

# Особенности и регулирование применения технологии распределенных реестров

**Ризванова Ирина Азатовна**

Канд. экон. наук, ст. преп. каф. банковского дела и монетарного регулирования  
ORCID: 0000-0001-9238-0247, e-mail: iarizvanova@fa.ru

**Белова Марианна Толевна**

Канд. экон. наук, доц. каф. банковского дела и монетарного регулирования  
ORCID: 0000-0001-6505-8607, e-mail: mtbelova@fa.ru

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, Россия

## Аннотация

В результате проведенного исследования было выявлено, что в научной и практической литературе недостаточно изучены вопросы функционирования и систематизации существующих данных о новых финансовых технологиях, на основе которых разрабатываются современные финансовые услуги и продукты. Поэтому в качестве предмета исследования в данной работе избраны особенности технологии распределенных реестров (далее – ТРР). Целью является анализ применения ТРР в современных условиях на основе изучения теоретических и практических аспектов по исследуемой проблематике. В соответствии с поставленной целью задачами выступают выявление особенностей ТРР, разработка классификации данной технологии по соответствующим критериям, а также выявление направлений регулирования применения ТРР в современных условиях. Источниками информации послужили информационно-аналитические материалы и эмпирические данные из открытых источников как органов государственной власти, так и коммерческих организаций. В ходе исследования были рассмотрены особенности ТРР, а также представлены критерии ее классификации. По итогам проведенного исследования сделан вывод о том, что описанные нами характеристики ТРР имеют фрагментарное отражение в нормативно-правовых источниках, что лишний раз подчеркивает необходимость в выработке общих ориентиров государственной политики в отношении правового и технического регулирования ТРР в России.

## Ключевые слова

Технология распределенных реестров, блокчейн, алгоритм консенсуса, классификация ТРР, цифровая трансформация, кривая хайпа, регулирование ТРР, искусственный интеллект

**Для цитирования:** Ризванова И.А., Белова М.Т. Особенности и регулирование применения технологии распределенных реестров // Вестник университета. 2024. № 11. С. 195–204.



# Features and regulation of the use of distributed ledger technology

**Irina A. Rizvanova**

Cand. Sci. (Econ.), Senior Lecturer at the Banking and Monetary Regulation Department  
ORCID: 0000-0001-9238-0247, e-mail: iarizvanova@fa.ru

**Marianna T. Belova**

Cand. Sci. (Econ.), Assoc. Prof. at the Banking and Monetary Regulation Department  
ORCID: 0000-0001-6505-8607, e-mail: mtbelova@fa.ru

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

## Abstract

As a result of the conducted research, it has been revealed that the scientific and practical literature lacks sufficient studying of the functioning and systematisation of existing data on new financial technologies, on the basis of which modern financial services and products are developed. Therefore, the features of distributed ledger technology (hereinafter referred to as DLT) are chosen as the subject of research in this work. The purpose of the study is to analyse the application of the DLT in modern conditions based on exploring theoretical and practical aspects of the problem under study. In accordance with the set purpose, the objectives are to identify the features of the DLT, to develop a classification of this technology according to appropriate criteria as well as to identify the directions of regulating the use of the DLT in modern conditions. The sources of information are informational and analytical materials and empirical data from open sources of both public authorities and commercial organisations. In the course of the study, the features of the DLT are considered, the criteria for its classification are presented as well. Based on the results of the conducted study, it has been concluded that the features of the DLT described by us are fragmentary reflected in regulatory legal acts, which once again emphasises the need to develop common guidelines for public policy in relation to the legal and technical regulation of the DLT in Russia.

## Keywords

Distributed ledger technology, blockchain, consensus algorithm, classification of DLT, digital transformation, hype cycle, regulation of DLT, artificial intelligence

**For citation:** Rizvanova I.A., Belova M.T. (2024) Features and regulation of the use of distributed ledger technology. *Vestnik universiteta*, no. 11, pp. 195–204.



## ВВЕДЕНИЕ

Развитие финансового рынка в Российской Федерации (далее – РФ, Россия) и мире в настоящее время характеризуется рядом процессов, основу которых составляет цифровая трансформация. Цифровая трансформация – базирующиеся на применении цифровых технологий преобразование структур, форм и способов производства, изменение целевой направленности деятельности и получение новых рыночных возможностей. Целями цифровой трансформации бизнес-процессов являются, во-первых, удовлетворение потребности клиентов, во-вторых – ликвидация неудобств.

Цель исследования – анализ применения технологии распределенных реестров (далее – ТРР) в современных условиях на основе изучения теоретических и практических аспектов по исследуемой проблематике. В соответствии с поставленной целью задачами являются выявление особенностей ТРР, разработка классификации ТРР по определенным критериям, а также выявление направлений регулирования применения данной технологии в современных условиях.

Согласно гипотезе технологической сингулярности в настоящее время период технологических изменений составляет 7–9 лет, и он постоянно сокращается. При этом, согласно подходу компании Gartner<sup>1</sup>, любая технология проходит определенный цикл развития, пока не станет обычной практикой рынка. Данный тренд получил название «кривая хайпа». Если соотнести понятия «хайп» и «тренд», то хайп можно определить как внезапный всплеск интереса, а тренд – как устойчивое изменение в конкретном направлении. Кривая хайпа состоит из 5 циклов: запуск инновации, пик ожидания от технологии, спад ожидания и разочарование в технологии, рост понимания технологии и плато продуктивности. На первых двух этапах – запуск инновации и пик ожидания от технологии – появляются новые технологические области и происходит разработка решений для бизнеса; их можно охарактеризовать как этапы технологических инноваций. На этапе спада, а далее и роста понимания технологии, начинается постепенное становление бизнес-практики применения технологии, появляются новые возможности и ниши на рынке; это можно охарактеризовать как этапы технологического тренда на рынке. Постепенно с ростом понимания технологии происходят количественное масштабирование и интеграция технологий: применение на новых платформах и каналах, новые решения через комбинации зрелых технологий, что характерно для этапа «плато продуктивности».

В соответствии с данным подходом на сегодняшний день международными финансово-техническими трендами являются биометрия, открытые API (англ. application programming interface – программный интерфейс приложений), искусственный интеллект (далее – ИИ), инновации в платежной сфере, ТРР, цифровизация регулирования и надзора, киберустойчивость и др. В последние годы наблюдается повышенное внимание к ТРР как к потенциальному решению многих проявлений неэффективности на финансовом рынке [1; 2].

## ОСОБЕННОСТИ ТРР

Общее понятие «ТРР» охватывает целый ряд технологий, таких как blockchain (англ. blockchain – цепочка блоков), hashgraph (англ. технология распределенной бухгалтерской книги), holochain (англ. децентрализованная сеть приложений), Cardano, Solana, Binance Smart Chain (англ. сеть блокчейн, созданная для приложений на основе смарт-контрактов) и др., которые отличаются структурами данных реестра, способами согласования и синхронизации данных. Так, частным случаем ТРР является технология блокчейн.

Особенностями ТРР являются следующие.

1. Распределенность системы. Это главная особенность процесса функционирования ТРР, которая означает, что в данной системе фиксируется информация обо всех транзакциях пользователей системы; данная информация доступна для всех участников, и при этом она защищена от несанкционированного доступа, поскольку копии географически удалены друг от друга, а для хакерского воздействия атаки потребуется атака сразу на все узлы связи. В табл. 1 рассмотрим три разновидности систем управления, которые отличаются друг от друга наличием одного или нескольких центров управления или же их отсутствием.

<sup>1</sup> Решетникова М. GitOps и постквантовая криптография: кривая хайпа Gartner в 2023 году. Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/64f833c29a794712449b13b2> (дата обращения: 13.09.2024).

## Разновидности систем управления

Тип системы	Общая характеристика	Достоинства	Недостатки
Централизованная	Единственный центр управления. Все процессы выполняются в одном месте. Высокая чувствительность к сбоям	Решения принимаются достаточно оперативно, так как весь контроль закреплен за одной точкой управления и не требуется соблюдение консенсуса. Экономия на масштабах, то есть отсутствует необходимость выполнения одинаковых функций множеством точек управления	Зависимость от одной точки управления может приводить к дестабилизации всей системы и потере информации. Непрозрачность системы
Децентрализованная	Надежность за счет множества точек управления. Диверсификация полномочий. Низкий уровень чувствительности к сбоям, так как выход из строя одной точки управления не приведет к падению всей системы	У конкретных точек управления больше информации о конечном пользователе системы. Меньшая чувствительность к сбоям системы. Сбой в одной точке не всегда приводит к дестабилизации всей системы	Увеличение масштаба системы может приводить к проблеме дублирования задач. Несмотря на большую надежность по сравнению с централизованными системами, они все равно подвержены сбоям
Распределенная	Отсутствие точек управления – любой субъект системы является точкой управления (горизонтальная иерархия). Для вывода системы из строя злоумышленникам необходимо взять под контроль или изменить более 50 % точек управления. Экономическая нецелесообразность попыток взлома	Отсутствие необходимости в посредниках – возможность нескольким участникам видеть одну и ту же информацию, за счет чего фактически отсутствует необходимость согласования всех элементов транзакции. Практически полная прозрачность системы и, как следствие, минимизация мошенничества. Экономическая нецелесообразность попыток взлома. Меньшая уязвимость системы в случае какого-либо санкционного давления	Эффект «новизны» – возможное недоверие к новейшим технологиям. Существенные временные затраты и финансовые вложения при построении системы и в случае необходимости ее стабилизации

Составлено авторами по материалам источника [3]

2. Наличие консенсуса (согласия) между участниками. Алгоритм достижения консенсуса предусматривает наличие правил добавления новых блоков в цепочку блоков, идентификации действительных блоков и решения конфликтов определения истинности (косвенно встает вопрос о доверии в распределенных средах). То есть не все блокчейны создаются одинаковыми и многие сильно различаются в зависимости от типа алгоритма консенсуса, который они используют [4–6].

Рассмотрим основные протоколы консенсуса и их отличительные особенности (табл. 2).

PoW – алгоритм, основанный на доказательстве работы, то есть участник должен решить сложную математическую задачу для проверки и записи транзакции в блокчейн, при этом каждый блок содержит уникальную задачу. Тот, кто первым это сделает, получает возможность добавить блок в цепочку, а также вознаграждение. Задачи решаются за счет перебора различных комбинаций до полного совпадения, поэтому данный алгоритм энергозатратный (например, Bitcoin, Litecoin).

Таблица 2

**Отличительные особенности консенсусов PoW и PoS**

PoW	PoS
Требует трудоемких и дорогостоящих вычислительных работ	Создатель нового блока выбирается системой заранее в зависимости от его доли в общем количестве криптовалют
Награду получает майнер, который первым решил задачу, связанную с блоком	Награда за открытие блока не предусмотрена, доход состоит исключительно из комиссий от транзакций
Майнеры в сети соревнуются между собой в поиске решений	Криптовалюты, добытые по данному алгоритму, более энергоэффективны

Примечание: PoW (англ. Proof-of-Work – доказательство выполнения работы), PoS (англ. Proof-of-Stake – доказательство владения долей)

*Составлено авторами по материалам исследования*

PoS – алгоритм, основанный на доказательстве владения долей. Право удостоверения блока дается держателю счета, когда количество его средств и срок владения ими соответствуют заданным критериям, то есть в зависимости от доли в общем количестве криптовалют. Данный алгоритм более энергоэффективен (например, Ethereum).

PoS + PoW – гибрид двух консенсусов, когда блоки могут удостоверяться как через вычисляемые критерии PoS, так и PoW-перебором. Цель такого подхода – усложнить пересчет всей цепочки (с самого первого блока), возможный в случае использования PoS в чистом виде (пример применения – Decred).

PBFT (англ. Practical Byzantine Fault Tolerance – практическая византийская отказоустойчивость), Paxos, Raft – алгоритмы многоэтапного установления консенсуса сети (устойчивые к «византийскому поведению»). Они позволяют сетям распределенных реестров функционировать с небольшими затратами и имеют значительную пропускную способность, но слабоустойчивы к увеличению количества участников.

DPoS (англ. Delegated Proof-of-Stake – делегированное доказательство доли) – это алгоритм консенсуса (похож на PoS), разработанный для защиты блокчейна путем создания системы голосования, в которой участники сети с большим депозитом имеют наибольший вес в голосовании, например: Cardano (ADA), Lisk, Steemit (STEEM), EOS, BitShares (BTS), ARK, Tezos (XTZ), Oxycoin (OXY), TRON (TRX), ICON (ICX).

Leased Proof-of-Stake (далее – LPS, LPoS) основан на арендованном доказательстве доли владения, то есть доля криптовалюты может быть арендована. Так, все участники сети могут передавать или делегировать свою криптовалюту соответствующим валидаторам. При этом непосредственно переводов не происходит, криптовалюта остается в кошельках у владельцев, но замораживается (пример использования LPoS – блокчейн Waves).

Proof-of-Authority (далее – PoA) базируется на доказательстве полномочий, и в качестве доказательств валидаторы используют собственную репутацию. Валидаторы выбираются участниками сети путем голосования, обычно их количество фиксировано. Однако, в отличие от PoS и DPoS, они не получают награды за стейкинг (временная передача криптоактивов площадке за вознаграждение), поэтому у валидаторов отсутствуют стимулы и мотивации для участия.

Proof-of-Importance (далее – PoI) основан на доказательстве значимости. При подтверждении транзакций алгоритм принимает во внимание и объем замороженных средств в криптовалюте, и активность валидатора. Оцениваются такие параметры, как количество проведенных транзакций, время в сети (доступность онлайн) – чем больше доля валидатора и его активность, тем значимее он для сети. На этом алгоритме работает NEM (англ. New Economy Movement – движение за новую экономику).

Proof-of-Space (далее – PoSpace) базируется на доказательстве пространства: в качестве основного ресурса для доказательства участники используют свободное пространство своих жестких дисков, которое резервируется под специальные функции блокчейна, например заполнение хеш-кодами для последующей валидации блоков. Один из примеров блокчейнов, которые используют PoSpace, – Burstcoin.

Proof-of-Space-Time (далее – PoST) – это разновидность алгоритма Proof-of-Space, которая учитывает еще и время. Основная мысль создателей в том, что вклад участников в сеть важно оценивать не только по делегированному дисковому пространству, но также и по затратам времени, на протяжении которого это дисковое пространство было делегировано (пример использования – Chia).

Proof-of-Elapsed-Time (далее – PoET) основан на доказательстве затраченного времени. Так, при майнинге генерируется случайное время ожидания для блока, нода «засыпает» ровно на это время, и первая «проснувшаяся» нода получает право валидации блока. Данный алгоритм не распространен, используется в частных блокчейнах и требует обязательного наличия процессоров Intel с набором инструкций Software Guard Extension.

Proof-of-Burn (далее – PoB) базируется на доказательстве сжигания. Принцип алгоритма заключается в том, что майнер переводит криптовалюту на специальный кошелек, к которому нет доступа (к примеру, отсутствует приватный ключ и т.д.), то есть определенное количество криптовалюты «сжигается», выводится из обращения и тем самым для майнера увеличивается вероятность получить право создания следующего блока и, соответственно, получить за это награду (пример использования – XCP).

Non-BFT (англ. Non Byzantine Fault Tolerance – византийская отказоустойчивость) – алгоритмы консенсуса, неустойчивые к поведению, при котором часть участников начинает работать против сети. Такие алгоритмы применимы в закрытых сетях с полной идентификацией.

Отметим, что, кроме указанных выше консенсусов, существуют еще PoWt (англ. proof-of-work-time – доказательство рабочего времени), PoH (англ. proof-of-history – доказательство истории), DAG (англ. Directed Acyclic Graph – направленный ациклический граф), DBFT (англ. Delegated Byzantine Fault Tolerance – делегированная византийская отказоустойчивость), SBFT (англ. Simplified Byzantine Fault Tolerance – упрощенная византийская отказоустойчивость), PBFT и др.

3. Расчетная единица TRP – цифровая расчетная единица, так как данные хранятся в двоичном формате.

4. Внутренняя валюта TRP. TRP могут функционировать и без внутренней валюты, к примеру TRP может быть применена и в документообороте, и при хранении информации, и при осуществлении платежных услуг и др.

5. Возможность форка – модификация изначального программного кода и изменение консенсуса, то есть возможна отмена блока при условии поддержки большинства и начала запуска новой ветки сети, однако с сохранением информации о параллельной цепи, что называется форком. Выделяют несколько причин форка: улучшение характеристик криптовалют, изменение алгоритма консенсуса, противодействие хакерским атакам [7; 8]. Существуют разновидности биткоина, созданные посредством форка: Namecoin, Bitcoin Cash, Bitcoin Gold и др.

## КЛАССИФИКАЦИЯ TRP

Для проведения классификации TRP выделим несколько критериев.

1. По уровню доступа:

– публичные (открытые) сети. Поскольку данные в этой сети открыты для любого пользователя, то обеспечиваются открытость и прозрачность операций. Для обеспечения анонимности операций по умолчанию пользователи в ней не идентифицированы. Примеры: Bitcoin, Ethereum, Bitcoin Cash, Litecoin, Monero, ИОТА (англ. Internet of Things – интернет вещей);

– частные (закрытые, приватные) сети. Характерно наличие отдельного механизма или процедуры (регламента) подключения новых участников, а также возможны ограничения на число и тип подключаемых участников. Популярными примерами частных блокчейнов являются Hyperledger, Corda, Ripple, Quorum.

Сравнение публичных и частных распределенных реестров представлено в табл. 3.

Таблица 3

### Сравнительная характеристика публичных и частных распределенных реестров

Критерий	Публичный распределенный реестр	Частный распределенный реестр
Доступ	Любой	Единая организация
Полномочия	Децентрализованны	Частично децентрализованны
Скорость транзакций	Медленная	Быстрая
Консенсус	PoW, PoS, PoB, PoSpace и т.д.	PoET, Raft и Istanbul BFT можно использовать только в случае частных блокчейнов
Стоимость транзакций	Высокая	Низкая

Критерий	Публичный распределенный реестр	Частный распределенный реестр
Обработка данных	Доступ на чтение и запись для всех	Доступ на чтение и запись для одной организации
Неизменяемость	Полная	Частичная
Эффективность	Низкая	Высокая

Источники<sup>2,3</sup>

Гибридные сети сочетают в себе свойства как открытых, так и закрытых сетей (публичные реестры закрытого типа, частные реестры с закрытым доступом). Примером могут выступать цифровые валюты центральных банков (англ. central bank digital currency). Финансовый сектор ориентирован в основном на разработку закрытых и гибридных сетей. Они имеют наиболее высокий потенциал применения на финансовом рынке в связи с возможностью создания механизмов управления сетью, ограничения допуска к ней, а также контроля и надзора за действиями участников.

2. По алгоритму достижения консенсуса: PoW, PoS, PoS + PoW, PBFТ, Paxos, Raft, DPoS, LPS, PoA, PoI, PoSpace, PoST, PoET, PoB, Non-BFT, PoWt, PoH, DAG, DBFT, SBFT, PBFТ и др.

3. По виду внутренней валюты TRP:

- документарный – база данных для хранения различных видов информации;
- расчетный – база данных проведенных транзакций / платежных услуг.

Также существует схожая классификация по объектам транзакций: информация, виртуальная ценность (ценность, аналог которой отсутствует в реальном мире, – например, Bitcoin).

4. По прохождению процедуры идентификации:

- анонимная;
- псевдоанонимная;
- полная идентификация.

5. По типу доступа к сети:

- неограниченный – сети, в которых участникам позволено осуществлять любую деятельность;
- ограниченный – сети, которые ограничивают виды деятельности участников.

6. По наличию центрального администратора:

- существует центральный администратор;
- отсутствует центральный администратор.

Независимо от того, открытая или закрытая сеть распределенного реестра, участники могут иметь различные роли и функции (работа с информацией в отношении существующих активов, оформление новых, подтверждение операций, обновление истории операций в реестре). Некоторые участники обладают доступом только к просмотру реестра, другим может также разрешаться вносить записи в него. Реестры историй сделок и статусов владения ценностями обычно ведутся в качестве общего реестра, которому доверяют все участники.

7. По технологиям: blockchain, hashgraph, holochain и др.

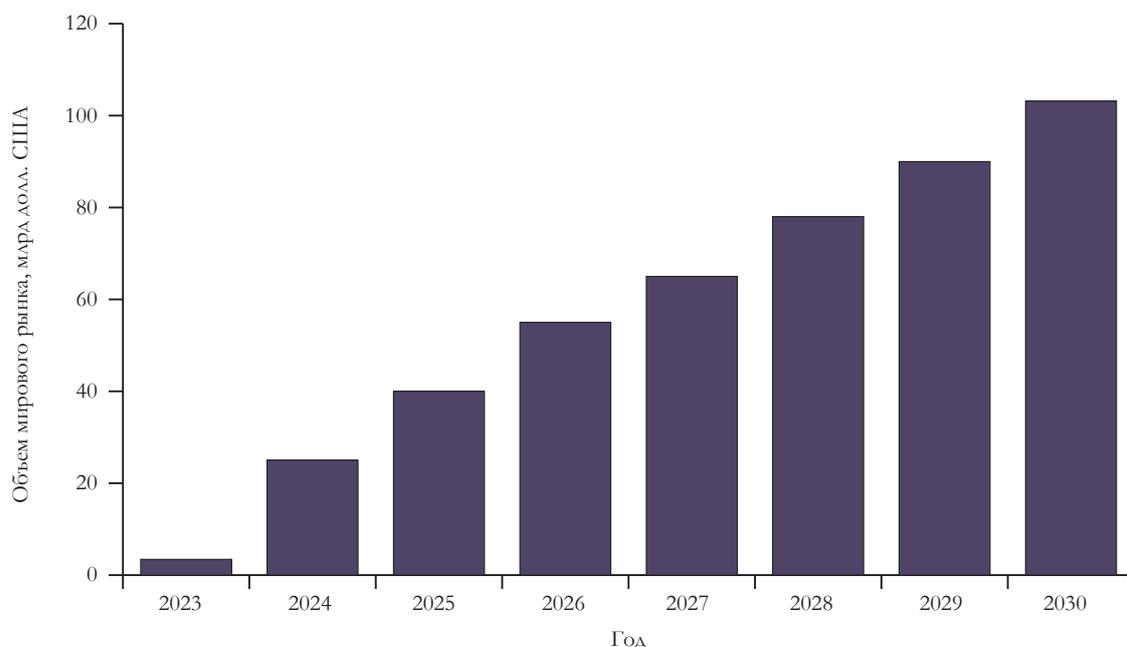
8. По приложениям на основе TRP: трансграничные платежи, цифровые идентификаторы, защищенный документооборот, цифровые активы, электронное голосование, промышленный интернет, цепочки поставок, машинное обучение, производство 4.0, криптография с информационной безопасностью и др.

9. По отраслям внедрения TRP: розничная и электронная торговля, средства массовой информации и развлечения, транспорт и логистика, здравоохранение, энергетика и коммунальные услуги и др.

TRP стала частью цифровой экономики России и драйвером ее развития: объем рынка TRP в РФ по итогам 2023 г. составил 16 млрд руб., к 2030 г., по прогнозам составит более 16 млрд руб. Согласно исследованию NWS Consulting, объем мирового рынка распределенных реестров оценивался в 3,44 млрд долл. США в 2023 г. и может достичь 103,15 млрд долл. США к 2030 г. с CAGR (англ. compound annual growth rate – совокупный среднегодовой темп роста) 62,55 % в 2023–2024 гг. (рис. 1).

<sup>2</sup>Anwar H. What is a private blockchain? Beginner's guide. Режим доступа: <https://101blockchains.com/what-is-a-private-blockchain/> (дата обращения: 20.09.2024).

<sup>3</sup>Анисимов М. Чем отличается приватный блокчейн от публичного? Примеры компаний. Режим доступа: <https://goo.su/OZbLzx> (дата обращения: 20.09.2024).



Источник<sup>4</sup>

Рис. 1. Объем мирового рынка TRP с 2023 г. по 2030 г.

Говоря о регулировании TRP, следует отметить, что объектом регулирования могут выступать:

- 1) отношения, возникающие в процессе использования технологии;
- 2) отношения, складывающиеся в результате использования самой технологии.

## РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ TRP

Попытка правового определения и регулирования системы распределенного реестра в РФ была предпринята в Приказе Федеральной службы государственной статистики № 463: «технологии распределенного реестра – алгоритмы и протоколы децентрализованного хранения и обработки транзакций, структурированных в виде последовательности связанных блоков без возможности их последующего изменения. Технологии распределенного реестра включают технологии организации и синхронизации данных, обеспечения целостности и непротиворечивости данных (консенсус), управления функционированием системы распределенного реестра, создания и исполнения децентрализованных приложений и смарт-контрактов»<sup>5</sup>. То есть описаны алгоритмы и протоколы децентрализованного хранения и обработки транзакций, структурированных в виде последовательности связанных блоков без возможности их последующего изменения. Определение самого распределенного реестра дано в Федеральном законе от 31 июля 2020 г. № 259-ФЗ «О цифровых финансовых активах, цифровой валюте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»: «совокупность баз данных, достоверность содержащейся информации в которых обеспечивается на основе установленных алгоритмов (алгоритма)»<sup>6</sup>.

Федеральным законом от 8 августа 2024 г. № 221-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (так называемый закон о майнинге) внесен ряд дополнений в Федеральный закон № 259-ФЗ, среди которых присутствуют положения, опирающиеся на терминологию TRP: «майнингом цифровой валюты признается деятельность по проведению математических вычислений путем эксплуатации технических и программно-аппаратных средств для внесения записей в информационную систему, использующую технологию, в том числе технологию распределенного реестра,

<sup>4</sup> NMSC. Distributed ledger market. Режим доступа: <https://www.nextmsc.com/report/distributed-ledger-market> (дата обращения: 20.09.2024).

<sup>5</sup> Приказ Федеральной службы государственной статистики от 30.07.2021 г. № 463 «Об утверждении форм федерального статистического наблюдения для организации федерального статистического наблюдения за деятельностью в сфере образования, науки, инноваций и информационных технологий». Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402546718/?ysclid=m05fvux8f360756614> (дата обращения: 20.09.2024).

<sup>6</sup> Федеральный закон от 31.07.2020 г. № 259-ФЗ (редакция от 08.08.2024 г.) «О цифровых финансовых активах, цифровой валюте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Режим доступа: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=482774&dst=100001#A9I6CMUoi2pbA6kP> (дата обращения: 20.09.2024).

имеющих целью выпуск цифровой валюты и (или) получение лицом, осуществляющим такую деятельность, вознаграждения в цифровой валюте за подтверждение записей в информационной системе»<sup>7</sup>.

Таким образом, можно говорить о фрагментарном отражении в нормативно-правовых актах описанных нами свойств и характеристик ТРР и о попытках регулирования новой технологии, что лишний раз подчеркивает необходимость в выработке общих ориентиров государственной политики в отношении правового и технического регулирования ТРР в России.

Выделим основные направления использования ТРР (рис. 2).



Примечание: ПОД/ФТ – противодействие отмыванию денег и финансированию терроризма; ЦФА – цифровые финансовые активы

Составлено авторами по материалам исследования

Рис. 2. Регулирование направлений использования ТРР

Отдельного внимания заслуживает влияние технологии ИИ на развитие ТРР и в частности блокчейн. В последние несколько лет отмечается бум ИИ: количество сервисов с интегрированным ИИ неуклонно растет. В то же время новая технология еще далека от совершенства, и разработчики стремятся определить критерии ответственного ИИ (англ. responsible artificial intelligence), среди которых:

- 1) высокая надежность в предоставлении данных (англ. robust) – ясные механизмы сбора, обработки данных и верификации их качества;
- 2) интерпретируемость (англ. interpretable) – понимание данных, на которых обучается ИИ;
- 3) этичность (англ. ethical) – исключение предвзятости и минимизация ИИ-галлюцинаций;
- 4) аудируемость (англ. auditable) – возможность ревизии ИИ-моделей.

По нашему мнению, блокчейн может помочь добиться этих качеств. При фиксации в блокчейне этапов создания ИИ-модели возможно обеспечить прозрачность и неизменяемость решений. Каждый способен отследить, как создавалась модель, соответствует ли она критериям ответственного ИИ, можно ли ей доверять.

ИИ в свою очередь способен значительно улучшить масштабируемость и общую производительность блокчейна, анализируя транзакции, предсказывая периоды высокой нагрузки и корректируя распределение ресурсов. С помощью ИИ можно повысить безопасность блокчейн-систем, обнаруживая уязвимости и улучшая их устойчивость. Например, ИИ умеет анализировать транзакции на наличие аномалий, проверять смарт-контракты на ошибки, предсказывать возможные атаки и улучшать механизмы консенсуса.

Таким образом, комбинирование этих двух технологий может значительно повысить безопасность, прозрачность и эффективность систем, улучшить операционную деятельность и автоматизировать бизнес-процессы.

<sup>7</sup> Федеральный закон от 08.08.2024 г. № 221-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Режим доступа: <https://ivo.garant.ru/#/document/409492967/paragraph/1/doclist/477/2/0/0/221%20%D0%A4%D0%97:1> (дата обращения: 21.09.2024).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования раскрыты разновидности систем управления, которые отличаются друг от друга наличием одного или нескольких центров управления или же их отсутствием. Выделены такие особенности ТРР, как распределенность системы, наличие консенсуса между участниками, расчетная единица ТРР, внутренняя валюта ТРР, возможность форка. Представлена сравнительная характеристика основных алгоритмов достижения консенсуса между участниками и разработана классификация ТРР по следующим критериям: по уровню доступа; по алгоритму достижения консенсуса; по виду внутренней валюты ТРР; по прохождению процедуры идентификации; по типу доступа к сети; по наличию центрального администратора; по технологиям; по приложениям на основе ТРР; по отраслям внедрения ТРР.

Определены значимость и важность развития законодательной базы, регламентирующей вопросы, связанные с использованием возможностей ТРР. Государственное регулирование данной технологии позволит выявлять и нивелировать возможные риски для государства и общества, одновременно не создавая барьеры для развития и внедрения цифровых валют центральных банков, рынка криптовалют и ЦФА.

Комбинирование технологий ТРР и ИИ может дать синергетический эффект и повысить безопасность, прозрачность и эффективность систем, улучшить операционную деятельность и автоматизировать бизнес-процессы.

## Список литературы

1. *Косов М.Е.* Организационно-институциональные основы цифровизации международного финансового рынка. *E-Management*. 2024;2(7):4–15. <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2024-7-2-4-15>
2. *Афонин С.Е., Осипов В.С.* Основные результаты 20-летнего инновационного развития российских регионов. *E-Management*. 2023;4(6):41–52. <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2023-6-4-41-52>
3. *Равал С.* Децентрализованные приложения. Технология Blockchain в действии. СПб.: Питер; 2017. 240 с.
4. *Баракина Е.Ю.* Системы распределенного реестра в платежной индустрии: монография. М.: Русайнс; 2022. 150 с.
5. *Сван М.* Блокчейн. Схема новой экономики. М.: Олимп-Бизнес; 2017. 240 с.
6. *Кочергин Д.А.* Криптоактивы: экономическая природа, классификация и регулирование оборота. Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. 2022;3(17):75–130. <https://doi.org/10.17323/1996-7845-2022-03-04>
7. *Золкин А.А.* Создание безопасных контрактов в технологии блокчейн. М.: Русайнс; 2022. 131 с.
8. *Варнавский А.В.* Блокчейн на службе государства. М.: KnoРус; 2020. 216 с.

## References

1. *Kosov M.E.* Organizational and institutional foundations of digitalization of the international financial market. *E-Management*. 2024;2(7):4–15. (In Russian). <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2024-7-2-4-15>
2. *Afonin S.E., Osipov V.S.* Main results of the 20-year innovative development of the Russian regions. *E-Management*. 2023;4(6):41–52. (In Russian). <https://doi.org/10.26425/2658-3445-2023-6-4-41-52>
3. *Raval S.* Decentralised applications. Blockchain technology in action. St. Petersburg: Piter; 2017. 240 p. (In Russian).
4. *Barakina E.Yu.* Distributed ledger systems in the payment industry: monograph. Moscow: Rusajns; 2022. 150 p. (In Russian).
5. *Swan M.* Blockchain. Blueprint for a New Economy. Moscow: Olymp-Business; 2017. 240 p. (In Russian).
6. *Kochergin D.A.* Crypto-assets: economic nature, classification and regulation of turnover. *International Organisations Research Journal*. 2022;3(17):75–130. (In Russian). <https://doi.org/10.17323/1996-7845-2022-03-04>
7. *Zolkin A.L.* Creation of secure contracts in blockchain technology. Moscow: Rusajns; 2022. 131 p. (In Russian).
8. *Varnavsky A.V.* Blockchain in the service of the state. Moscow: KnoРус; 2020. 216 p. (In Russian).