

DOI: 10.14451/1.222.375

Внедрение системы распределенного реестра в вертикально интегрированных организациях для снижения издержек

© 2023 **Тюрин Даниил Евгеньевич**

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия.
E-mail: krasnova_ds@spbstu.ru

© 2023 **Краснова Дарья Сергеевна**

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия.
E-mail: krasnova_ds@spbstu.ru

Ключевые слова: блокчейн, система распределенного реестра, транзакционные издержки, вертикально интегрированные предприятия.

В данной работе был рассмотрен вопрос целесообразности внедрения технологии блокчейн на уровне вертикально интегрированных предприятий. Были выделены ключевые технологические особенности блокчейна, позволяющие сделать вывод о потенциальных выгодах его применения. Рассмотрен опыт российских и зарубежных компаний по внедрению технологий распределённого реестра, иллюстрирующий применимость подобных технологий. Проведен анализ структуры транзакционных издержек вертикально интегрированных предприятий, а также выделены иные издержки, объем которых потенциально может быть снижен благодаря внедрению блокчейн технологий в бизнес-процесс организации.

Введение

По данным статистики пользовательских запросов Google [3], пика своей популярности тема блокчейн (от англ. blockchain) достигла в 2017 году. Тогда это было обусловлено резким ростом числа криптовалют, созданных на основе технологий распределенного реестра, количества пользователей данных цифровых активов и, как следствие, объема торгов. На протяжении всего этого времени в общественном сознании понятия «блокчейн» и «криптовалюта» существовали почти неразрывно [6].

В целях данной работы будут использованы тер-

мины «блокчейн», «технологии распределенного реестра» и «системы распределенного реестра». Равнозначное использование данных терминов в научных исследованиях, нормативно-правовых актах, а также комментариях экспертов позволяет использовать данные определения в качестве синонимов.

Однако сегодня, когда с момента появления первой информации о системе распределенного реестра в 2008 году [25] прошло уже более 10 лет становится очевидно, что криптовалюты лишь одна из возможных сфер применения блокчейн. Исследователи выделяют множество по-

тенциальных сфер внедрения технологии блокчейн от кибер-физических систем и интернета-вещей [22] до использования в банковском секторе для проведения транзакций с аккредитивами [14]. Вместе с постепенным снижением информационного шума вокруг криптовалют на первый план выходят вопросы исследования самой технологии распределенного реестра.

Сегодня мы видим заинтересованность в вопросе исследования и применения систем на основе блокчейн как со стороны крупных частных компаний, так и со стороны госкорпораций и государственных институтов [15]. Реальные практики использования технологий распределенного реестра уже сегодня позволяют делать обнадеживающие прогнозы относительно применимости систем в условиях российской экономики [9; 12]. Однако на сегодняшний день отсутствуют общепринятые концепции, которые бы описали применимость систем распределенного реестра на уровне предприятий реального сектора. В различных работах блокчейн чаще всего рассматривается в качестве основы для проведения платёжных операций или создания баз данных для государственных институтов [9; 14]. Можно сделать вывод о том, что разрозненность существующих исследований и их ориентация в основном на платёжных операциях и государственном секторе требует создания работ, направленных на рассмотрение вопроса использования систем распределённого реестра на уровне компаний реального сектора с целью снижения издержек.

Для проведения анализа целесообразным будет рассмотрение вертикально интегрированных предприятий. Одной из задач вертикальной интеграции является снижение транзакционных издержек, так как она основана на объединении в структуру компаний с разным уровнем владения технологическими компетенциями и бизнес-процессами, что позволяет нам сделать предположение, что снижение издержек при внедрении системы распределенного реестра в таких компаниях будет более значительным.

Деятельность большинства компаний в России

в 2022 году была обусловлена такими условиями: высочайшей степени неопределённости, нестабильности и значительного ухудшения экономических условий ведения деятельности [19]. Первостепенными стали задачи выживания и стабилизации на рынке, что, в свою очередь, привело к снижению объема инвестиций, оттоку капитала и сокращению объемов производства товаров и создания услуг [8; 13]. Ключевой задачей компаний стало снижение издержек путем радикального сокращения нецелевых расходов. В подобных обстоятельствах инвестиционная деятельность, результаты которой часто долгосрочны и сложно оценимы, становится первой жертвой оптимизации затрат. Было бы логично предположить, что в таких условиях не может идти речи о разработке и внедрении дорогостоящей передовой технологии. Однако можно выдвинуть гипотезу о том, что у блокчейна есть шанс на то, чтобы стать тем самым решением, внедрение которого позволит компаниям, пережившим первый шок 2022 года, трансформироваться и достичь цели по минимизации затрат.

Также по причине введения санкционных и иных ограничений, организации сталкиваются с невозможностью оказания услуг и создания товаров теми способами, которые были актуальны до 2022 года. К основным проблемам, с которыми столкнулись компании, можно отнести следующие: невозможность использования или снижение эффективности цепочек поставок, необходимость поиска новых поставщиков, сложности с проведением платёжных операций, снижение эффективности внутренней инфраструктуры из-за невозможности использования зарубежного ПО. И если на внешние обстоятельства фирмы не в силах влиять, то ориентироваться на снижение издержек и повышение эффективности вполне способны.

Таким образом, целью данной работы является рассмотрение целесообразности внедрения систем распределённого реестра в вертикально интегрированные компании нефинансового сектора для снижения издержек. Для достижения

описанной цели необходимо более детально рассмотреть следующие исследовательские вопросы:

1. Технологическая основа блокчейн – какие принципиальные отличия технологии распределённого реестра являются предпосылками для совершенствования деятельности экономических субъектов?
2. Снижение издержек предприятия – основные направления внедрения системы блокчейн в вертикально интегрированные организации и потенциальный экономический эффект?
3. Практическое применение – каков опыт зарубежных и отечественных компаний по внедрению систем распределённого реестра в бизнес-процесс организации?

Решение данных задач позволит сделать вывод о том, какую роль блокчейн, как одно из передовых научно-технических решений в сфере экономики и финансов, может сыграть при внедрении в деятельность вертикально интегрированных компаний и как отразится на их текущих издержках. Также, данное исследование может стать основой для проведения дальнейших научных и практических работ по реализации подобных проектов на базе предприятий и оценки их экономической эффективности.

Как работает блокчейн

В рамках анализа теоретической базы в сфере цифровых активов необходимо составить реестр терминов, которые будут применяться для данного исследования. На основе проведенного анализа можно сделать вывод о том, что основополагающим понятием для темы блокчейна и цифровых финансовых активов является DLT (от англ. distributed ledger technology) – технология распределённого реестра [23; 26]. Определения, которые даются в зарубежных источниках и российских НПА, а также докладах, подготовленных органами исполнительной власти, тождественны и сводятся к тому, что технология распределённого реестра это база данных, информация из которой хранится одновременно в нескольких независимых центрах.

Каждый из них имеет доступ к реестру и возможность добавления в него новых данных [16; 18]. Вытекающим из этого определения является понятие «блокчейн». Данной технологии присущи следующие характеристики:

1. Все данные, которые оказываются в реестре, записываются в виде блоков. Блок транзакций – базовая единица, которая является структурной основой технологии блокчейн. В каждом блоке хранится информация о нескольких произведенных транзакциях, а также другая техническая информация, необходимая для поддержания работоспособности системы [6].
2. Блоки расположены в строго определенном порядке и формируют цепь. Блок содержит не только информацию о транзакциях, расположенных в нём, но и ссылается на предыдущий добавленный в реестр блок. Такое структурирование возможно благодаря технологии хеширования [26].
3. Использование протокола консенсуса. Каждый новый блок может быть добавлен в цепь только после того, как участники цепи подтвердят верность вносимых дополнений в реестр и примут общее решение о добавлении очередного блока [16].
4. Неизменность данных. Транзакция, записанная в блок и подтвержденная механизмом консенсуса, не может быть отменена или изменена. Это позволяет гарантировать безопасность и надежность использования блокчейн технологии [20].

Прежде чем перейти к рассмотрению практического применения систем распределённого реестра необходимо рассмотреть ещё одно понятие, напрямую касающееся целей работы. Одним из применений технологии блокчейн является создание смарт-контрактов. Главными преимуществами смарт-контрактов можно назвать автоматизацию и высокий уровень надежности. Так, если в традиционном цикле передаче активов между различными экономическими субъектами обязательно принимает участие третья сторона, выполняющая роль арбитра, контролирующую

щего процесс исполнения сторонами взаимных обязательств, то внедрение смарт-контрактов позволяет исключить третью сторону [27]. В чем преимущества подобных инноваций? Можно выделить следующие эффекты:

1. Увеличение скорости проведения транзакции. Участие третьей стороны делает необходимым включение её в процесс обмена информацией. Электронный документооборот сегодня позволяет ускорять традиционный формат обмена документами, однако этого бывает недостаточно, особенно учитывая объемы проводимых операций. Смарт-контракты позволяют полностью исключить данные издержки, так как участие третьей стороны для их реализации не требуется.
2. Повышение надежности. Кроме того, что появление третьей стороны замедляет процесс реализации соглашений между сторонами, это также снижает эффективность за счёт снижения надежности. Это происходит в силу того, что в цепочку включаются дополнительные субъекты. На каждом этапе может произойти ошибка, вызванная человеческим фактором. Также, включение третьей стороны в процесс обмена информацией создаёт дополнительную базу данных, через которую информация должна пройти. Смарт-контракты в свою очередь обладают высочайшим уровнем доверия и надежности в силу своей технической основы.
3. Снижение издержек. Участие третьей стороны требует оплаты услуг этого «арбитра». В разрезе торговых операций это услуги банков, которые включаются в стоимость реализации товаров и услуг, созданных при их участии. Внедрение смарт-контрактов позволяет исключить посредника на данном этапе, следовательно, снизить издержки на производство и реализацию товаров и услуг.

Актуальность вопроса развития технологий распределенного реестра не вызывает сомнений. Статистика по объему инвестиций в данные технологии показывает стабильный рост как в России, так и за рубежом [7]. Практическую ре-

ализацию иллюстрируют примеры экспериментальной реализации проектов на базе блокчейн российскими и иностранными организациями. Рассмотрим наиболее релевантные и актуальные из них:

1. Совместная разработка Альфа-Банка и S7 Airlines. Уже в 2017 году компании объявили о том, что организовали первые в мире продажи билетов через блокчейн. Каждый этап совершения транзакции происходил автоматически и фиксировался в реестре [5].
2. Присоединение Норникеля к международной блокчейн сети ответственного выбора поставщиков (RSBN, Responsible Sourcing Blockchain Network) в 2021 году. Участие в данном проекте позволит российской компании повысить уровень прозрачности, а, следовательно, и доверия к своим добывающим и производственным подразделениям [2].
3. Запуск Газпром нефтью собственной платформы Smart Fuel на основе блокчейн. Реализация в 2021 году одной из дочерних компаний Газпрома данного проекта позволилакратно сократить время взаиморасчетов с компанией-партнёром и сократить сопутствующие издержки [1].
4. Инвестиции Mercedes-Benz в развитие собственных блокчейн технологий. На данный момент компания выделяет 3 основных сферы применения данной технологии: цепочки поставок, электронный документооборот и финансирование проектов [4].
5. Собственная платформа группы компаний LVMH. Крупнейший производитель предметов роскоши в 2019 году представил собственную блокчейн платформу AURA. Целью создания является возможность отслеживания каждого произведенного товара. Так, покупатели и ритейлеры смогут быть уверены, что определенный продукт произведен с применением всех необходимых норм и является подлинным изделием [24].

Основываясь на изученных данных, можно с уверенностью сказать, что передовые российские и зарубежные компании рассматривают техно-

логии распределенного реестра, как одну из ключевых для будущего технологического развития. Разнообразные научные исследования и обзоры подтверждают, что блокчейн имеет все необходимые характеристики для кардинального изменения бизнес-процессов организаций [17]. Однако на сегодняшний день для многих российских компаний блокчейн технологии остаются экспериментальными проектами или не рассматриваются для внедрения. Это вызвано различными факторами, в том числе кризисными явлениями, которые значительно ограничивают инвестиционные возможности предприятий. Ещё одним фактором является то, что наибольшая эффективность подобных систем достигается в случае большого числа участников цепи. В противном случае главная особенность – децентрализация – не реализуется. В то же время создание крупных консорциумов и объединений компаний представляется затратным процессом в силу законодательных ограничений, высоких издержек на создание подобных объединений, а также отсутствия стандартизации.

Решением данной проблемы может стать разработка собственных блокчейн платформ крупными вертикально интегрированными компаниями. Предприятия, входящие в структуру таких организаций как Норникель, Северсталь, Газпром, обладают необходимыми финансовыми, технологическим и кадровыми ресурсами для реализации подобных инновационных проектов. В то же время сложность внедрения подобных систем в рамках одной вертикально интегрированной компании может быть ниже в силу стандартизации и общей консолидации предприятий. Таким образом, разработка и внедрение блокчейн систем на уровне крупнейших российских производственных и добывающих компаний может стать драйвером для развития всей сферы блокчейн как в России, так и за рубежом.

Методы и материалы исследования

В литературном обзоре был проведён анализ понятия систем распределённого реестра и блокчейн, их взаимного влияния и правового закреп-

ления на текущую дату. В целях изучения существующей научной базы были рассмотрены актуальные работы российских и зарубежных авторов из электронных библиотек МГУ, ВШЭ, СПбПУ, а также опубликованные в изданиях, входящих в перечни ВАК и Scopus. С помощью метода дедукции, а также ретроспективного анализа была выдвинута гипотеза о том, что внедрение блокчейн значительно повлияет на издержки вертикально интегрированных предприятий. Эмпирической базой для полученных выводов стали практики передовых российских и зарубежных компаний, отличающихся высокой степенью вертикальной интеграции, материалы научно-практических конференций, учебные пособия и сборники.

Результаты

Ключевой целью внедрения блокчейн технологий в бизнес-процесс организации является снижение издержек. Достижение данной цели является приоритетной задачей для менеджмента и всего коллектива почти любой компании.

На сегодняшний день наиболее актуальным подходом к рассмотрению структуры издержек фирм является неoinституциональная экономическая теория. Однако такие исследователи как А. А. Аузан, А. Е. Шашитко в своих работах отмечают, что усложняющийся характер рыночных взаимоотношений приводит к невозможности однозначного деления между трансформационными и транзакционными издержками [10; 21]. Несмотря на это с середины прошлого века в экономике формируются субъекты, которые подтверждают значительную роль транзакционных издержек в деятельности организации. Этими субъектами являются вертикально интегрированные предприятия. Сущность вертикальной интеграции заключается в более тесном объединении и кооперации нескольких организаций, находящихся на одной или разных стадиях производства одного продукта [11]. Подобные структуры позволяют значительно снизить транзакционные издержки для объединившихся организаций. Однако вопросы повышения эффективности, в том числе за счет снижения транзакционных издержек, остаются на первом

плане для этих компаний. Для предметного анализа структуры трансакционных издержек ВИП была составлена сводная таблица 1. За основу была взята типология трансакционных издержек предложенная А. Е. Шаститко в работе «Новая институциональная экономическая теория».

Таблица 1. Влияние блокчейн технологии на трансакционные издержки вертикально интегрированных предприятий.

Издержки	Компании свободного рынка	ВИП	Внедрение блокчейн в ВИП
Поиска альтернатив	Затраты временных и финансовых ресурсов на поиск лучшей цены, условий поставки, проверку контрагента	Остаются в случае выбора между использованием собственных ресурсов и покупкой на рынке	Позволяет получать наиболее достоверную, полную и надежную информацию о товарах, произведенных внутри фирмы
Осуществления расчётов	Расходы на содержание внутреннего подразделения, банковские комиссии	Снижаются в случае включения банка в интеграцию или не изменяются при необходимом участии посредника – банка	Использование смарт-контрактов способно свести данные издержки к минимуму
Измерения	Затраты на исследование характеристик приобретаемого товара, устранение асимметрии информации	Снижаются за счёт систем внутреннего контроля и стандартизации выпускаемых товаров и услуг	Сводит к минимуму за счет автоматизации систем контроля качества и проверки исполнения регламентных процедур
Заклучения контракта	Расходы, связанные с утверждением условий сделки, правовой фиксации утвержденного	Значительно снижаются за счет стандартных процедур и контрактов; неизменны по отношению к внешней среде	Смарт-контракты позволяют значительно удешевить и ускорить данный процесс
Спецификации и защиты прав собственности	Издержки, связанные с восстановлением нарушенных прав и уточнением спецификации	Внутренняя среда: снижаются, связаны с контролем и передачей конфиденциальной информации; внешняя: снижаются за счет выделения специализированных юридических подразделений	Гарантирует полную сохранность и конфиденциальность информации, прозрачность системы позволяет использовать внесенные в реестр данные в судопроизводстве
Оппортунистического поведения	Расходы на получение достоверной информации о контрагенте, контроль исполнения обязательств	Снижаются благодаря корпоративной системе управления, остаются в разрезе агентских взаимоотношений	Позволяет повысить прозрачность в принятии управленческих решений за счет их фиксации в реестре и невозможности корректировок

Проведенный анализ демонстрирует степень изменения объема трансакционных издержек в зависимости от условий ведения деятельности. В общем случае вертикальная интеграция значительно снижает трансакционные издержки. Однако важно отметить, что вертикально интегрированные предприятия не могут полностью исключить трансакционные издержки. Кроме того, усложняющаяся управленческая, производственная и контрактная структура подобных экономических субъектов создает дополнительные издержки. В свою очередь внедрение техно-

логии блокчейн в перспективе может свести минимум к 3 из 6 типов транзакционных издержек, а по отношению к оставшимся позволяет улучшить такие характеристики проводимых транзакций, как скорость, надежность, безопасность и конфиденциальность.

Как уже отмечалось ранее, строгое деление издержек на транзакционные и трансформационные не всегда возможно. Следовательно, для полноценного анализа вопроса внедрения систем распределенного реестра необходимо рассмотреть также иные издержки, не вошедшие в типологию транзакционных, но имеющих большое влияние на эффективность организации. Выделим ещё 3 вида издержек, которые могут быть в значительной степени быть снижены за счет использования блокчейн технологий в бизнес-процессе вертикально интегрированных предприятий:

1. Управленческие затраты.
2. Поддержание системы внутреннего контроля.
3. Логистические расходы.

Каждый из этих видов издержек связан с данными. Информационные системы, обеспечивающие работоспособность предприятий, становятся самым ценным ресурсом. В то же время подобные информационные системы являются точками уязвимости и снижения эффективности в силу своей классической архитектуры и необходимых расходов на поддержание их работоспособности. Описанные выше преимущества и характеристики блокчейна способны значительно снизить данные издержки. Так система корпоративного управления может получить выгоды благодаря фиксации информации о выполненных задачах в автоматическом формате. При этом гарантируется неизменность и достоверность внесенных изменений, что позволяет проследить полный цикл производства определенного товара или услуги и выявить наименее эффективные и надежные этапы.

Системы внутреннего контроля могут быть изначально разработаны на базе блокчейн, что позво-

лит гарантировать соблюдение как нормативно-правовых требований, предъявляемых к организации со стороны государства, например в сфере идентификации клиентов (KYC – know your customer), так и соблюдение внутренних регламентов по работе с конфиденциальной информацией, выполнению необходимых технологических операций.

Структура логистических издержек, неизбежно сопровождающих процесс производства благ, может быть принципиально изменена, поскольку блокчейн технологии позволяют исключить из процесса перемещения самих благ, а также процесса передачи прав собственности, человека. Подобные инновации способны повысить надежность благодаря отсутствию человеческого фактора (в том числе оппортунистического поведения), а также снижения издержек в силу увеличения скорости проведения операции и общей автоматизации процесса.

Выводы

Применимость блокчейн технологии на уровне организаций проиллюстрирована на примерах реализации подобных проектов российскими и зарубежными предприятиями. Были выделены ключевые вызовы развития технологии блокчейн на уровне организаций: необходимость инвестиций в НИОКР, создание многочисленных консорциумов, способных объединить множество участников цепи, разработка стандартов и регламентов по внедрению систем распределенного реестра. По итогам анализа была выведена гипотеза о том, что на первоначальном этапе развития систем распределенного реестра на уровне организаций ключевую роль могут сыграть крупные вертикально интегрированные предприятия. Достаточный уровень обеспеченности ресурсами как финансовыми, так и кадровыми, а также высокая степень унификации и консолидации интегрированных предприятий являются необходимыми условиями, позволяющими рассчитывать на меньшие затраты при внедрении блокчейн систем. Дальнейший экономический эффект в виде снижения издержек, повышения прозрачности и надежности может стать стимулом для рассмотрения возможности

внедрения систем распределенного реестра компаниями меньшего масштаба, а проведенные исследования и разработки могут послужить основой для создания готовых решений в области блокчейн технологий.

Важно отметить, несмотря на все очевидные позитивные изменения, которые могут быть достигнуты благодаря внедрению систем распределенного реестра в бизнес-процессе вертикально интегрированных компаний, подобные инновации требуют значительных инвестиций. Разумеется, инвестиции предприятий в разработку собственных блокчейн проектов должны основываться на будущей экономической эффективности. При проведении подобного инвестиционного анализа важно учитывать не только снижение описанных выше издержек, но и стоимость внедрения и поддержания стабильного функционирования системы в рамках ВИП. В то же время важно понимать, что приведенный ана-

лиз транзакционных и трансформационных издержек не является исчерпывающим перечнем потенциальных сфер использования блокчейн технологии. Как одно из перспективных направлений использования блокчейна в процессе производства можно выделить сферы IoT (Internet of Things) и CPS (Cyber-Physical Systems) [22].

Можно сделать вывод о том, что различные технологии распределенного реестра потенциально могут послужить основой для фундаментального изменения в процессах функционирования предприятий различных областей производства товаров и услуг. Данная работа акцентирует внимание на основных издержках, которые могут быть сокращены за счёт использования данных технологий. Полученные выводы однозначно свидетельствуют о необходимости проведения дальнейших исследований с целью оценки экономической эффективности предложенных внедрений.

Библиографический список

1. «Газпром нефть» интегрировала технологию блокчейн в процессы оплаты авиаперевозки / Газпром нефть. — URL: https://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/gazprom_neft_integrirovala_tekhnologiyu_blokcheyn_v_protsesty_oplaty_aviaperevozki.
2. «Норникель» присоединился к блокчейн-сети ответственного выбора поставщиков / Норникель. — URL: <https://www.nornickel.ru/news-and-media/press-releases-and-news/nornikel-prisoedinilsya-k-blokcheyn-seti-otvetstvennogo-vybora-postavshchikov>.
3. Blockchain Анализ / Google Trends. — URL: <https://trends.google.ru/trends/explore?date=all&q=Blockchain>.
4. Once round the block, please! / Mercedes-Benz Group. — URL: <https://group.mercedes-benz.com/innovation/blockchain-2.html>.
5. S7 Airlines и Альфа-Банк организовали первые в мире продажи авиабилетов через блокчейн / TAdviser. — URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Проект:Авиакомпания_Сибирь_S7_Airlines_%28Мастерчейн%29.
6. Башир И. Блокчейн: архитектура, криптовалюты, инструменты разработки, смарт-контракты. — 2019.
7. Блокчейн / TAdviser. — URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Блокчейн_\(мировой_рынок\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Блокчейн_(мировой_рынок)).
8. Главное слово будущего — «адаптация»: чему научил руководителей 2022 год / Forbes. — URL: <https://www.forbes.ru/mneniya/482436-glavnoe-slovo-budusego-adaptacia-cemu-naucil-rukovoditelej-2022-god>.
9. Заколдаев Д. А., Ямщиков Р. В., Ямщикова Н. В. Технология блокчейн в России: достижения и проблемы // Вестник Московского государственного областного университета. — 2018. — № 2. — С. 93–107.
10. Институциональная экономика. Новая институциональная экономическая теория / А. А. Аузан [и др.]. — М.: ИНФРА-М, 2011.
11. Курочкина А. А., Островская Е. Н. Сущность и особенности формирования вертикально интегрированных объединений в российской экономике // *π-Economy*. — 2012. — 6 (161). — С. 94–99.
12. Мова Я. А. Технологии распределенного реестра в цифровой экономике // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. — 2020. — № 5–2. — С. 26–31.
13. Мониторинг предприятий № 8. Информационно-аналитический комментарий / Банк России. — URL: https://www.cbr.ru/Collection/Collection/File/43630/monitoring_1222.pdf.
14. Нурмухаметов Р. К., Степанов П. Д., Новикова Т. Р. Технология блокчейн и ее применение в торговом финансировании // *Финансовая аналитика: проблемы и решения*. — 2018. — Т. 11, 2 (344). — С. 179–190.
15. Проект «Основных направлений цифровой экономики финансового рынка на период

- 2022–2024 годов» (от 10.12.2021). – URL: <https://cbr.ru/press/event/?id=12518>.
16. Развитие технологии распределенных реестров. Доклад для общественных консультаций / Банк России. – URL: [https://cbr.ru/Content/Document/File/50678/Consultation_Paper_171229\(2\).pdf](https://cbr.ru/Content/Document/File/50678/Consultation_Paper_171229(2).pdf).
 17. Рудская И. А., Родионов Д. Г., Мельников Д. Блокчейн технология как двигатель финансовой индустрии // Российский экономический интернет-журнал. – 2018. – № 4. – С. 101–101.
 18. Термины и определения в области технологий цепной записи данных (блокчейн) и распределенных реестров / Технический комитет по стандартизации «Криптографическая защита информации». – URL: <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>.
 19. Федеральная служба государственной статистики. Регионы России. Социально-экономические показатели. 1999–2022. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204>.
 20. Федеральный закон от 31.07.2020 № 259-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «О цифровых финансовых активах, цифровой валюте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
 21. Шаститко А. Е. – М.: ТеиС, 2010. – 828 с. – ISBN 978-5-7218-1110-4.
 22. Bhattacharjya A. A holistic study on the use of blockchain technology in CPS and IoT architectures maintaining the CIA triad in data communication // International Journal of Applied Mathematics and Computer Science. – 2022.
 23. Liu X., Farahani B., Firouzi F. Distributed ledger technology. – 2020.
 24. LVMH partners with other major luxury companies on Aura, the first global luxury blockchain / LVMH. – URL: <https://www.lvmh.com/news-documents/news/lvmh-partners-with-other-major-luxury-companies-on-aura-the-first-global-luxury-blockchain>.
 25. Nakamoto S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System, October 2008 / bitcoin.org. – 2022.
 26. Panwar A., Bhatnagar V. Distributed ledger technology (DLT): the beginning of a technological revolution for blockchain // 2nd International Conference on Data, Engineering and Applications (IDEA). – IEEE, 2020. – P. 1–5.
 27. Zheng Z. An overview on smart contracts: Challenges, advances and platforms // Future Generation Computer Systems. – 2020. – Vol. 105. – P. 475–491.