

# Распределенные реестры в цифровой экономике: база данных, технология или протокол?

Distributed registers in digital economy: database, technology or protocol?

doi 10.26310/2071-3010.2019.251.9.015



**Е. И. Дюдикова,**  
*к. э. н., докторант*  
dudikova.e@gmail.com

**E. I. Dyudikova,**  
*candidate of economics, doctoral student*



**Н. Н. Куницына,**  
*д. э. н., профессор, зав. кафедрой*  
natkun2004@mail.ru

**N. N. Kunitsyna,**  
*doctor of economics, professor, head of department*

**Кафедра финансов и кредита, Институт экономики и управления, Северо-Кавказский федеральный университет**

**Department «Finance and credit», Institute of economics and management, North-Caucasus federal university**

*В настоящее время отсутствует общепринятая интерпретация и классификация распределенных реестров, что существенно затрудняет развитие научных исследований цифровых финансовых активов, тормозит процесс их легитимизации и интеграции в финансовую сферу на государственном и международном уровнях, а также усложняет регулирование социально-экономических процессов, в том числе протекающих в России. В статье представлен анализ концептуальных подходов к трактовке дефиниции «распределенный реестр» как основы инновационных финансово-расчетных инструментов, предложена авторская интерпретация данного понятия, систематизирована и дополнена классификация распределенных реестров как с позиции способа обмена, хранения и обработки информации на основе комплекса технологий.*

*Currently there is no generally accepted interpretation and classification of distributed registers, which significantly impedes the development of scientific research of digital financial assets, hinders the process of their legitimization and integration into the financial sphere at the state and international levels, as well as complicates the regulation of social and economic processes, including Russia. The article presents an analysis of conceptual approaches to the definition of the «distributed register» as the basis of innovative financial and calculation instruments, proposes the authors' interpretation of this concept, systematized and supplemented the classification of distributed registers from the method of exchange, storage and processing of information based on a set of technologies.*

**Ключевые слова:** распределенный реестр, цифровой финансовый актив, цифровые технологии, цифровая система.

**Keywords:** distributed registry, digital financial asset, digital technology, digital system.

**П**оявление и стремительное развитие технологии распределенных реестров является важным этапом в эволюции информационных сервисов (четвертая промышленная революция), который позволяет вывести на новый уровень доверия и открытости широкий спектр цифровых услуг: финансовых

(клиринг, платежные системы), логистических (управление поставками), социальных (голосование) и т. д. Основными неотъемлемыми условиями применения технологии распределенных реестров выступают наличие большого числа участников, заинтересованных во взаимодействии в рамках единого цифрового про-

странства; децентрализация управления, в результате чего исключается единая точка отказа; доверенная среда для совместной деятельности, позволяющая мгновенно взаимодействовать территориально удаленным друг от друга участникам на любом расстоянии. Однако в современной экономической и правовой литературе отсутствует однозначное определение распределенного реестра, а существующие трактовки можно объединить в группы, раскрывающие его сущность:

1) как базы данных (О. С. Болотаева [4], С. Н. Борисова [5], К. Ванг [36], Е. Вейзи [30], А. А. Инюшкин [9], Г. Качмазов [11], Ю. Кожевникова [11], П. С. Ложников [15], А. И. Мартышкин [16], Д. Милс [36], А. Е. Сулавко [15], М. Хенкок [30] и др.);

2) как совокупности инновационных понятий, которые сами не имеют общепринятых определений (Д. Батраков [2], И. Королев [13] и др.);

3) как нового способа обмена и хранения информации, технологии или протокола (С. Базанов [1], А. Ильинский [8], Г. Р. Катасонова [18], Д. А. Качан [10], Д. Клейн [12], А. А. Космарский [14], А. П. Москаленко [10], А. С. Обаева [3], В. М. Прохоров [20], А. Д. Сотников [18], М. Фрайдель [29], К. Шваб [21], Д. Шустов [22] и др.).

Отметим, что первый подход не раскрывает понятия распределенного реестра с позиции особенностей и сущности самой технологии, поскольку база данных является частью применяемых технологий для организации работы, отражающей хранение информации. Более того, база данных — лишь совокупность данных, организованных в соответствии с концептуальной структурой, описывающей их характеристики и взаимоотношения между ними [26].

В рамках второго подхода сущность распределенного реестра раскрывается через понятия, не имеющие общепринятых определений. Так, И. Королев к системе распределенного реестра относит базу «цифровых транзакций, записей о событиях, содержащих критически важную управленческую, юридическую, финансовую и иную информацию, которые хранятся,

одновременно создаются и обновляются на всех носителях у всех участников реестра на основе заданных алгоритмов, обеспечивающих ее тождественность у всех пользователей реестра» [13]. По мнению Д. Батракова, технология распределенных реестров — «это децентрализованные цифровые реестры, содержащие блоки, которые связаны сетью компьютерных узлов» [2]. Однако распределенный реестр может быть организован без формирования блоков. Кроме того, на сегодняшний день отсутствуют однозначные определения понятий «база цифровых транзакций» и «децентрализованные цифровые реестры», что не позволяет использовать их для раскрытия сущности распределенного реестра.

Согласно третьему подходу, сущность распределенного реестра сводится к протоколу, технологии, способу обмена и хранения информации, раскрываемой наиболее полно и комплексно, поскольку предполагает не только хранение информации (базы данных), но и обмен (сетевое взаимодействие), и методы шифрования в обработке данных и синхронизации (криптография).

Преимущества использования технологии распределенных реестров обеспечивает механизм ее функционирования, основная идея которого заключается в организации территориально распределенной системы хранения информации с применением механизма консенсуса для синхронизации новых записей/блоков, обеспечивающих неизменность ранее внесенных данных [6]. Принцип работы инновационной технологии заключается в хранении идентичных реестров на серверах, объединенных в одноранговую сеть [34]. При этом каждая новая добавляемая запись/блок подтверждает предыдущие, делая невозможным их удаление и изменение. Синхронизация выполняется между серверами сети в соответствии с алгоритмом консенсуса — в реестр каждого сервера записываются криптографически подтвержденные записи/блоки, удовлетворяющие определенному правилу. Отличительными чертами технологии распределенных реестров является совокупность следующих механизмов:

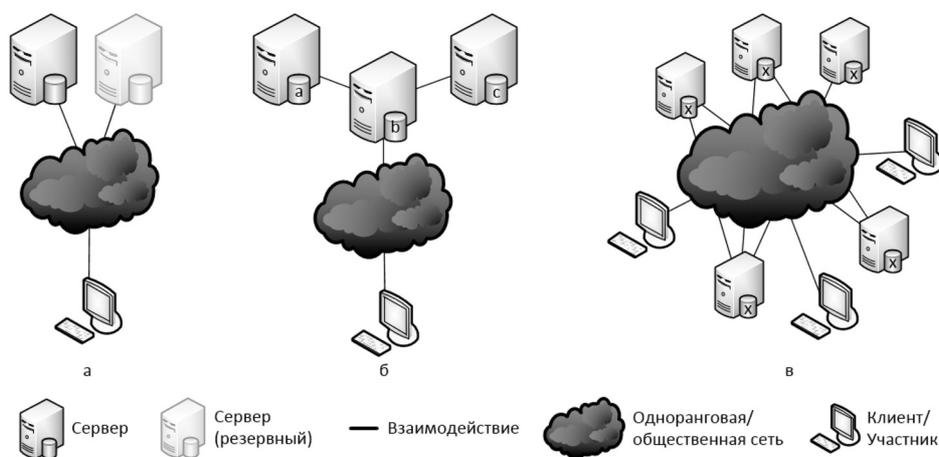


Рис. 1. Организация централизованных систем, распределенных баз данных и распределенных реестров: а — централизованные системы с резервным сервером; б — распределенные базы данных (а, b, c — реплики/фрагменты распределенной базы данных, которые могут быть не идентичны между собой); в — распределенные реестры (x — идентичные серверы)

- подтверждение предыдущих записей/блоков новыми;
- синхронизация территориально-распределенных реестров по принципу консенсуса, обеспечивающего их достоверность, однозначность и непротиворечивость;
- мотивация владельцев серверов.

Отметим, что дублирование или многократное резервирование информации и компонентов в централизованных системах (рис. 1, *a* — активная резервная система не увеличивает производительность системы и вступает в работу только при отсутствии основной, что уменьшает экономическую эффективность) не позволяет обеспечить надежность и производительность такого же уровня как при использовании технологии распределенных реестров. Вместе с тем распределенные базы данных (рис. 1, *б* — поддержание реплик баз данных на уровне близком к полным копиям усложняет модель синхронизации, снижая эффективность работы системы и делая сложным восстановление реплик в случае отказа; количество реплик, как правило, небольшое) также не являются их аналогами из-за отсутствия основных механизмов распределенных реестров (рис. 1, *в* — выход из строя до половины серверов не угрожает работоспособности системы в целом; риск безвозвратной потери информации отсутствует).

Рассмотрев механизм функционирования технологии распределенных реестров, можно сделать вывод, что в существующих определениях выделяют два типа ее особенностей в сравнении с другими видами технологий:

- особенности, которые являются неотъемлемой частью самой технологии распределенных реестров (наличие копии реестра у участников; криптографический механизм синхронизации — алгоритм консенсуса; невозможность бесследного удаления или изменения записи распределенного реестра) — раскрывают сущность понятия распределенного реестра в целом;
- особенности, которые не являются общими для всех распределенных реестров, а выступают характеристикой конкретной их разновидности (отсутствие центрального администратора, хранение каждым участником системы всей истории изменений и валидация добавления ими новых записей/блоков).

В этой связи целесообразно определить распределенный реестр как способ обмена, хранения и обработки информации с организацией децентрализованной территориально-распределенной структуры полноценных копий реестра, синхронизация которых осуществляется по принципу консенсуса, обеспечи-

Таблица 1

Классификация распределенных реестров

Параметр	Виды распределенных реестров
Доступность распределенного реестра для участников	Публичный; частный; гибридный
Степень распределенности реестра	Распределенный; вырожденный
Уровень доступа участников к распределенному реестру	Реестр с неограниченным доступом; реестр с ограниченным доступом
Использование инфраструктуры распределенным реестром	Реестр строится на базе существующих платформ и использует их инфраструктуру; реестр эксплуатируется на базе собственной инфраструктуры
Возможность установления связей между реестрами	Дочерний распределенный реестр; родительский (основной) распределенный реестр
Уровень идентификации участника распределенного реестра	Анонимный распределенный реестр; псевдоанонимный распределенный реестр; распределенный реестр с полной идентификацией
Способ добавления записей в распределенный реестр	Реестры, формирующиеся на основе внесения записи; реестры блочного формирования
Принцип добавления записей в реестр	Классический распределенный реестр; альтернативный распределенный реестр
Объект транзакций	Необеспеченные цифровые финансовые активы, аналог ценности которых отсутствует в «реальном мире»; обеспеченные цифровые финансовые активы, являющиеся аналогами ценности реального мира; цифровые активы, не относящиеся к финансовым
Размер записи/блока транзакций	Распределенный реестр с фиксированным размером записи/блока; распределенный реестр с изменяемым размером
Способ эмиссии цифровых финансовых активов	Реестры, поддерживающие постепенный выпуск активов; реестры с предварительной эмиссией активов
Максимальное количество цифровых финансовых активов распределенного реестра	Реестры с фиксированным количеством активов; реестры с неограниченным количеством активов
Наличие цифровых активов для управления распределенным реестром	Наличие; отсутствие
Наличие функциональных дополнений распределенного реестра	Реестр, имеющий информационный характер дополнений; реестр, имеющий финансовую ценность дополнений; реестр, не имеющий функциональных дополнений
Наличие ролей участников в распределенном реестре	Наличие роли майнера/валидатора; наличие роли пользователя; наличие роли сервера; наличие роли посредника; наличие роли оракула; наличие роли администратора
Применяемый протокол достижения консенсуса сети	PoW (Proof-of-Work); PoS (Proof-of-Stake); PoA (Proof-of-Authority); PoI (Proof-of-Importance); PoS + PoW; DPoS; PBFT (Practical Byzantine Fault Tolerance), Paxos, RAFT; Non-BFT (Non Byzantine Fault Tolerance)
Метод мотивации майнеров/валидаторов в сети	Реестр с финансовой мотивацией; реестр с нефинансовой мотивацией; реестр без мотивации

вающего их достоверность, неизменность, неотражаемость и непротиворечивость за счет применения криптографических способов. Данное определение отличается комплексностью охвата и отражает особенности распределенных реестров, независимо от их практической реализации.

В современном мире технология распределенных реестров используется или находится на стадии внедрения на финансовых рынках (платформа для финансовых сервисов R3 Corda; цифровые финансовые активы bitcoin, ethereum; оформление доверенностей для управления счетом в ПАО Сбербанк; блокчейн-платформа для трансграничных корпоративных расчетов Visa B2B Connect), в клиентских сервисах (защита от контрафактного товара Blockchain Engine), в автоматизации каналов поставок (Skuchain, Provenance, Walmart, Everledger), обеспечивает публичные регистры, взаимодействие умных устройств и Интернета вещей (IOTA, Tangle) и др. [35, 42].

Совокупность параметров, присущих распределенным реестрам, позволяет классифицировать последние по различным значениям (табл. 1).

Говоря о доступности распределенного реестра для участников цифровой системы, необходимо выделить:

- Публичные (открытые) распределенные реестры, доступные всем пользователям сети Интернет (bitcoin [24], ethereum [28], монето [38] и т. д.). Любой пользователь сети Интернет может стать участником цифровой системы, отправлять транзакции через сеть данного распределенного реестра, видеть историю транзакций в обозревателе блоков. Операции в системе являются прозрачными и, как правило, анонимными или псевдоанонимными. Преимуществами данного вида реестров выступают совершение транзакций без участия посредников; отсутствие необходимости создания инфраструктуры; сравнительно низкий уровень затрат на разработку и запуск децентрализованных приложений. К недостаткам следует отнести наличие юридических рисков использования цифровых активов; высокий уровень волатильности единиц учета; отсутствие массовой распространенности.
- Частные (закрытые) распределенные реестры, доступные определенному кругу лиц (MONAX — отслеживание и автоматизация договорных обязательств в режиме реального времени [37]; MultiChain — проект, позволяющий создавать частные распределенные реестры [39]; EWF — система на базе блокчейна Ethereum, позволяющая потребителям продавать энергию, которую они генерируют в домашних условиях [27]; V3i — платформа распределенного реестра для реализации децентрализованных приложений [23]; Corda — платформа для финансовых учреждений на основе Ethereum с ограниченным доступом [25]). Такие распределенные реестры организованы по аналогичным с публичными системами правилам, но работают под руководством конкретной группы лиц или организаций, не позволяющей участвовать в процессе проверки транзакций любому пользо-

вателю сети Интернет. В сравнении с открытыми, частные распределенные реестры быстрее, более конфиденциальны (информация о транзакциях доступна доверенному ограниченному кругу лиц). Они чаще всего используются в банковском секторе. Сильной стороной данной разновидности реестров выступают снижение транзакционных издержек и избыточности данных, упрощение документооборота и сокращение объема ручного труда; слабой — подверженность атаке 51% и связанным с ней угрозам.

- Гибридные реестры, частично использующие принципы публичных и частных (проект Hyperledger, предоставляющий различные инструменты для создания экосистемы распределенных реестров [31]). Так, например, храниться такой реестр может открыто, но количество устройств управления сохранением записей ограничено и может принадлежать определенному кругу лиц. При этом возможна реализация различных вариантов распределения функций хранения и обработки информации между участниками.

В зависимости от количества и территории размещения участников цифровой системы выделяют распределенный реестр (минимальное количество серверов более двух единиц, размещенных нецентрализованно) и выродившийся реестр (количество серверов до двух единиц включительно, размещение которых не регламентировано).

В зависимости от уровня доступа, предоставляемого участнику к распределенному реестру, существуют:

- реестры с неограниченным доступом — системы, в которых каждому участнику предоставляется возможность осуществления любой деятельности, в том числе майнинга и валидации транзакций;
- реестры с ограниченным доступом — системы, которые ограничивают виды деятельности участников.

По принадлежности используемой инфраструктуры для организации распределенного реестра бывают:

- реестры, которые строятся на базе существующих платформ и используют их инфраструктуру (наиболее популярными платформами являются Ethereum, EOS и TRON), при этом такие реестры наследуют достоинства и недостатки опорной инфраструктуры;
- реестры, использующие собственную инфраструктуру: отдельные серверы обработки транзакций и клиентское программное обеспечение. В основе программного обеспечения может лежать собственный исходный код или исходный код какого-либо доступного проекта (форк).

Распределенный реестр может быть организован с поддержкой установления родительской и дочерней связей с другими реестрами: родительский (основной) по отношению ко второму реестру, в который данные передаются, либо дочерний по отношению к реестру, из которого данные принимаются.

Для описания родительско-дочерних связей распределенных реестров, построенных на базе цепочной

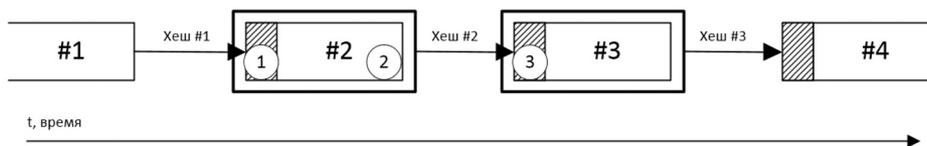


Рис. 2. Формирование цепочки последовательных записей:

- 1 — хеш записи #1, полученный на основе хеша и данных предыдущей записи;
- 2 — данные записи #2 (транзакции, информация и т. п.);
- 3 — хеш записи #2, полученный на основе хеша и данных предыдущей записи

структуры, используют термин «сайдчейн». Однако применять его для распределенных реестров в целом некорректно в связи с наличием указания на цепочную структуру, поскольку структура распределенного реестра может принимать иную форму.

В зависимости от уровня идентификации участника распределенного реестра последние могут быть:

- анонимными — не требуют регистрации участника с указанием его персональных данных; в качестве номера счета используется анонимный идентификатор; могут применяться механизмы, затрудняющие косвенную идентификацию, например, механизм микширования переводов;
- псевдоанонимными — участника можно определить по косвенным признакам: адрес электронной почты, сумма и направление перевода и т. д.;
- с полной идентификацией — требуется обязательное указание реальных реквизитов персональных данных, проверка участников по сторонним официальным источникам (по номеру телефона, кредитной карты и др.).

В современной литературе зачастую не разграничивают понятия «распределенный реестр» и «блокчейн» [32]. Однако распределенный реестр — общее понятие, в то время как блокчейн представляет собой его разновидность. Существующие реестры могут формироваться двумя способами: на основе внесения отдельных записей или блоков. В первом случае информация вносится в цифровую систему без формирования блоков, при этом каждая новая запись подтверждает предыдущую (рис. 2). Примером данной разновидности распределенных реестров является Vyteball Bytes — система, в которой транзакции не объединяются в блоки, а сами содержат данные друг о друге (хеш).

Во втором случае транзакции сохраняются в реестр блоками (группами записей, оформленными определенным образом и подтвержденными хешем), при этом каждый новый блок подтверждает предыдущий (рис. 3). Данный вид формирования распределенных реестров является классическим, по которому построено большинство современных распределенных реестров, в том числе bitcoin.

В зависимости от принципа добавления записей выделяют распределенные реестры с формированием цепочки последовательных записей/блоков (классический распределенный реестр) либо сети записей/блоков, реализуемой в виде направленного ациклического графа (альтернативный распределенный реестр). В классическом реестре добавление записей выполняется последовательно, образуя цепочку следующих друг за другом записей/блоков. Каждая новая запись/блок подтверждает предыдущую. Данный принцип добавления информации является классическим, так как появился одним из первых, получив название «блокчейн» (цепочка блоков). На основе такой цепочной структуры реализовано большинство современных популярных распределенных реестров (bitcoin, ethereum и др.), блокчейн которых формируется с применением последовательной цепочки блоков (рис. 3).

Добавление информации в альтернативный распределенный реестр осуществляется не по цепочному принципу (в цепочку друг за другом), а на основе направленного ациклического графа (используется структура в виде графа, ребра которого не образуют циклы) (рис. 4).

Первой криптографической платформой, в которой применяется принцип добавления информации в виде направленного ациклического графа, стала NXT [40]. Такой же принцип хранения записей используется в

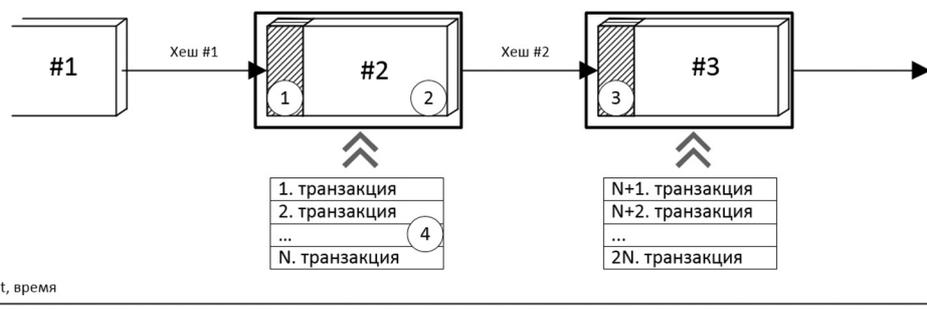


Рис. 3. Формирование цепочки последовательных блоков:

- 1 — хеш блока записи #1, полученный на основе хеша и данных предыдущего блока записи;
- 2 — данные блока записи #2 (транзакции, информация и т. п.);
- 3 — хеш блока записи #2, полученный на основе хеша и данных предыдущего блока записи;
- 4 — список транзакций, включаемых в блок записи #2

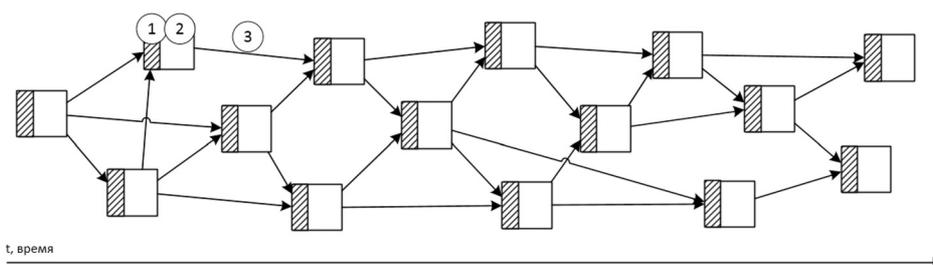


Рис. 4. Хранение информации в распределенном реестре в виде направленного ациклического графа:  
 1 — хеш записи, полученный на основе хеша и данных двух предыдущих записей (согласно направлению);  
 2 — данные записи (транзакции, информация и т. п.); 3 — передача хеша предыдущей записи  
 и включение ее в хеш следующей (для каждой записи должно существовать  
 не менее двух таких направлений)

следующих криптографических платформах: NANO (решетка блоков, в которой каждому отдельному счету соответствует свой собственный блокчейн [33]), IOTA [43] (каждая транзакция проверяет две предыдущие другие на основе Tangle [17]), Byteball Bytes [41] (без формирования блоков) и др.

Одним из параметров классификации распределенных реестров является объект совершаемых транзакций в цифровой системе. Так, распределенные реестры могут хранить информацию об операциях, совершаемых как с цифровыми финансовыми, так и нефинансовыми активами. Цифровые финансовые активы, в свою очередь, подразделяются на необеспеченные (ценность, аналог которой отсутствует в «реальном мире») и обеспеченные (аналоги ценности реального мира). К операциям с цифровыми нефинансовыми активами относятся все записи, не связанные напрямую с финансовыми активами (документы, информационные сообщения, состояния объектов и др.).

Распределенный реестр может быть организован с фиксированным размером записи/блока либо с изменяемым. Отличительная особенность последнего заключается в возможности включения разнородной информации, в результате чего реализуется дополнительный функционал (смарт-контракты, хранение файлов и т. д.).

В зависимости от способа эмиссии цифровых финансовых активов, распределенные реестры классифицируются:

- на реестры, поддерживающие постепенный выпуск активов — цифровые финансовые активы эмитируются в течение времени эксплуатации распределенного реестра;
- реестры с предварительной эмиссией активов (предвыпущенные) — весь объем цифровых финансовых активов одновременно выпускается в момент запуска цифровой системы и отсутствует возможность его увеличения.

По ограничению максимального количества цифровых финансовых активов существуют распределенные реестры либо с фиксированным количеством, либо с неограниченным, когда их выпуск может продолжаться бесконечно, однако, его скорость ограничивается в единицу времени.

В распределенном реестре возможно наличие нескольких типов цифровых активов: роль первого типа

заключается в формализации цифрового финансового актива, опосредующего финансовые операции; роль второго — распределение голосов управления децентрализованной системой. В случае наличия только одного типа цифрового актива в распределенном реестре он, как правило, выполняет только роль цифрового финансового актива.

Одним из критериев классификации является наличие функциональных дополнений распределенного реестра, имеющих информационный характер (смарт-контракты — автоматизация контрактов на платформе распределенного реестра; децентрализованные приложения — размещение и распространение децентрализованных приложений, которые предоставляются третьей стороной; хранение файлов — децентрализованное хранение файлов в распределенном реестре и т. д.) или финансовую ценность (цифровые финансовые активы). Под дополнениями понимается тот функционал, который не является основной целью существования распределенного реестра.

В зависимости от наличия ролей участников бывают: майнер/валидатор, пользователь, посредник, сервер, оракул, администратор. Не все из перечисленных ролей являются обязательными; возможно совмещение нескольких ролей выполняемых одним устройством. Майнер/валидатор — роль участника, который формирует и подтверждает записи/блоки для внесения в распределенный реестр в соответствии с установленными правилами — механизмом консенсуса. Пользователь является владельцем электронных кошельков и отправляет запросы на сохранение в реестр новых записей/блоков (перевод цифровых финансовых активов, изменение данных и др.). Посредник выступает гарантом и подтверждает исполнение сделки. Сервер выполняет распределенное хранение реестра и проверку записей/блоков, получаемых от майнеров/валидаторов на соответствие правилам консенсуса перед включением их в реестр. Оракул обеспечивает взаимодействие между распределенным реестром и внешними системами. Администратор выступает провайдером услуг распределенного реестра и реализует функционал нотариального заверения, урегулирования споров, определения стандартов.

Распределенные реестры могут отличаться друг от друга применяемым протоколом достижения консенсуса [19]:

- PoW (Proof-of-Work) — право подтверждения блока/записи предоставляется участнику на основании выполнения им некоторой достаточно сложной работы, которая удовлетворяет заранее определенным критериям;
  - PoS (Proof-of-Stake) — право подтверждения блока/записи предоставляется пользователю, когда количество его цифровых финансовых активов и срок владения ими соответствуют заданным критериям, формулы их расчета могут незначительно различаться;
  - PoA (Proof-of-Authority) — право подтверждения блока/записи предоставляется участнику на основании разграничения прав доступа в цифровой системе;
  - PoI (Proof-of-Importance) — метод, альтернативный PoW, при котором право подтверждения блока/записи определяется на основании вклада участника в развитие и продвижение цифровой системы;
  - PoS + PoW — гибрид двух методов, в котором блоки/записи могут подтверждаться как через вычисляемые критерии PoS, так и PoW-перебором с целью усложнения пересчета всей структуры с самого первого блока/записи;
  - DPoS — делегированное подтверждение ставки — право подтверждения блоков/записей, которое получает двадцать серверов — свидетелей, набравших наибольшее количество голосов (каждый электронный кошелек, содержащий цифровые финансовые активы, голосует за делегатов). Такие сервера выполняют функции проверки транзакций, поддерживают работу подтверждения записей и взимают комиссии за совершаемые операции. Голосование происходит постоянно;
  - PBFT (Practical Byzantine Fault Tolerance), Paxos, RAFT — алгоритмы многоэтапного установления консенсуса сети, устойчивые к «византийскому поведению», позволяющие распределенным реестрам функционировать с небольшими затратами и имеющие значительную пропускную способность. Однако, они слабоустойчивы к увеличению количества участников;
  - Non-BFT (Non Byzantine Fault Tolerance) — алгоритмы консенсуса, которые неустойчивы к недобросовестному поведению серверов. Такие алгоритмы применяются в частных реестрах, поддерживающих полную идентификацию пользователей.  
В зависимости от метода мотивации майнеров/валидаторов распределенные реестры могут быть разделены следующим образом:
    - реестр с финансовой мотивацией, предусматривающий комиссионные вознаграждения, отчисляемые участниками распределенного реестра майнерам за сформированные записи/блоки, внесенные в реестр;
    - реестр с нефинансовой мотивацией (личный интерес) предполагает мотивацию майнера в предоставлении ему дополнительных возможностей распределенного реестра: приоритезация собственных транзакций, получение возможности использования сервисов платформы (например, хранение документов, размещение децентрализованных приложений и др.);
    - реестр без мотивации применяется в случае организации частных цифровых систем и не подразумевает никаких инструментов мотивации (вознаграждение и дополнительные возможности) за счет организационных требований эксплуатации системы.
- Существующая на сегодняшний день классификация не является бесспорной и исчерпывающей, так как распределенные реестры представляют собой инновационную технологию, находящуюся в процессе своего развития. Однако она позволяет раскрыть огромное многообразие видов распределенных реестров, выступающих основой цифровых финансовых активов, удовлетворяя возникающие потребности в условиях цифровизации и глобализации общественной жизни.

\* \* \*

Исследование проведено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по гранту № 19-010-00201.

#### Список использованных источников

1. С. Базанов. Криптовалюты: термины и сокращения. <https://medium.com/bitcoin-review/криптовалюты-термины-и-сокращения-27293b8413cc>.
2. Д. Батраков. Стоит ли внедрять технологии распределенных реестров повсеместно? <https://fbs-tax.com/mediacenter/blog-ru/is-it-worth-implementing-distributed-ledger-technologies-worldwide>.
3. И. А. Беларев, А. С. Обаева. О распределенном реестре и возможности его применения // Вестник финансового университета. 2017. Т. 21. № 2 (98). С. 94-99.
4. О. С. Болотаева. Основные направления правового регулирования систем распределенного реестра в условиях формирования цифровой экономики // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М. К. Аммосова. Серия: «История. Политология. Право». 2017. № 4 (8). С. 68-75.
5. С. Н. Борисова. Технология распределенных реестров как способ защиты данных от подмены // Инжиниринг и технологии. 2018. Vol. 3 (2). [https://engineering.pnzgu.ru/files/engineering.pnzgu.ru/iit\\_2018\\_vol\\_3\\_2\\_12.pdf](https://engineering.pnzgu.ru/files/engineering.pnzgu.ru/iit_2018_vol_3_2_12.pdf).
6. А. Варнавский. Что такое технология блокчейн? Простыми словами <http://www.tsu.ru/podrobnosti/chto-takoe-tekhnologiya-blokcheyn-prostymi-slovami>.
7. Доклад для общественных консультаций. Развитие технологии распределенных реестров. Центральный банк Российской Федерации, декабрь 2017. [https://www.cbr.ru/content/document/file/36007/reestr\\_survey.pdf](https://www.cbr.ru/content/document/file/36007/reestr_survey.pdf).
8. А. Ильинский. ЕЦБ и Банк России присматриваются к технологии распределенных реестров. <http://realtribune.ru/news/economics/57>.
9. А. А. Инюшкин. Сравнение правового регулирования баз данных, распределенных реестров и технологии блокчейн в российском законодательстве // Теория и практика общественного развития. 2018. № 6. С. 100-102.

10. Д. А. Качан, А. П. Москаленко. Информатизация управления системой образования с использованием элементов технологии распределенных реестров//Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности: труды 2-й Международной конференции (7-8 февраля 2019 г., Москва). 2019. С. 207-214. <https://keldysh.ru/future/2019/19.pdf>.
11. Г. Качмазов, Ю. Кожевникова. Как блокчейн и распределенные реестры преобразят рынок недвижимости. <https://zen.yandex.ru/media/tranio.ru/kak-blokchein-i-raspredelennye-reestry-preobraziat-rynok-nedvijimosti-5b8541dd700f7d00aa14451b>.
12. Д. Клейн. Технология распределенного реестра DLT за рамками блокчейна. <https://crypto-fox.ru/faq/distributed-ledger-technology>.
13. И. Королев. Блокчейн принесет российской экономике 1,6 триллиона. Откуда они возьмутся? [http://www.cnews.ru/news/top/2019-07-17\\_blokchein\\_prineset\\_rossijskoj\\_ekonomike\\_16\\_trillionov](http://www.cnews.ru/news/top/2019-07-17_blokchein_prineset_rossijskoj_ekonomike_16_trillionov).
14. А. А. Космарский. Блокчейн для науки: революционные возможности, перспективы внедрения, потенциальные проблемы//Мониторинг общественного мнения: Экономические и социальные перемены. 2019. № 2 (150). С. 388-409.
15. П. С. Ложников, А. Е. Сулаво, С. С. Жумажанова. О возможности внедрения технологий распределенного реестра в системы смешанного документооборота//Безопасность информационных технологий. 2019. Т. 26. № 1. С. 15-24.
16. А. И. Мартышкин. Возможности технологии Blockchain в применении для создания распределенных реестров данных//Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта. 2019. Т. 1. № 1 (6). С. 238-247.
17. Е. Е. Помазкова. Сравнительный анализ блокчейна и альтернативных технологий распределенного реестра//International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2019. Vol. 4-2. С. 43-50.
18. А. Д. Сотников, Г. Р. Катасонова. К вопросу оценки эффективности решений на основе использования технологии распределенного реестра//Сотрудничество Республики Беларусь и Оренбургской области в инновационной деятельности. Материалы международной научно-практической конференции. 2018. С. 249-252.
19. Терминология распределенных реестров. Версия 1.0, 11.04.2019. Центр технологий распределенных реестров СПбГУ. [https://dltc.spbu.ru/images/files/glossary\\_v1\\_0.pdf](https://dltc.spbu.ru/images/files/glossary_v1_0.pdf).
20. С. В. Цой, В. М. Прохоров. Применение технологии распределенных реестров в управлении цепями поставок//Материалы XIV Международной научно-практической конференции: Логистика – Евразийский мост. Красноярский государственный аграрный университет. 2019. С. 435-438.
21. К. Шваб. Четвертая промышленная революция/Пер. с англ. М.: Издательство «Э», 2017. 208 с.
22. Д. Шустов. Блокчейн и технология распределенных реестров. <https://blockchain3.ru/blokchein/blokchein-i-tehnologiya-raspredelennyh-reestrov>.
23. B3i – The Blockchain Insurance Industry Initiative. <https://b3i.tech/home.html>.
24. Bitcoin – Open source P2P money. <https://bitcoin.org/ru>.
25. Corda Network – Enabling Interoperability Between Blockchain Business Networks. <https://www.r3.com/corda-network>.
26. C. J. Date. Date on Database: Writings 2000-2006. Apress, 2006. 566 p.
27. EnergyWeb. <https://www.energyweb.org>.
28. Ethereum is a global, open-source platform for decentralized applications. <https://www.ethereum.org>.
29. M. Frydel. Distributed ledger technology: the secret technology beyond the blockchain. <https://bitemycoin.com/guides/distributed-ledger-technology>.
30. M. Hancock, E. Vaizey. Distributed Ledger Technology: beyond block chain. [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/492972/gs-16-1-distributed-ledger-technology.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/492972/gs-16-1-distributed-ledger-technology.pdf).
31. Hyperledger – Open source blockchain Technologies. <https://www.hyperledger.org>.
32. F. Khan. What are the different types of DLTs & how they work? <https://medium.com/datadriveninvestor/what-are-the-different-types-of-dlts-how-they-work-8ddeeda2d3a1>.
33. C. LeMahieu. RaiBlocks: Crypto-currency network without commissions. <https://nano.org/ru/whitepaper>.
34. S. Meiklejohn. Top Ten Obstacles Along Distributed Ledgers' Path to Adoption. R3 Reports. [https://www.r3.com/wp-content/uploads/2018/04/Top\\_Ten\\_Obstacles\\_R3.pdf](https://www.r3.com/wp-content/uploads/2018/04/Top_Ten_Obstacles_R3.pdf).
35. E. Mesropyan. 21 Areas of Blockchain Application Beyond Financial Services. <https://gomedici.com/21-areas-of-blockchain-application-beyond-financial-services>.
36. D. Mills, K. Wang, B. Malone, A. Ravi et al. Distributed ledger technology in payments, clearing, and settlement//Finance and Economics Discussion Series 2016-095. Washington: Board of Governors of the Federal Reserve System, <https://doi.org/10.17016/FEDS.2016.095>.
37. MONAX. <https://monax.io>.
38. Monero(XMR). <https://monero.org>.
39. MultiChain – Open source blockchain platform. <https://www.multichain.com>.
40. Nxt – Jelurida. <https://www.jelurida.com/nxt>.
41. Obyte – An open cryptocurrency platform ready for real world adoption. <https://byteball.org>.
42. J. Plansky, T. O'Donnell, K. Richards. A strategist's guide to blockchain. <https://www.strategy-business.com/article/A-Strategists-Guide-to-Blockchain?gko=9d4ef>.
43. The Next Generation of Distributed Technology. <https://www.iota.org>.

## References

1. S. Bazanov. Crypto currencies: terms and abbreviations. <https://medium.com/bitcoin-review/cryptocurrency-terms-and-reduction-27293b8413cc>.
2. D. Batrakov. Should distributed registry technologies be introduced everywhere? <https://fbs-tax.com/mediacenter/blog-ru/is-itworth-implementing-distributed-ledger-technologies-worldwide>.
3. I. A. Belarev, A. S. Obaeva. On the distributed register and possibilities of its application//Journal of the Financial University. 2017. Vol. 21. № 2 (98). P. 94-99.
4. O. S. Bolotaeva. Main directions of legal regulation of distributed registry systems in conditions of digital economy formation//Journal of the M. K. Ammosov North-East Federal University. Series: «History. Political science. Right». 2017. № 4 (8). P. 68-75.
5. S. N. Borisova. Distributed registry technology as a way to protect data from substitution//Engineering and technology. 2018. Vol. 3 (2). [https://engineering.pnzgu.ru/files/engineering.pnzgu.ru/iit\\_2018\\_vol\\_3\\_2\\_12.pdf](https://engineering.pnzgu.ru/files/engineering.pnzgu.ru/iit_2018_vol_3_2_12.pdf).
6. A. Varnavsky. What is blockchain technology? In simple words <http://www.tsu.ru/podrobnosti/chto-takoe-tehnologiya-blokcheynprostymislovami>.
7. Report for public consultation. Development of distributed registry technology. Central Bank of the Russian Federation, December 2017. [https://www.cbr.ru/content/document/file/36007/reestr\\_survey.pdf](https://www.cbr.ru/content/document/file/36007/reestr_survey.pdf).
8. A. Il'insky. The ECB and the Bank of Russia are looking at distributed register technology. <http://realtribune.ru/news/economics/57>.

9. A. A. Inyushkin. Comparison of legal regulation of databases, distributed registers and blockchain technology in Russian legislation//Theory and practice of public development. 2018. № 6. P. 100-102.
10. D. A. Kachan, A. P. Moskalenko. Informatization of education system management using elements of distributed registers technology//Design of the future. Problems of digital reality: works of the 2nd International Conference (February 7-8, 2019, Moscow). 2019. P. 207-214. <https://keldysh.ru/future/2019/19.pdf>.
11. G. Kachmazov, Y. Kozhevnikova. How blockchain and distributed registers will transform the real estate market. <https://zen.yandex.ru/media/tranio.ru/kak-blokchein-i-raspredelemnnye-reestry-preobraziat-rynok-nedvijimosti-5b8541dd700f7d00aa14451b>.
12. D. Klein. The technology of the distributed DLT register is outside the blockchain. <https://crypto-fox.ru/faq/distributed-ledger-technology>.
13. I. Korolev. Blockchain will bring the Russian economy 1.6 trillion. Where will they come from? [http://www.cnews.ru/news/top/2019-07-17\\_blokchein\\_prineset\\_rossijskoj\\_ekonomike\\_16\\_trillionov](http://www.cnews.ru/news/top/2019-07-17_blokchein_prineset_rossijskoj_ekonomike_16_trillionov).
14. A. A. Kosmarsky. Blockchain for Science: Revolutionary Opportunities, Implementation Prospects, Potential Problems//Public Opinion Monitoring: Economic and Social Change. 2019. № 2 (150). P. 388-409.
15. P. S. Lozhnikov, A. E. Sulavko, S. S. Zhumazhanova. On the possibility of introducing technologies of distributed register into systems of mixed document circulation//Security of information technologies. 2019. Vol. 26. № 1. P. 15-24.
16. A. I. Martyshkin. Possibilities of Blockchain technology in application for creation of distributed data registers//Modern innovative technologies of engineering personnel training for mining industry and transport. 2019. Vol. 1. № 1 (6). P. 238-247.
17. E. E. Pomazkova. Comparative analysis of blockchain and alternative distributed registry technologies//International Journal of Humanities and Natural Sciences. 2019. Vol. 4-2. P. 43-50.
18. A. D. Sotnikov, G. R. Katasonova. To the issue of evaluating the effectiveness of solutions based on the use of distributed register technology//Cooperation of the Republic of Belarus and the Orenburg region in innovation activity. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. 2018. P. 249-252.
19. Distributed registry terminology. Version 1.0, 11.04.2019. SPbSU Distributed Registry Technology Center. [https://dltc.spbu.ru/images/files/glossary\\_v1\\_0.pdf](https://dltc.spbu.ru/images/files/glossary_v1_0.pdf).
20. S. V. Tsoi, V. M. Prokhorov. Application of distributed registers technology in supply chain management//Materials of the XIV International Scientific and Practical Conference: Logistics - Eurasian Bridge. Krasnoyarsk State Agrarian University. 2019. P. 435-438.
21. K. Schwab. Fourth Industrial Revolution/Transl. from English. M.: Publishing House «E», 2017. 208 p.
22. D. Shustov. Blockchain and distributed registry technology. <https://blockchain3.ru/blokchein/blokchein-i-tehnologiya-raspredelemnnyh-reestrov>.
23. B3i – The Blockchain Insurance Industry Initiative. <https://b3i.tech/home.html>.
24. Bitcoin – Open source P2P money. <https://bitcoin.org/ru>.
25. Corda Network – Enabling Interoperability Between Blockchain Business Networks. <https://www.r3.com/corda-network>.
26. C. J. Date. Date on Database: Writings 2000-2006. Apress, 2006. 566 p.
27. EnergyWeb. <https://www.energyweb.org>.
28. Ethereum is a global, open-source platform for decentralized applications. <https://www.ethereum.org>.
29. M. Frydel. Distributed ledger technology: the secret technology beyond the blockchain. <https://bitemycoin.com/guides/distributed-ledgertechnology>.
30. M. Hancock, E. Vaizey. Distributed Ledger Technology: beyond block chain. [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/492972/gs-16-1-distributed-ledger-technology.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/492972/gs-16-1-distributed-ledger-technology.pdf).
31. Hyperledger – Open source blockchain Technologies. <https://www.hyperledger.org>.
32. F. Khan. What are the different types of DLTs & how they work? <https://medium.com/datadriveninvestor/what-are-the-different-types-of-dlts-how-they-work-8ddeeda2d3a1>.
33. C. LeMahieu. RaiBlocks: Crypto-currency network without commissions. <https://nano.org/ru/whitepaper>.
34. S. Meiklejohn. Top Ten Obstacles Along Distributed Ledgers' Path to Adoption. R3 Reports. [https://www.r3.com/wp-content/uploads/2018/04/Top\\_Ten\\_Obstacles\\_R3.pdf](https://www.r3.com/wp-content/uploads/2018/04/Top_Ten_Obstacles_R3.pdf).
35. E. Mesrobian. 21 Areas of Blockchain Application Beyond Financial Services. <https://gomedici.com/21-areas-of-blockchain-applicationbeyond-financial-services>.
36. D. Mills, K. Wang, B. Malone, A. Ravi et al. Distributed ledger technology in payments, clearing, and settlement//Finance and Economics Discussion Series 2016-095. Washington: Board of Governors of the Federal Reserve System, <https://doi.org/10.17016/FEDS.2016.095>.
37. MONAX. <https://monax.io>.
38. Monero(XMR). <https://monero.org>.
39. MultiChain – Open source blockchain platform. <https://www.multichain.com>.
40. Nxt – Jelurida. <https://www.jelurida.com/nxt>.
41. Obyte – An open cryptocurrency platform ready for real world adoption. <https://byteball.org>.
42. J. Plansky, T. O'Donnell, K. Richards. A strategist's guide to blockchain. <https://www.strategy-business.com/article/A-Strategists-Guide-to-Blockchain?gko=9d4ef>.
43. The Next Generation of Distributed Technology. <https://www.iota.org>.