектов, использующих технологии распределенных реестров и ЦА, (б) действующего законодательства в сфере ЦФА, (в) вопросов, связанных с обменом ЦФА.

С одной стороны, Банк международных расчетов (BIS)¹⁷ отождествляет понятия «цифровая валюта» и «криптовалюта»; называет цифровую валюту субститутутом электронных денег, наделяя ее свойствами того, что она:

- эмитируется только электронным способом;
- не эмитируется в национальных валютах;
- не является обязательством;
- имеет нулевую внутреннюю стоимость;
- используется для пирингового обмена между участниками системы с использованием технологии распределенного реестра;
- представляет собой актив, обладающий некоторыми характеристиками денег (в частности, является средством платежа).

С другой стороны, Оксфордский и Кембриджский толковые словари¹⁸ понимают криптовалюту как цифровую валюту, которая эмитируется сетью общего пользования с использованием средств криптографии.

По факту, имея различное смысловое наполнение одних и тех же понятий, рассматривая понятийный аппарат как объективный механизм гармонизации социально-экономических отношений как внутри одной, так и между несколькими предметными областями знаний.

Экосистемы токенов, которые продолжают формироваться вокруг различных ЦА, состоят из нескольких структурных уровней. Их можно представить в виде следующей содержательной структуры (рис. 4):

- уровень протокола (*DLT*-сети);
- уровень ЦА;
- уровень децентрализованных приложений;
- уровень централизованных приложений.

Не стоит забывать про то, что экосистемы токенов подвержены накоплению уязвимостей. Это отражается как в отсутствии эффективной надзорной и нормативной базы для осуществления профессиональной финансовой деятельности в пространстве цифровых финансов, так и в новых технологических рисках, связанных с финтехинновациями и *DeFi*, которые усиливают уязвимости всей экосистемы.

¹⁷ Сайт Банка России. URL: https://www.cbr.ru/today/ms/smo/bmr_n/; официальный сайт Банка международных расчетов. URL: <https://www.bis.org>

¹⁸ English Oxford living dictionaries. URL: <https://en.oxforddictionaries.com/>; Cambridge dictionary. URL: <https://dictionary.cambridge.org>

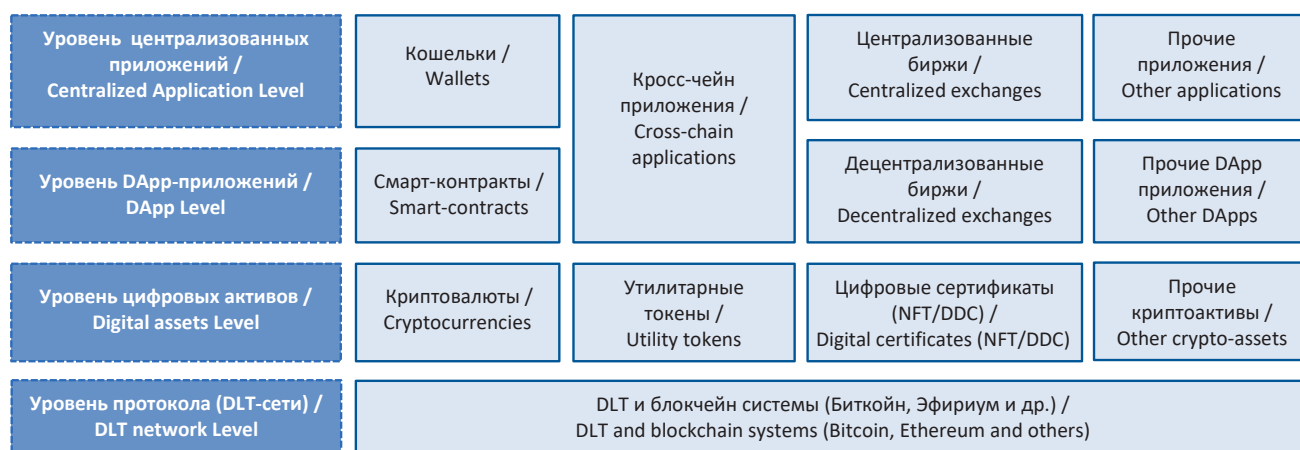


Рис. 4. Экосистема токенов: структурные уровни

Источник: адаптировано и составлено автором на основе [26, 23].

Fig. 4. Token ecosystem: structural levels

Source: compiled by the author based on [26, 23].

Основополагающий принцип функционирования систем распределенного реестра – «нельзя доверять тому, что нельзя проверить» – очень четко отражает необходимость применения *DLT* в различных бизнес-процессах, процессах организации (публичных) общественных благ, процессах исполнения регуляторной (контролирующей) функции.

Всестороннее понимание терминологических основ *DLT*-технологий помогает специалистам митигировать риски и снижать затраты, присущие централизованным платформам и сервисам, в том числе функционирующим под управлением государства и (или) для его нужд под управлением третьих лиц (контрагентов).

Учитывая постоянный рост доли использования различных ЦА в мировой практике, необходимо обеспечить гармонизацию терминологии и регионального (локального) законодательства для эффективного функционирования и внедрения децентрализованных систем, организации оборота ЦА внутри отдельной страны и их межстранового обмена.

Используемые сокращения:

[22739] – ISO 22739:2020 [7];

[29167] – ISO/IEC 29167-21:2018 [27];

[25010] – ISO/IEC 25010:2011 [24];

[7498] – ISO 7498-2:1989 [21];

[Bitcoin] – Nakamoto, S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system [28];

[BRCA] – Blockchain Regulatory Certainty Act [19];

[DeFi] – Harvey C.R., Ramachandran A., Santoro J. DeFi and the Future of Finance. John Wiley & Sons, Inc. [11];

DDC, или NFT, – цифровой сертификат <на право>;

DLT – технология распределенного реестра;

[Ethereum] – Ethereum Whitepaper [18];

[ITU-T] – Focus Group Technical Report ITU-T FG DLT D1.1:2019, Distributed ledger technology terms and definitions [8];

[NISTIR] – NISTIR 8202. Blockchain Technology Overview [15];

[MB] – Antonopoulos, A.M. Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Cryptocurrencies. O'Reilly Media Inc. [13];



[ME] – Antonopoulos, A.M., Wood, G. Mastering Ethereum. O'Reilly Media Inc. [9];
[Закон о ЦФА] Федеральный закон от 31.07.2020 № 259-ФЗ «О цифровых финансовых активах, цифровой валюте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [1];
[ТС26] – Методические рекомендации МР 26.4.001-2018 «Информационная технология. Криптографическая защита информации. Термины и определения в области технологий цепной записи данных (блокчейн) и распределенных реестров». Росстандарт [12];
ЦА – цифровой актив;
ЦФА – цифровой финансовый актив.

Оговорка. Текст данной статьи не является юридической или финансовой консультацией, не устанавливает взаимоотношений «адвокат – клиент». Текст также не является рекомендацией для покупки цифровых валют, ЦФА, цифровых прав и других цифровых активов и цифровых токенов, ценных бумаг. Мнение автора может не совпадать с мнением аффилированных организаций.

Список литературы

1. Федеральный закон от 31.07.2020 № 259-ФЗ «О цифровых финансовых активах, цифровой валюте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» / КонсультантПлюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358753/ (дата обращения: 08.06.2022).
2. Антонопулос А. М. Интернет денег / пер. с англ., под науч. ред. А. Власова. Москва: Олимп-Бизнес, 2018. 192 с. URL: <https://www.researchgate.net/project/Data-economy-and-Tokenomics> (дата обращения: 08.06.2022).
3. Абреков М. М., Власов А. В. Рынок инвестиций ICO и IPO: обзор состояния и перспектив // Пространственная экономика. 2022. № 4 (в печати).
4. Агеев В. Н., Власов А. В. Потенциал применения цифровых финансовых активов // Финансовый журнал. 2020. № 6 (12). С. 100–112. DOI: <https://doi.org/10.31107/2075-1990-2020-6-100-112>
5. Власов А. В., Абреков М. М. Криптоэкономика: методология экспертной оценки ICO-стартапов в финтехе // Актуальные проблемы экономики и права. 2018. № 12 (4). С. 745–761. DOI: <https://doi.org/10.21202/1993-047X.12.2018.4.745-761>
6. Власов А. В., Абреков М. М. Российское IPO: классические и альтернативные способы привлечения средств // Модели, системы и сети в экономике, технике, природе и обществе. 2018. № 1 (25). С. 18–31.
7. International Organization for Standardization (ISO). Blockchain and distributed ledger technologies: Vocabulary. 1st ed.; ISO/FDIS 22739:2020 (E); ISO). Geneva, Switzerland, 2000. [22739]. URL: <https://www.iso.org/standard/73771.html> (дата обращения: 08.06.2022).
8. International Telecommunication Union (ITU). Focus Group Technical Report ITU-T FG DLT D1.1:2019, FG DLT D1.1 Distributed ledger technology terms and definitions. Geneva, Switzerland, 2019 [ITU-T]. URL: <https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/dlt/Documents/d11.pdf> (дата обращения: 08.06.2022).
9. [ME] Antonopoulos, A.M., Wood, G. Mastering Ethereum. Quick Glossary. O'Reilly Media Inc., 2018. URL: <https://github.com/bokkypoobah/MasteringEthereum/blob/tech-review/glossary.asciidoc> (дата обращения: 08.06.2022).
10. Антонопулос А. М., Вуд Г. Осваиваем Ethereum: создание смарт-контрактов и децентрализованных приложений / пер. с англ. М. А. Райтман, А. В. Власова. Москва: ЭКСМО (издательство «Бомбора»), 2021. 512 с. URL: <https://www.researchgate.net/project/Mastering-Ethereum-Book> (дата обращения: 08.06.2022).
11. [DeFi] Harvey C. R., Ramachandran A., Santoro J. DeFi and the Future of Finance. John Wiley & Sons, Inc. URL: <https://www.researchgate.net/project/DeFi-and-the-Future-of-Finance-Book> (дата обращения: 08.06.2022).
12. Росстандарт. Методические рекомендации МР 26.4.001-2018 «Информационная технология. Криптографическая защита информации. Термины и определения в области технологий цепной записи данных (блокчейн) и распределенных реестров». Росстандарт. 2018. URL: <https://tc26.ru/standarts/metodicheskie-rekomendatsii/mr-26-4-001-2018-terminy-i-opredeleniya-v-oblasti-tehnologiy-tsepnoy-zapisi-dannykh-blokcheyn-i-raspredelennykh-reestrov.html> (дата обращения: 08.06.2022).
13. [MB] Antonopoulos A. M. Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Cryptocurrencies. Quick Glossary. O'Reilly Media, Inc., 2014. URL: <https://github.com/bitcoinbook/bitcoinbook/blob/develop/glossary.asciidoc> (дата обращения: 08.06.2022).
14. [Ethereum] Ethereum Whitepaper (September 2, 2022). URL: <https://ethereum.org/en/whitepaper/> (дата обращения: 08.06.2022).



15. [NISTIR] NISTIR 8202. Blockchain Technology Overview. URL: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2018/NIST.IR.8202.pdf>. DOI: <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8202>
16. International Organization for Standardization (ISO). Service activities relating to drinking water supply systems and wastewater systems – Crisis management – Good practice for technical aspects (ISO/TS 24520:2017 (en), ISO). Geneva, Switzerland, 2017. URL: <https://www.iso.org/standard/64680.html> (дата обращения: 08.06.2022).
17. International Organization for Standardization (ISO). Information technology – IT asset management – Part 1: IT asset management systems – Requirements. (ISO/IEC 19770-1:2017, ISO). Geneva, Switzerland, 2017. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/68531.html> (дата обращения: 08.06.2022).
18. International Organization for Standardization (ISO). Buildings and constructed assets – Service life planning – Part 5: Life-cycle costing (ISO 15686-5:2017, ISO). Geneva, Switzerland, 2017. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/61148.html> (дата обращения: 08.06.2022).
19. [BRCA] Blockchain Regulatory Certainty Act. URL: <https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/6974/text> (дата обращения: 08.06.2022).
20. Новоселова Л. А. «Токенизация» объектов гражданского права // Хозяйство и право. 2017. № 12 (491). С. 29–44.
21. International Organization for Standardization (ISO). Information processing systems – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model – Part 2: Security Architecture. (ISO 7498-2:1989, ISO). Geneva, Switzerland, 1989. [7498]. URL: <https://www.iso.org/standard/14256.html> (дата обращения: 08.06.2022).
22. OECD. Initial Coin Offerings (ICOs) for SME Financing. 2019. URL: <http://www.oecd.org/finance/ICOs-for-SME-Financing.pdf> (дата обращения: 08.06.2022).
23. Schär F. Decentralized Finance: On Blockchain- and Smart Contract-Based Financial Markets // Federal Reserve Bank of St. Louis Review, Second Quarter. 2021. Pp. 153–174. URL: <https://research.stlouisfed.org/publications/review/2021/02/05/decentralized-finance-on-blockchain-and-smart-contract-based-financial-markets>. DOI: <https://doi.org/10.20955/r.103.153-74>
24. International Organization for Standardization (ISO). Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – System and software quality models. (ISO/IEC 25010:2011, ISO). Geneva, Switzerland, 2011. [25010]. URL: <https://www.iso.org/standard/35733.html> (дата обращения: 08.06.2022).
25. Росстандарт. Стандарт ГОСТ Р ИСО ТО 13569-2007. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200068821> (дата обращения: 08.06.2022).
26. The International Organization of Securities Commissions (IOSCO). – Decentralized Finance Working Group Report and Toolkit. Madrid, Spain, 2022. URL: <https://www.iosco.org/library/pubdocs/pdf/IOSCOPD699.pdf> (дата обращения: 08.06.2022).
27. International Organization for Standardization (ISO). Information technology – Automatic identification and data capture techniques – Part 21: Crypto suite SIMON security services for air interface communications. (ISO/IEC 29167-21:2018; ISO). Geneva, Switzerland, 2018. [29167]. URL: <https://www.iso.org/standard/70388.html> (дата обращения: 08.06.2022).
28. [Bitcoin] Nakamoto, S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. 2008. URL: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (дата обращения: 08.06.2022).

References

1. Federal Law of 31.07.2020 no. 259-FZ “On digital financial assets, digital currency and amendments to certain legislative acts of the Russian Federation” (2020). *ConsultantPlyus* (in Russ.). http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358753/
2. Antonopulos, A. M. (2018). *Internet of Money*. (A. V. Vlasov, Trans.) Moscow: Olimp-Biznes (in Russ.). <https://www.researchgate.net/project/Data-economy-and-Tokenomics>
3. Abrekov, M. M., Vlasov, A. V. (2022). ICO and IPO investment market: review of the state and prospects. *Spatial Economics*, 4 (in Russ.).
4. Ageyev, V. N., Vlasov, A. V. (2020). Potential Applications of Digital Financial Assets. *Financial Journal*, 6 (12), 100–112 (in Russ.). <https://doi.org/10.31107/2075-1990-2020-6-100-112>
5. Vlasov, A. V., Abrekov, M. M. (2018). Cryptoeconomics: expert evaluation methodology of ICO start-ups in the processes of financial innovation management. *Actual Problems of Economics and Law*, 12 (4), 745–761 (in Russ.). <https://doi.org/10.21202/1993-047X.12.2018.4.745-761>
6. Vlasov, A. V., Abrekov, M. M. (2018). Russian IPO: classical and alternative ways of raised funds. *Modeli, Sistemy i Seti v Ekonomike, Tekhnike, Prirode i Obshchestve*, 1 (25), 18–30 (in Russ.).
7. International Organization for Standardization (ISO). (2000). *Blockchain and distributed ledger technologies: Vocabulary*. 1st ed.; ISO/FDIS 22739:2020 (E); ISO). Geneva, Switzerland [22739]. <https://www.iso.org/standard/73771.html>



8. International Telecommunication Union (ITU). (2019). *Focus Group Technical Report ITU-T FG DLT D1.1:2019*, FG DLT D1.1 Distributed ledger technology terms and definitions. Geneva, Switzerland [ITU-T]. <https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/dlt/Documents/d11.pdf>
9. [ME] Antonopoulos, A.M., Wood, G. (2018). *Mastering Ethereum. Quick Glossary*. O'Reilly Media Inc. <https://github.com/bokkypoobah/MasteringEthereum/blob/tech-review/glossary.asciidoc>
10. Antonopoulos, A. M., Wood, G. (2019). *Mastering Ethereum*. (A. V. Vlasov, M. A. Raitman, Trans.). Moscow, EKSMO (Bomora), 2021. 512 p. (in Russ.). <https://www.researchgate.net/project/Mastering-Ethereum-Book>
11. [DeFi] Harvey, C. R., Ramachandran, A., Santoro, J. *DeFi and the Future of Finance*. John Wiley & Sons, Inc. <https://www.researchgate.net/project/DeFi-and-the-Future-of-Finance-Book>
12. Rosstandart. (2018). *Methodological recommendations MR 26.4.001-2018 "Information technology. Cryptographic protection of information. Terms and definitions in the sphere of chain data recoding (blockchain) and distributed ledger"*. (in Russ.). <https://tc26.ru/standarts/metodicheskie-rekomendatsii/mr-26-4-001-2018-terminy-i-opredeleniya-v-oblasti-tehnologiy-tsepnoy-zapisi-dannykh-blokcheyn-i-raspredeleennykh-reestrov.html>
13. [MB] Antonopoulos A. M. (2014). *Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Cryptocurrencies*. Quick Glossary. O'Reilly Media, Inc. <https://github.com/bitcoinbook/bitcoinbook/blob/develop/glossary.asciidoc>
14. [Ethereum] *Ethereum Whitepaper* (September 2, 2022). <https://ethereum.org/en/whitepaper/>
15. [NISTIR] *NISTIR 8202. Blockchain Technology Overview*. <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/ir/2018/NIST.IR.8202.pdf>. DOI: <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8202>
16. International Organization for Standardization (ISO). (2017). *Service activities relating to drinking water supply systems and wastewater systems – Crisis management – Good practice for technical aspects (ISO/TS 24520:2017 (en), ISO)*. Geneva, Switzerland. <https://www.iso.org/standard/64680.html>
17. International Organization for Standardization (ISO). (2017). *Information technology – IT asset management – Part 1: IT asset management systems – Requirements. (ISO/IEC 19770-1:2017, ISO)*. Geneva, Switzerland. <https://www.iso.org/ru/standard/68531.html>
18. International Organization for Standardization (ISO). (2017). *Buildings and constructed assets – Service life planning – Part 5: Life-cycle costing (ISO 15686-5:2017, ISO)*. Geneva, Switzerland. <https://www.iso.org/ru/standard/61148.html>
19. [BRCA] *Blockchain Regulatory Certainty Act*. <https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/6974/text>
20. Novoselova, L. A. (2017). "Tokenization" of the civil rights' objects. *Khozyaistvo i pravo*, 12 (491), 29–44 (in Russ.).
21. International Organization for Standardization (ISO). (1989). *Information processing systems – Open Systems Interconnection – Basic Reference Model – Part 2: Security Architecture. (ISO 7498-2:1989, ISO)*. Geneva, Switzerland. [7498]. <https://www.iso.org/standard/14256.html>
22. OECD. (2019). *Initial Coin Offerings (ICOs) for SME Financing*. <http://www.oecd.org/finance/ICOs-for-SME-Financing.pdf>
23. Schär F. (2021). Decentralized Finance: On Blockchain- and Smart Contract-Based Financial Markets. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review, Second Quarter* (pp. 153–174). URL: <https://research.stlouisfed.org/publications/review/2021/02/05/decentralized-finance-on-blockchain-and-smart-contract-based-financial-markets>. DOI: <https://doi.org/10.20955/r.103.153-74>
24. International Organization for Standardization (ISO). (2011). *Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – System and software quality models. (ISO/IEC 25010:2011, ISO)*. Geneva, Switzerland [25010]. <https://www.iso.org/standard/35733.html>
25. Rosstandart. *Standard GOST R ISO TO 13569-2007* (in Russ.).
26. The International Organization of Securities Commissions (IOSCO). (2022). *Decentralized Finance Working Group Report and Toolkit*. Madrid, Spain, <https://www.iosco.org/library/pubdocs/pdf/IOSCOPD699.pdf>
27. International Organization for Standardization (ISO). (2018). *Information technology – Automatic identification and data capture techniques – Part 21: Crypto suite SIMON security services for air interface communications. (ISO/IEC 29167-21:2018; ISO)*. Geneva, Switzerland, [29167]. <https://www.iso.org/standard/70388.html>
28. [Bitcoin] Nakamoto, S. (2008). *Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system*. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

Конфликт интересов: автором не заявлен.

Conflict of Interest: No conflict of interest is declared by the author.

Дата поступления / Received 25.02.2022

Дата принятия в печать / Accepted 23.08.2022