УДК 336.7
DOI 10.17513/fr.44097

CC BY 4.0

СЕТИ ТОКЕНИЗИРОВАННЫХ ФИНАНСОВЫХ АКТИВОВ: СУЩНОСТЬ И МЕСТО В СОВРЕМЕННОЙ ФИНАНСОВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ

[1]Варнавский А. В. ORCID ID 0000-0002-1517-3786,
[2]Александров И. О. ORCID ID 0009-0005-9321-3818

[1]Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего образования «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», Москва, Российская Федерация, e-mail: networkeconomy24@gmail.com;
[2]Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова», Москва, Российская Федерация, e-mail: i.o.aleksandrov@yandex.ru

Развитие современной финансовой инфраструктуры сопровождается распространением токенизации, технологий распределенных реестров и алгоритмических механизмов проведения финансовых операций. При этом существующие научные понятия в основном описывают отдельные финансовые инструменты и технологии, не в полной мере отражая особенности экономических отношений между их участниками. Цель исследования заключается в раскрытии содержания понятия «сети токенизированных финансовых активов» и выявлении их основных особенностей в условиях развития платежно-расчетной инфраструктуры. В работе используются сетевой подход, функциональный и сравнительный анализ традиционных и токенизированных финансовых систем. Исследование основано на российских и зарубежных научных публикациях, а также материалах международных финансовых организаций. Показано, что платежные и расчетные функции традиционно могли выполняться разными участниками финансовой инфраструктуры, однако развитие систем расчетов в реальном времени и быстрых платежей способствует их более тесной взаимосвязи. Показано, что токенизация расширяет возможности такой интеграции благодаря алгоритмической координации финансовых операций, автоматизированному исполнению условий сделки и синхронизации встречных обязательств. Предложено рассматривать сети токенизированных финансовых активов как совокупность взаимосвязанных экономических агентов, функционирующих на основе технологических механизмов выпуска, передачи, обмена и расчетов в токенизированных финансовых активах. Обосновано отличие указанной категории от отдельных активов, платформ и блокчейн-сетей. Сделан вывод о целесообразности использования предложенной категории для анализа новых форм финансового взаимодействия, в которых экономические отношения и механизмы их исполнения объединяются посредством алгоритмических правил.

Ключевые слова: сети токенизированных финансовых активов, токенизация, экономические сети, платежные сети, расчетные сети, алгоритмизация

TOKENIZED FINANCIAL ASSET NETWORKS: ESSENCE AND ROLE IN MODERN FINANCIAL INFRASTRUCTURE

[1]Varnavskiy A. V. ORCID ID 0000-0002-1517-3786,
[2]Aleksandrov I. O. ORCID ID 0009-0005-9321-3818

[1]Federal State Educational Budgetary Institution of Higher Education "Financial University under the Government of the Russian Federation", Moscow, Russian Federation, e-mail: networkeconomy24@gmail.com;
[2]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Russian University of Economics named after G. V. Plekhanov", Moscow, Russian Federation

The development of modern financial infrastructure is accompanied by the growing use of tokenization, distributed ledger technologies, and algorithmic mechanisms for conducting financial transactions. However, existing academic concepts mainly describe individual financial instruments and technologies without fully reflecting the economic relationships between their participants. The purpose of this study is to clarify the concept of «tokenized financial asset networks» and identify their main characteristics in the context of evolving payment and settlement infrastructure. The study employs a network approach, along with functional and comparative analysis of traditional and tokenized financial systems. The research draws on Russian and international academic publications, as well as materials from international financial organizations. The findings show that payment and settlement functions have traditionally been performed within separate infrastructure systems, while the development of real-time settlement systems and instant payments has contributed to their closer integration. Tokenization is shown to expand the potential for such integration through algorithmic coordination of financial operations, automated execution of transaction conditions, and synchronization of reciprocal obligations. Tokenized financial asset networks are defined as a set of interconnected economic agents operating through technological mechanisms that enable issuance, transfer, exchange, and settlement in tokenized financial assets. The distinction between this concept and individual assets, platforms, and blockchain networks is substantiated. The study concludes that the proposed concept is useful for analyzing new forms of financial interaction in which economic relationships and execution mechanisms are coordinated through algorithmic rules.

Keywords: tokenized financial asset networks, tokenization, economic networks, payment networks, settlement networks, algorithmization

Введение

Развитие цифровых технологий оказывает все более существенное влияние не только на используемые финансовые инструменты, но и на саму архитектуру взаимодействия экономических агентов [1; 2]. В отличие от ранней автоматизации процессов, распространение технологий распределенных реестров и токенизации создает предпосылки для более глубокого изменения способов выпуска, передачи и расчетов в финансовых активах [3; 4].

В современной научной литературе токенизация чаще всего рассматривается с позиции преобразования прав на финансовые и реальные активы в цифровую форму, позволяющую учитывать и передавать соответствующие права посредством специализированной технологической инфраструктуры [2; 4]. Значительное внимание также уделяется использованию распределенных реестров в финансовом секторе, развитию децентрализованных финансов, токенизированных ценных бумаг, депозитов и иных форм цифровых финансовых инструментов [1; 5; 6]. Отдельное направление исследований связано с программируемостью платежей и расчетов, позволяющей автоматизировать исполнение заранее установленных условий сделки [7].

В настоящем исследовании, не оспаривая все вышеобозначенные ракурсы, мы придерживаемся общего определения токенизации в экономике – как процесса построения экономических взаимодействий на основе оборота самостоятельно значимых единиц, токенов [8, с. 124].

В существующих исследованиях большинство рассматриваемых понятий характеризуют отдельные элементы новой финансовой инфраструктуры. Категория «токенизированный актив» относится прежде всего к объекту экономических отношений; понятие «блокчейн» или «распределенный реестр» – к используемой технологии; «платформа» – к инфраструктуре, посредством которой осуществляется взаимодействие участников. Подобная терминологическая фрагментация затрудняет исследование более широкого явления – совокупности экономических агентов, между которыми формируются устойчивые отношения по поводу выпуска, передачи, обмена и расчетов с использованием токенизированных финансовых активов. При этом расширение массива исследований цифровых финансов сопровождается усложнением структуры самого научного поля и формированием взаимосвязей между технологическими, финансовыми и сетевыми направлениями анализа [9].

В российской экономической литературе развитие новых экономических сетей в инфраструктуре финансового рынка уже может рассматриваться как самостоятельное направление трансформации финансовой системы [3]. Одновременно исследования токенизации показывают, что ее значение постепенно выходит за пределы цифрового представления отдельных активов и затрагивает организацию их обращения, взаимодействие участников рынка и способы исполнения обязательств [2; 4]. В связи с этим представляется необходимым развитие понятийного аппарата, позволяющего рассматривать новые формы финансового взаимодействия именно в сетевом ракурсе.

В рамках настоящего исследования для этих целей предлагается использовать категорию «сети токенизированных финансовых активов» (СТФА), которая формируется в результате декомпозиции общего понятия токенизированных активов и последующего категориального обособления их финансового сегмента. Такое понимание позволяет включать в анализ различные формы токенизированных ценных бумаг, денежных требований, банковских обязательств и иных финансовых инструментов вне зависимости от особенностей их юридической квалификации в конкретной юрисдикции [10].

Развитие систем быстрых платежей и расчетов в реальном времени и быстрых платежей постепенно сокращает временной и функциональный разрыв между отдельными этапами операции. Технологии токенизации способны углубить этот процесс, поскольку позволяют переносить непосредственно в технологический протокол не только информацию об операции, но и определенные правила ее исполнения [7; 11]. В результате возникает новая конфигурация финансового взаимодействия, при которой передача актива, выполнение установленных условий и расчет могут быть связаны в рамках общей программируемой среды.

Таким образом, возникает вопрос недостаточности категориального аппарата, позволяющего комплексно описывать возникающие при токенизации финансовых активов сети экономического взаимодействия.

Цель исследования – раскрытие содержания понятия «сети токенизированных финансовых активов» и выявление их основных особенностей в условиях развития платежно-расчетной инфраструктуры. Научная новизна исследования заключается в уточнении понятийного аппарата финансовой инфраструктуры посредством

обоснования категории «сети токенизированных финансовых активов» как экономической сети, отличной от отдельного токенизированного актива, технологической блокчейн-сети и цифровой платформы. Выявлена ее специфика, связанная с алгоритмической координацией выпуска, обращения и расчетов по токенизированным финансовым активам.

Материалы и методы исследования

Методологическую основу исследования составляет сетевой подход, позволяющий рассматривать финансовую инфраструктуру не только как совокупность организаций и технологий, но прежде всего как систему взаимодействующих экономических агентов, связанных устойчивыми отношениями. В данном случае объектом сетевого анализа выступают участники финансовых операций, а реляциями между ними – отношения, возникающие в процессе выпуска, передачи, обмена и расчетов с использованием токенизированных финансовых активов или исполнения обязательств по финансовым активам.

Использование сетевого подхода позволяет рассматривать токенизацию не только с технологической, но и с экономической точки зрения. Технологическая сеть обеспечивает хранение, передачу и подтверждение информации, тогда как экономическая сеть объединяет участников, связанных общими интересами и хозяйственными отношениями. При этом технологическая инфраструктура создает условия для их взаимодействия.

Функциональный анализ используется для изучения отдельных этапов финансовых операций и особенностей их выполнения в традиционных и токенизированных системах. Рассматриваются такие функции, как инициирование операции, авторизация и маршрутизация, исполнение и клиринг, подтверждение результатов и окончательный расчет.

Сравнительный анализ позволяет выявить различия между традиционной платежно-расчетной инфраструктурой и сетями токенизированных финансовых активов. Основное внимание уделяется не техническим характеристикам отдельных решений, а организации взаимодействия участников финансовых операций.

Информационную основу исследования составляют российские и зарубежные научные публикации по вопросам токенизации, распределенных реестров, платежной инфраструктуры, двусторонних рынков и алгоритмизации финансовых операций, а также аналитические материалы международных финансовых организаций.

Результаты исследования и их обсуждение

В рамках исследования СТФА необходимость разграничения непосредственно платежа и окончательность расчета по сделке несколько нивелируется за счет алгоритмической реализации механики Delivery versus Payment (DvP). На микроуровне конкретного потребителя процессы платежа и окончательности расчета воспринимаются как единое действие: для конечного покупателя подтверждение сделки – полученный товар. Если продавец его отгрузил, покупатель считает платеж фактически завершенным. В большинстве, в абсолютном большинстве случаев для продавца подтверждение карточной транзакции или платежа по СБП фактически также означает завершение платежа. Однако на уровне инфраструктуры операция оплаты гораздо сложнее: передача платежной инструкции, ее авторизация, взаимозачет обязательств между финансовыми организациями и окончательное перемещение расчетного актива – это все различные стадии. Подобное функциональное разграничение соответствует международному подходу к инфраструктурам финансового рынка, в рамках которого платежные системы, центральные депозитарии, системы расчетов по ценным бумагам, центральные контрагенты и иные инфраструктуры рассматриваются с учетом различий выполняемых ими функций и возникающих рисков [12].

Классические исследования платежных платформ фокусируются прежде всего на механизмах взаимодействия различных групп пользователей. В модели двустороннего рынка платформа обеспечивает взаимодействие потребителей и поставщиков товаров или услуг, а ее ценность возрастает с увеличением числа участников каждой из сторон [13; 14]. Именно этим объясняются выраженные сетевые эффекты, характерные для крупных платежных систем.

При этом инфраструктура окончательного расчета решает иную задачу. Ее функцией является прекращение возникших финансовых обязательств посредством окончательной передачи соответствующего расчетного актива. Поэтому на этом уровне особое значение имеют не столько вопросы привлечения конечных пользователей, сколько управление ликвидностью, окончательность расчета, снижение кредитного и операционного риска.

Такое функциональное разграничение особенно хорошо прослеживается в традиционных многоуровневых финансовых системах. Передача информации о платеже может осуществляться одной инфраструк-

турой, клиринг – другой, а окончательный расчет – через счета финансовых организаций в центральном банке или специализированной расчетной системе. Характерным примером функционального разделения является международная платежная архитектура, в которой инфраструктура передачи финансовых сообщений может быть организационно отделена от непосредственного движения расчетного актива; подобная структура хорошо прослеживается на примере роли SWIFT в международной финансовой системе [15].

Сходная проблема существует и при обращении ценных бумаг. Заключение сделки не означает ее немедленного окончательного исполнения. Необходимо обеспечить передачу актива покупателю и денежных средств продавцу, что исторически обусловило развитие специализированных механизмов клиринга и расчетов. Исследования распределенных реестров применительно к клирингу и расчетам по ценным бумагам показывают, что именно сложность этой многоступенчатой инфраструктуры стала одной из областей потенциального применения технологии распределенного реестра (Distributed Ledger Technology, DLT) [5]. Международная платежная инфраструктура также характеризуется концентрацией отдельных посреднических функций и зависимостью участников от доступа к крупным сетям [16].

Следовательно, традиционная финансовая операция может быть представлена как последовательность нескольких взаимосвязанных функций: инициирование операции → передача и проверка информации → авторизация → исполнение → клиринг → окончательный расчет.

Это не означает, что каждая из перечисленных функций обязательно должна выполняться отдельной организацией или системой. В различных инфраструктурах отдельные стадии могут быть объединены. Однако само их функциональное различие остается значимым для анализа.

Развитие финансовых технологий на протяжении последних десятилетий во многом происходило именно в направлении сокращения промежутков между этими стадиями. Распространение систем валовых расчетов в реальном времени (Real-Time Gross Settlement, RTGS), систем быстрых платежей и круглосуточных платежных сервисов существенно ускорило движение средств и приблизило момент платежной операции к моменту окончательного расчета.

В связи с этим можно говорить о продолжительной тенденции к интеграции отдельных функций финансовой операции, которая возникла значительно раньше широкого распространения токенизации. Вместе с тем токенизация создает дополнительные технологические возможности для развития этой тенденции.

При этом электронная запись об активе сама по себе не меняет принципиально природу финансового взаимодействия. Если существующий инструмент лишь переносится из бумажной формы в электронную базу данных, базовая архитектура его обращения может оставаться прежней. Токенизация приобретает более существенное экономическое значение тогда, когда цифровое представление актива становится элементом инфраструктуры, посредством которой осуществляется его передача и исполняются связанные с ним условия [2; 4].

Не просто программируемость, а именно алгоритмитизация является одним из наиболее значимых свойств подобных систем. Она позволяет заранее устанавливать условия осуществления операции и автоматизировать их выполнение [7]. В простейшем случае речь может идти о переводе актива при наступлении заранее установленного события. Более сложные механизмы позволяют синхронизировать несколько взаимозависимых действий, фактически переводя взаимодействие в алгоритмический характер.

Для финансовой инфраструктуры особое значение имеют механизмы, основанные на принципах Delivery versus Payment (DvP) и Payment versus Payment (PvP), когда исполнение одной части операции связано с одновременным исполнением встречного обязательства. Подобная синхронизация снижает риск ситуации, при которой одна сторона исполняет обязательство, а другая – нет.

В традиционной инфраструктуре достижение аналогичного результата обеспечивается деятельностью функциональных посредников: клиринговых организаций, депозитариев и расчетных систем. В алгоритмической токенизированной среде часть соответствующей логики может быть включена непосредственно в правила осуществления транзакции. Иными словами, принципиальным становится не только ускорение расчета, но и изменение способа координации участников.

В традиционной модели исполнение операции в значительной степени обеспечивается последовательным взаимодействием специализированных функциональных посредников. В токенизированной модели отдельные функции этих посредников могут реализовываться посредством алгоритмически заданных правил.

Однако это не означает полного исчезновения посредничества. Напротив, исследования децентрализованных финансов показывают, что изменение технологической архитектуры нередко приводит не к устранению посредников как таковых, а к возникновению новых инфраструктурных участников и изменению распределения их функций [1; 17].

Именно поэтому анализ токенизации исключительно через противопоставление «централизованной» и «децентрализованной» систем представляется недостаточно обоснованным. Для экономического анализа важнее определить, какие агенты участвуют во взаимодействии, какие функции они выполняют и какими правилами устанавливаются отношения между ними. Сравнение централизованных и децентрализованных сетей, конечно, тоже входит в поле зрения, но именно с точки зрения изучения их прикладной эффективности.

В результате токенизированная инфраструктура может иметь как децентрализованную, так и централизованную или гибридную организацию. Токенизация применима не только к публичным криптовалютным сетям, но и к корпоративным платформам, банковским решениям и инфраструктурам регулируемого финансового рынка [2; 4; 18]. Следовательно, блокчейн и децентрализация сами по себе уже не рассматриваются в качестве обязательных признаков исследуемого явления, но сети, построенные на основе децентрализации, в гораздо большей степени реализуют все преимущества алгоритмического взаимодействия.

Для дальнейшего анализа представляется необходимым разграничить технологическое и экономическое понимание сети. В техническом ракурсе сеть представляет собой совокупность связанных между собой устройств или программных узлов, осуществляющих передачу, обработку и хранение информации. Применительно к распределенному реестру соответствующие узлы участвуют в хранении данных, проверке транзакций и достижении согласованного состояния системы.

В экономическом ракурсе гипотетическая сеть определяется не только физическими или информационными связями, но прежде всего отношениями между экономическими агентами. Участники соединяются правилами, интересами, обязательствами и выгодами, возникающими в процессе взаимодействия. Но при этом фактическая экономическая сеть формируется на основе осуществленных, осуществляемых или планируемых транзакций между хозяйствующими субъектами.

Такое различие особенно важно для токенизированных финансовых систем. Блокчейн-сеть может существовать как технологическая инфраструктура, однако наличие распределенного реестра еще не означает формирования самостоятельной экономической сети. Она возникает тогда, когда соответствующая инфраструктура используется множеством экономических агентов для осуществления устойчивых финансовых взаимодействий. Аналогично отдельный токенизированный актив не является сетью, а представляет собой объект отношений внутри нее.

Платформа также не полностью тождественна сети. В экономической теории платформ она зачастую выступает организатором взаимодействия нескольких групп пользователей [13; 14]. Такой подход эффективен для анализа бизнес-модели, однако частично абстрагируется от внутреннего устройства инфраструктуры.

В токенизированных системах внутреннее устройство подобной «платформы» становится еще более заметным. Отдельные функции способны выполнять независимые экономические агенты, взаимодействующие через единые технологические правила. Фактически использование категории сети позволяет применять мезоэкономические подходы, сохраняя макроэкономический взгляд на систему взаимодействия и учитывая внутреннее многообразие выполняющих отдельные функции участников.

Сеть токенизированных финансовых активов (СТФА) – это институционально-технологическая мезосистема взаимодействия гетерогенных экономических агентов, которая за счет технологических и алгоритмических механизмов обеспечивает полный цикл выпуска, обращения, взаимного клиринга и окончательных расчетов в токенизированных финансовых активах. Иными словами, СТФА объединяет различных хозяйствующих субъектов в рамках их взаимодействия в связи с оборотом токенизированных финансовых активов. Это не какой-то отдельно взятый субъект и не глобальная система на уровне государства, а конкретный набор технологических и алгоритмических решений, обеспечивающих их взаимодействие.

В качестве субъектов данной мезосистемы выступает дифференцированная система функциональных групп экономических агентов (регулятор, операторы, финансовые посредники, эмитенты и инвесторы), сгруппированных по их ролям в процессах распределения токенизированной ликвидности. С точки зрения сетевой теории (Network Theory) СТФА представляет со-

бой сетевую структуру разнородных (гетерогенных) узлов, представленных классами участников, которые совершают трансакции и обеспечивают консенсус по единым алгоритмическим правилам. Объектом в СТФА выступают токенизированные финансовые активы (цифровые права, гибридные токены, токенизированные безналичные деньги/депозиты), в отношении которых осуществляются выпуск, обмен и расчеты. Предметом исследования является сама структура связей, алгоритмические и технологические механизмы координации, а также институциональные правила взаимодействия этих агентов по поводу объекта. При этом мезоэкономическая сущность раскрывается в процессах взаимного клиринга, неттинга, трансфера и окончательного урегулирования обязательств внутри самой сети.

С позиции мезоэкономического анализа, СТФА не тождественна изолированной блокчейн-платформе, конкретному программному компоненту или отдельному типу токенизированных активов. Обладая свойствами децентрализованного инфраструктурного контура, СТФА выступает в роли сквозного координационного контура протоколов. Значение имеет не административная или технологическая централизация операций (характерная для классических финансовых платформ или операторов), а кросс-чейн совместимость и институционально-алгоритмическая интероперабельность независимых распределенных реестров. Таким образом, СТФА представляет собой надсистемную экономическую категорию, которая описывает сетевой ландшафт распределения токенизированной ликвидности, связывающий разнородные технологические стадии и автономные блокчейн-сети без необходимости их агрегации в рамках единого юридического или программного центра. Объединяющим признаком СТФА выступает системное сопряжение ее субъектов и объектов, связанных сквозными алгоритмическими правилами.

Различия рассматриваемых в исследовании понятий представлены в таблице.

Предлагаемое разграничение позволяет избежать распространенного смешения экономических и технологических понятий. Например, Ethereum как технологическая сеть не тождественен всей совокупности экономических отношений, возникающих при обращении различных токенизированных активов, приложений и инфраструктурных решений на его основе. Аналогичным образом корпоративная DLT-платформа представляет лишь технологическую основу, если вокруг нее еще не сформировалось устойчивое экономическое взаимодействие участников.

Внутренняя организация СТФА может анализироваться через последовательность функций, необходимых для осуществления финансовой операции. Представляется целесообразным выделить четыре укрупненных функциональных уровня: инициирование и идентификация; авторизация и маршрутизация; исполнение и клиринг; подтверждение и окончательный расчет.

Разграничение категории СТФА и смежных понятий

Категория	Основной объект анализа	Основная функция	Соотношение с СТФА
Токенизированный финансовый актив	Передаваемая ценность рынка денег или капитала, правовой титул на которую зафиксирован в виде токена	Цифровое представление и передача прав	Объект отношений внутри СТФА
Распределенный реестр/блокчейн	Технологическая инфраструктура	Хранение, подтверждение и передача данных	Возможная технологическая основа СТФА
Финансовая платформа	Инфраструктура взаимодействия участников	Организация доступа и операций	Может являться элементом или организационной формой СТФА
Платежная сеть	Плательщики, получатели и инфраструктурные посредники	Передача и обработка платежей	Может входить в функциональную архитектуру СТФА
Расчетная сеть	Финансовые институты и расчетная инфраструктура	Окончательное исполнение обязательств	Может входить в функциональную архитектуру СТФА
Сеть токенизированных финансовых активов	Система экономических агентов и реляций	Выпуск, обращение и расчеты по токенизированным активам	Комплексная экономическая категория

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

Данное деление имеет аналитический характер и не предполагает обязательного существования четырех самостоятельных технологических компонентов в каждой конкретной системе. В отдельных архитектурах несколько функций могут выполняться одним участником или алгоритмом.

На уровне инициирования экономический агент выражает намерение совершить операцию. В традиционной инфраструктуре это может осуществляться через банковское приложение, POS-терминал или иной платежный интерфейс; в токенизированной – через цифровой кошелек или мобильное приложение.

Следующий уровень связан с проверкой возможности операции и определением маршрута ее дальнейшего исполнения. Здесь могут осуществляться проверка полномочий, наличие необходимых активов, выбор маршрута транзакции, применение правил контроля.

На уровне исполнения и клиринга производится изменение соответствующих состояний учета, а при необходимости – определение взаимных обязательств участников.

Наконец, последняя группа функций связана с подтверждением результата и достижением окончательности операции. В традиционных системах функции указанных уровней могут распределяться между большим количеством организаций. В СТФА часть из них может быть технологически интегрирована за счет общей алгоритмической среды.

Основное отличие последней модели заключается не в том, что из нее обязательно исчезают все промежуточные участники. Изменяется способ координации выполняемых ими функций. Условия взаимодействия все в большей степени могут определяться не последовательностью организационных процедур, а изначально заложенными в алгоритмы правилами общей инфраструктуры. Именно в этом состоит одна из ключевых особенностей СТФА.

Развитие блокчейн-инфраструктуры показывает, что различные функции финансовых операций необязательно должны выполняться в рамках одной технологической системы. С увеличением числа пользователей и операций получают развитие решения, в которых обработка транзакций и их окончательное подтверждение распределяются между несколькими технологическими уровнями.

Примером является экосистема Ethereum. В основной сети обработка и окончательное подтверждение транзакций осуществляются в рамках единой инфраструктуры. Однако развитие решений второго уровня позволяет обрабатывать значительную часть пользовательских операций отдельно от основной сети, используя ее для проверки и окончательного подтверждения результатов. Таким образом, складываются два направления развития финансовой инфраструктуры: в традиционных платежных системах происходит сближение платежа и окончательного расчета, тогда как в блокчейн-системах для повышения производительности отдельные функции могут распределяться между разными технологическими уровнями.

В традиционной инфраструктуре объединение функций направлено на сокращение времени, числа процедур и издержек взаимодействия между исторически раздельными системами. В блокчейн-среде модульность возникает прежде всего как способ увеличения масштабируемости уже заложенной в алгоритмах архитектуры. При этом различные технологические компоненты продолжают действовать в рамках общего набора протоколов и правил.

Предлагаемая категория СТФА имеет смысл только в том случае, если позволяет выделить свойства, отличающие соответствующие сети от уже существующих форм финансового взаимодействия.

Первой особенностью является алгоритмизация. Отдельные условия финансовой операции могут фиксироваться и автоматически исполняться технологической инфраструктурой [7]. Это позволяет частично переносить механизм координации с организационных процедур на программный уровень.

Второй особенностью выступает технологическая связь объекта операции и инфраструктуры его обращения. В традиционной системе финансовый актив, правила сделки, система передачи информации и расчетная инфраструктура могут существовать относительно обособленно друг от друга. В токенизированной модели цифровое представление актива непосредственно взаимодействует с программной средой, посредством которой осуществляется операция.

Третьей особенностью является возможность более тесной синхронизации исполнения встречных обязательств. Атомарные механизмы позволяют строить операции по принципу «все или ничего», когда взаимосвязанные действия выполняются совместно либо не выполняются вообще. Это потенциально снижает часть рисков, возникающих из-за временного разрыва между отдельными стадиями сделки [5; 7]. Потенциальные преимущества подобной организации особенно значимы для трансграничных операций, традиционно характеризующихся

большей продолжительностью расчетного цикла и участием нескольких финансовых посредников; в этой связи цифровые активы и цифровые валюты все чаще рассматриваются в качестве одного из направлений развития трансграничных расчетов [19].

Четвертая особенность – изменение роли финансового посредничества. Снижение необходимости в отдельных функциях традиционных посредников не означает исчезновения посреднической деятельности. Она может переходить к операторам платформ, разработчикам протоколов, валидаторам, поставщикам кошельков, секвенсорам, провайдерам идентификации и другим инфраструктурным агентам. Таким образом, токенизация меняет не столько сам факт посредничества, сколько его организационную структуру [1; 17; 18].

Пятой особенностью является возможность взаимодействия СТФА с другими финансовыми сетями (интероперабельность). Экономическая эффективность сети зависит не только от числа ее участников, но и от возможностей проведения операций между различными системами. Исследования показывают, что развитие совместимости платежных систем способствует расширению финансового взаимодействия и возникновению положительных сетевых эффектов [20]. Поэтому СТФА следует рассматривать не только как самостоятельные сети, но и как потенциальные элементы общей финансовой инфраструктуры.

В отличие от платежных сетей, основная функция которых заключается в организации перевода денежных средств, СТФА обеспечивают взаимодействие участников непосредственно при выпуске, передаче и обмене токенизированных финансовых активов. При этом условия проведения операций и исполнения связанных обязательств могут определяться алгоритмами, заложенными в технологическую инфраструктуру.

Одним из примеров использования токенизированных инструментов в расчетах являются стейблкойны, стоимость которых обычно привязана к определенной валюте или другому активу. Надежность таких инструментов во многом зависит от механизмов обеспечения и организации их выпуска [22]. При использовании стейблкойнов в трансграничных переводах важную роль играют также стоимость операций, доступность инфраструктуры и удобство ее использования [23].

Вместе с тем развитие СТФА сопровождается определенными ограничениями и рисками. Токенизация сама по себе не устраняет проблемы обеспечения ликвидности, информационной безопасности и правового регулирования финансовых операций. Дополнительное значение приобретают вопросы надежности технологической инфраструктуры, управления сетью и распределения ответственности между участниками [2; 18; 21].

Кроме того, использование распределенных технологий не всегда означает отсутствие централизованного контроля. Если ключевые функции сети сосредоточены у небольшого числа организаций, ее участники могут сохранять зависимость от этих посредников, несмотря на применение децентрализованных технологических решений.

Таким образом, развитие СТФА не предполагает обязательной замены традиционной финансовой инфраструктуры. Более вероятно постепенное формирование смешанной модели, в которой банки, действующие платежные и расчетные системы, а также новые токенизированные сети будут взаимодействовать и конкурировать между собой.

Заключение

Традиционная финансовая инфраструктура развивалась на основе разделения функций между различными участниками и системами, обеспечивающими проведение платежей, обработку информации, клиринг и окончательные расчеты. Развитие систем расчетов в реальном времени и быстрых платежей способствовало более тесной связи этих процессов. Тем самым объединение платежных и расчетных функций началось еще до широкого распространения блокчейн-технологий.

Особенность токенизации состоит в возможности автоматизировать не только передачу финансовых активов, но и выполнение условий связанных с ними операций. Это позволяет организовать взаимодействие участников на основе общих алгоритмов, сокращая необходимость в отдельных промежуточных процедурах.

Для описания такой формы взаимодействия предложена категория «сети токенизированных финансовых активов» (СТФА). В отличие от отдельных токенизированных активов, блокчейн-сетей и цифровых платформ, СТФА рассматриваются прежде всего как экономические сети, объединяющие участников, связанных операциями с токенизированными финансовыми активами. Технологическая инфраструктура обеспечивает проведение этих операций, но сама по себе не определяет содержание экономических отношений между участниками.

При этом отдельные функции СТФА могут выполняться как в рамках единой технологической системы, так и посредством нескольких взаимосвязанных решений. Ос-

новное значение имеет возможность согласованного проведения операций на основе установленных алгоритмов и правил.

Дальнейшее исследование СТФА предполагает изучение состава их участников, механизмов взаимодействия и управления, а также возможностей интеграции таких сетей в национальную и международную финансовую инфраструктуру.

Список литературы

1. Абрамова М. А., Криворучко С. В., Луняков О. В., Фиапшев А. Б. Развитие децентрализованных финансов в сопоставимых показателях финансового сектора экономики // Финансы: теория и практика. 2025. Т. 29. № 2. С. 20–35. URL: https://financetp.fa.ru/jour/article/view/3594 (дата обращения: 11.09.2026). DOI: 10.26794/2587-5671-2025-29-2-20-35.

2. Андрюшин С. А. Токенизация реальных активов: классификация, платформы, приложения, возможности и проблемы развития // Russian Journal of Economics and Law. 2024. Т. 18. № 1. С. 88–104. URL: https://www.rusjel.ru/jour/article/view/2515 (дата обращения: 12.09.2026). DOI: 10.21202/2782-2923.2024.1.88-104.

3. Варнавский А. В., Александров И. О. Новые экономические сети в инфраструктуре финансового рынка // Экономика. Налоги. Право. 2024. Т. 17. № 6. С. 78–88. DOI: 10.26794/1999-849X-2024-17-6-78-88.

4. Agur I., Villegas-Bauer G., Mancini-Griffoli T., Martinez Peria M. S., Tan B. Tokenization and Financial Market Inefficiencies // IMF Fintech Notes. 2025. № 2025/001. 33 p. DOI: 10.5089/9798400298905.063.

5. Priem R. Distributed ledger technology for securities clearing and settlement: benefits, risks, and regulatory implications // Financial Innovation. 2020. Vol. 6. URL: https://link.springer.com/article/10.1186/s40854-019-0169-6 (дата обращения: 19.09.2026). DOI: 10.1186/s40854-019-0169-6.

6. Wu H., Yao Q., Liu Z., Huang B., Zhuang Y., Tang H., Liu E. Blockchain for finance: A survey // IET Blockchain. 2024. Vol. 4. P. 101–123. URL: https://digital-library.theiet.org/content/journals/10.1049/blc2.12067 (дата обращения: 18.09.2026). DOI: 10.1049/blc2.12067.

7. Lavayssière X., Zhang N. Programmability in Payment and Settlement // IMF Working Papers. 2024. URL: https://www.elibrary.imf.org/view/journals/001/2024/177/article-A001-en.xml (дата обращения: 15.09.2026). DOI: 10.5089/9798400286452.001.

8. Варнавский А. В. Токен или криптовалюта: технологическое содержание и экономическая сущность // Финансы: теория и практика. 2018. Т. 22. № 5. С. 122–140. URL: https://financetp.fa.ru/jour/article/view/756 (дата обращения: 12.09.2026). DOI: 10.26794/2587-5671-2018-22-5-122-140.

9. Li Q., Vukovic D. B., Maiti M., Zhang X. A study on the knowledge networks in digital finance through bibliometric alchemy // Journal of Digital Economy. 2025. Vol. 4. P. 199–225. URL: https://wiredspace.wits.ac.za/items/838f2460-e5be-43f4-8d08-c76cddf6fad9 (дата обращения: 17.09.2026). DOI: 10.1016/j.jdec.2025.08.001.

10. Мурадян С. В. Цифровые активы: правовое регулирование и оценка рисков // Journal of Digital Technologies and Law. 2023. Т. 1. № 1. С. 123–151. URL: https://www.lawjournal.digital/jour/article/view/149 (дата обращения: 12.09.2026). DOI: 10.21202/jdtl.2023.5.

11. Cong L. W., Mayer S. Strategic Digitization in Currency and Payment Competition // NBER Working Paper. 2025. № 33593. URL: https://www.nber.org/papers/w33593 (дата обращения: 15.09.2026). DOI: 10.3386/w33593.

12. Committee on Payment and Settlement Systems, Technical Committee of the International Organization of Securities Commissions. Principles for Financial Market Infrastructures. Basel: Bank for International Settlements, 2012. [Электронный ресурс]. URL: https://www.bis.org/cpmi/publ/d101a.pdf (дата обращения: 21.09.2026).

13. Rochet J.-C., Tirole J. Platform Competition in Two-Sided Markets // Journal of the European Economic Association. 2003. Vol. 1. Is. 4. P. 990–1029. DOI: 10.1162/154247603322493212.

14. Armstrong M. Competition in Two-Sided Markets // RAND Journal of Economics. 2006. Vol. 37. Is. 3. P. 668–691. DOI: 10.1111/j.1756-2171.2006.tb00037.x.

15. Cipriani M., Goldberg L. S., La Spada G. Financial Sanctions, SWIFT, and the Architecture of the International Payment System // Journal of Economic Perspectives. 2023. Vol. 37. Is. 1. P. 31–52. URL: https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/jep.37.1.31 (дата обращения: 19.09.2026). DOI: 10.1257/jep.37.1.31.

16. Brandl B., Dieterich L. The exclusive nature of global payments infrastructures: the significance of major banks and the role of tech-driven companies // Review of International Political Economy. 2023. Vol. 30. Is. 2. P. 535–557. URL: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09692290.2021.2016470 (дата обращения: 21.09.2026). DOI: 10.1080/09692290.2021.2016470.

17. Белова М. Т., Ризванова И. А. Влияние децентрализованных финансов на деятельность традиционных финансовых посредников // Финансы: теория и практика. 2024. Т. 28. № 6. С. 143–153. URL: https://financetp.fa.ru/jour/article/view/3317 (дата обращения: 12.09.2026). DOI: 10.26794/2587-5671-2024-28-6-143-153.

18. Proskurovska A., Birch K. Tokenization of Everything? Exploring the Limits of Blockchain Technologies in the Governance of Financial Markets and Assets // Finance and Society. 2026. Vol. 12. Is. 2. P. 220–240. DOI: 10.1017/fas.2025.10026.

19. Печалова М. Ю. Развитие трансграничных платежей с помощью цифровых активов и цифровых валют для достижения целей экономического развития // Экономика. Налоги. Право. 2024. Т. 17. № 3. С. 69–80. URL: https://etl.fa.ru/jour/article/view/164 (дата обращения: 21.09.2026). DOI: 10.26794/1999-849X-2024-17-3-69-80.

20. Copestake A., Kirti D., Peria M., Zeng Y. Integrating Fragmented Networks: The Value of Interoperability in Money and Payments // IMF Working Papers. 2025. [Электронный ресурс]. URL: https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2025/06/27/Integrating-Fragmented-Networks-The-Value-of-Interoperability-in-Money-and-Payments-568008 (дата обращения: 21.09.2026). DOI: 10.5089/9798229013857.001.

21. Tanveer U., Ishaq S., Hoang T. G. Tokenized assets in a decentralized economy: Balancing efficiency, value, and risks // International Journal of Production Economics. 2025. Vol. 282. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527325000398 (дата обращения: 19.09.2026). DOI: 10.1016/j.ijpe.2025.109554.

22. Ikeno Y., Angel J., Panigrahi S. Soundness of Stablecoins // Financial Cryptography and Data Security: FC 2022 International Workshops. 2023. Vol. 13412. P. 66–73. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-32415-4_5 (дата обращения: 15.09.2026). DOI: 10.1007/978-3-031-32415-4_5.

23. Ante L. From adoption to continuance: Stablecoins in cross-border remittances and the role of digital and financial literacy // Telematics and Informatics. 2025. Vol. 97. Art. 102230. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0736585324001345 (дата обращения: 23.09.2026). DOI: 10.1016/j.tele.2024.102230.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Финансирование: Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования.

Financing: The research was performed without external funding.