

ИННОВАЦИИ И ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА

УДК 336.67
JEL G 140+O 016

Управление в сфере децентрализованных финансов на основе технологии блокчейн

И. В. Манахова^{1,2}, К. А. Колмыков¹

¹ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
Российская Федерация, 119991, Москва, Ленинские горы, 1

² Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы,
Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

Для цитирования: Манахова, И. В. и Колмыков, К. А. (2024) 'Управление в сфере децентрализованных финансов на основе технологии блокчейн', *Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика*, 40 (3), с. 416–432. <https://doi.org/10.21638/spbu05.2024.304>

В настоящее время преимущества децентрализации посредством блокчейн-технологии в финансовой сфере активно обсуждаются, но редко подвергаются количественному анализу. В статье предпринята попытка рассмотреть потенциальные преимущества и ограничения блокчейн-технологии при совершенствовании механизмов управления и улучшении результатов деятельности цифровых финансовых экосистем. Показаны возможности применения данной технологии блокчейн в традиционных финансовых структурах и в новых бизнес-моделях, работающих на блокчейн-сетях и использующих смарт-контракты. Исследуется процедура управления децентрализованными автономными организациями (DAO), изучается влияние децентрализации на финансовую эффективность компаний в данной отрасли. В процессе исследования используется коэффициент Джини в качестве показателя неравенства среди держателей токенов. Эта метрика анализируется в контексте рентабельности инвестиций (ROI) для сферы DeFi компаний. Для расчетов применены метод линейного регрессионного анализа и правило интерпретации натуральных логарифмов в регрессии. Данный анализ позволил выявить существенную взаимосвязь децентрализации с функционированием и прибыльностью организаций в сфере DeFi и положительное ее влияние при этом. Полученная взаимосвязь указывает на то, что при усилении децентрализации в управлении доходность инвестированного капитала увеличивается. Для улучшения инвестиционной привлекательности и долгосрочной стабильности компаниям в сфере DeFi стоит рассмотреть более справедливые способы аллокации токенов, чтобы децентрализованные модели управления на основе блокчейна и DAO стали более прибыль-

© Санкт-Петербургский государственный университет, 2024

ными. Полученные в ходе исследования результаты и сделанные выводы основаны на материале академических научных статей, открытых данных, отраслевых отчетах и отчетах компаний в сфере DeFi.

Ключевые слова: блокчейн, управление, децентрализованные финансы, децентрализованные автономные организации.

Введение

Современный мир наблюдает стремительное развитие и активное внедрение цифровых технологий. В последние годы особый интерес представляет технология блокчейн, которая находит все большее применение в различных отраслях экономики. В центре внимания авторов настоящей статьи — блокчейн в сфере финансов, в частности децентрализованных финансов (DeFi). Сфера DeFi становится все более популярной и предлагает новые возможности для создания финансовых продуктов и услуг. В свою очередь, данный сектор породил децентрализованные автономные организации (DAO).

Особенность DAO заключается в использовании технологии блокчейн для создания организационной структуры, которая не требует централизованного управления. Это позволяет построить совершенно новые модели управления и способы взаимодействия между стейкхолдерами. Однако насколько эффективны эти модели? Влияет ли реальная децентрализация на финансовую эффективность компаний в сфере DeFi?

В статье представлено исследование, направленное на понимание взаимосвязи децентрализации в управлении DAO и финансовой эффективности DeFi-компаний. В основу анализа положены данные 32 компаний, функционирующих в сфере DeFi. Ключевыми использованными метриками стали коэффициент Джини (мера неравенства распределения токенов) и рентабельность инвестиций (ROI).

Цель работы — изучить влияние децентрализации на финансовую эффективность, а также понять, может ли она стать фактором улучшения инвестиционной привлекательности и обеспечения устойчивого роста компаний в сфере DeFi. Для достижения цели применены методы регрессионного анализа для измерения взаимосвязей децентрализации в управлении и эффективности существующих децентрализованных организаций.

В первом разделе статьи раскрываются теоретические основы управления цифровыми экосистемами на основе блокчейна, дано краткое содержание и описана эволюция децентрализованных финансов (DeFi) и децентрализованных автономных организаций (DAO). Второй раздел касается методологии исследования взаимосвязи между децентрализацией в управлении DAO и финансовой эффективностью этих организаций в сфере децентрализованных финансов; выбора метрик и инструментов для анализа. В третьем разделе представлена эмпирическая оценка влияния децентрализации в управлении на финансовую эффективность DeFi-компаний, интерпретируются полученные результаты и обосновываются предварительные выводы.

Таким образом, данное исследование проложит путь для дальнейших научных работ и стимулирует сообщества исследователей и практиков продолжить изучение представленной перспективной области.

1. Теоретические основы и обзор литературы

1.1. Технология блокчейн и ее применение в финансах: от классического финансового сектора до DeFi

В современной глобальной экономике, основанной на информации, знаниях и инновациях, цифровые экосистемы играют ключевую роль. Это взаимосвязанные сети предприятий, отдельных лиц и организаций, где сотрудничают и обмениваются ценностью с помощью цифровых технологий. В отчете «Обзор технологии блокчейн» Национального института стандартов и технологий содержится подробное объяснение термина «блокчейн», который определяют как технологию распределенного реестра, обеспечивающую защищенное от несанкционированного доступа ведение записей без необходимости централизованного управления (Yaga et al., 2018). Технология блокчейн стала основой для создания децентрализованных цифровых экосистем, поддерживающих безопасный, прозрачный и эффективный обмен ценностями без привычных для финансового сектора посредников.

Особый интерес блокчейн вызвал в финансовом секторе, представляющем все корпорации и квазикорпорации, занимающиеся финансовыми услугами. В этом секторе все больше внимания уделяется финансовым технологиям (финтех). Финтех включает в себя использование инновационных технологий для расширения и оптимизации традиционных финансовых услуг.

В публикации «Финансовые технологии в банковской отрасли: вызовы и возможности» дана карта финтех-индустрии с выделением восьми обширных категорий, таких как payments, insurance, planning, lending/crowdfunding, blockchain, trading & investment, data & analytics, security (Al-Ajlouni and Al-Hakim, 2018). Блокчейн становится значимой инновацией благодаря истории своего возникновения и основным принципам работы.

Несмотря на то что блокчейн был изначально разработан для поддержки финансовых транзакций, его применение сегодня выходит далеко за рамки финансового сектора. Разработка новых блокчейн-платформ и протоколов предназначается для создания прототипов продуктов, управления цепочками поставок, заключения сделок, организации системы голосования и отслеживания активов. Теперь крупные компании, например IBM и Сбер, занимаются разработкой частных блокчейн-сетей для предприятий. Таким образом, все больше компаний из различных отраслей активно внедряют данную технологию для повышения эффективности, подотчетности и безопасности своих бизнес-процессов (Putilov, Manakhova and Khurina, 2022).

Согласно работе «Блокчейны и экономические институты капитализма», блокчейн обладает большим потенциалом для применения в институциональной экономике, предлагая новый способ координации экономической деятельности. Действительно, блокчейн включает в себя многие ключевые институциональные аспекты рыночного капитализма: права собственности (запись в бухгалтерской книге и закрытые ключи), механизмы обмена (открытые ключи и одноранговые сети), деньги (криптокотены), право (код) и финансы (первоначальные предложения монет) (Davidson, De Filippi and Potts, 2017).

Одним из самых популярных применений технологии блокчейн в финансовом секторе является цифровая валюта, известная как криптовалюта. Биткоин, первая

и самая популярная криптовалюта, использует технологию блокчейн для записи транзакций и обеспечения безопасности сети (Nakamoto, 2008).

Традиционные финансовые учреждения, такие как банки, внедрили блокчейн для создания цифровых валют, обработки платежей и финансирования торговли. Например, JPMorgan Chase создал JPM Coin, цифровую валюту, используемую для облегчения мгновенных платежей между институциональными счетами. Сбер также имеет блокчейн-лабораторию для исследования потенциала технологии, к числу пилотных проектов можно отнести автоматизированное заключение сделок РЕПО с помощью смарт-контрактов, учет электронных ипотечных закладных в децентрализованной депозитарной сети, контроль факторинговых торговых сделок, создание распределенного реестра цифровых банковских гарантий, заключение аккредитивных сделок с покрытием на базе блокчейна. Многие криптовалюты используют блокчейн для обеспечения безопасных и децентрализованных цифровых валют.

В дополнение к цифровой валюте технология блокчейн может быть использована для обработки платежей. Ripple, платежная система, основанная на блокчейне, позволяет осуществлять трансграничные платежи в режиме реального времени. Используется собственная цифровая валюта XRP в качестве промежуточной для облегчения транзакций между различными валютами.

Торговое финансирование — это еще одна область, где может быть применена технология блокчейн. Например, Marco Polo Network, платформа, основанная на блокчейне, соединяет покупателей, продавцов и финансовые учреждения для облегчения финансирования торговли. Платформа использует смарт-контракты для автоматизации обработки транзакций торгового финансирования, уменьшая потребность в посредниках и повышая эффективность.

Рынок криптовалют, который был инициирован блокчейном, быстро набирал популярность в течение последних лет. Изначально торговля криптовалютами проходила через централизованные биржи, такие как Binance (классифицируется как CeFi). Однако с развитием блокчейн-технологии и смарт-контрактов возникла потребность в более сложных финансовых приложениях, которые могли бы предоставлять больше гибкости. Это привело к появлению децентрализованных финансов (DeFi) — экосистемы финансовых приложений, работающих на блокчейн-сетях и использующих смарт-контракты. DeFi продолжает расширять границы финансовых услуг, предлагая новые и инновационные решения для потребителей и организаций.

1.2. Децентрализованные финансы (DeFi)

Ежегодный отчет 2022 г. аналитического агентства CoinGecko разделяет DeFi на следующие сектора: «DEXs (децентрализованные биржи), Oracles (информационные проводники), Lending (кредитование), Derivatives (деривативы), Liquid Staking (ликвидный стейкинг), Yield Aggregators (агрегаторы доходности), Insurance (страхование), Asset Management (управление активами) и Fixed Interest (фиксированная ставка)» (CoinGecko, 2022).

Эти сектора можно разделить на две основные группы в зависимости от их бизнес-моделей:

1) новые для финансового сектора, которые были созданы полностью благодаря возможностям блокчейна и смарт-контрактов;

2) зависящие от традиционных финансов или имеющие корни в них, которые были адаптированы для включения в DeFi.

Блокчейны с поддержкой смарт-контрактов и платформы смарт-контрактов обеспечивают основу, на которой строятся приложения, но они не являются отдельными секторами в рамках DeFi. В свою очередь, список секторов DeFi представляет конкретные группы приложений или услуг, которые существуют и функционируют благодаря данной инфраструктуре. Таким образом, в рамках представленного анализа секторов DeFi в соответствии с CoinGecko блокчейны и платформы смарт-контрактов рассматриваются как базовая технологическая поддержка, а не как отдельные сектора.

В настоящем разделе проведен всесторонний анализ каждого из этих секторов с опорой на данные существующих организаций DeFi и предложены таблицы (табл. 1 и 2), демонстрирующие их характеристики.

В табл. 1 представлены бизнес-модели DeFi организаций, классифицированные как не имеющие прежних аналогов в финансовом секторе. В табл. 2 — бизнес-модели, основанные на традиционных финансах, и соответствующие им финансовые сектора с опорой на категории финансовых корпораций (FCs), упомянутых в «Руководстве по денежно-кредитной и финансовой статистике и ее компиляции» МВФ.

Таблица 1. Группа 1: Бизнес-модели, новые для финансового сектора

Сектор	Описание	Примеры организаций
Децентрализованные биржи (DEXs)	Децентрализованные биржи обеспечивают P2P торговлю, реализуя одну из основных возможностей криптовалюты: стимулирование финансовых операций, которые не урегулированы посредниками	Uniswap, SushiSwap, Tinyman
Агрегаторы доходности	Платформы, автоматизирующие процесс поиска стратегий и непосредственного инвестирования в наиболее эффективные DeFi-протоколы для максимизации доходности	Yearn.Finance, DeFi Yield
Ликвидный стейкинг	Решения, позволяющие пользователям предоставить ликвидность и получать дополнительный доход на активы	Lido, Rocket Pool

Составлено по: CoinGecko. (2022) *Annual Crypto Industry Report*. URL: <https://assets.coingecko.com/reports/2022/CoinGecko-2022-Annual-Crypto-Industry-Report.pdf> (дата обращения: 27.08.2024).

Таблица 2. Группа 2: Бизнес-модели, основанные на традиционных финансах

Сектор	Связанные финансовые корпорации (FCs)	Объяснение	Примеры организаций
Ораклы	Вспомогательные финансовые корпорации (3.166)	Ораклы предоставляют данные для смарт-контрактов, выступая в качестве финансовых вспомогательных корпораций, облегчающих обмен информацией и услугами в традиционных финансах	Chainlink, Band Protocol
Кредитование	Другие депозитные корпорации (ODCs) (3.123), корпорации, принимающие депозиты, исключая центральный банк (3.124)	Платформы для кредитования предоставляют услуги по кредитованию и заему, аналогичные традиционным учреждениям, принимающим депозиты, таким как банки	Aave, Compound, MakerDAO
Деривативы	Инвестиционные фонды, не связанные с ММФ (3.149), вспомогательные финансовые корпорации (3.166)	Платформы для деривативов позволяют торговать финансовыми инструментами, напоминая инвестиционные фонды, не связанные с ММФ, и вспомогательные финансовые корпорации, облегчающие торговлю производными финансовыми инструментами	dYdX, Synthetix, GMX
Страхование	Страховые корпорации (3.190)	Платформы для страхования предлагают покрытие рисков, напоминая традиционные страховые корпорации	Nexus Mutual, Cover Protocol
Управление активами	Инвестиционные фонды, не связанные с ММФ (3.149), вспомогательные финансовые корпорации (3.166)	Платформы для управления активами упрощают управление криптопортфелем, подобно традиционным инвестиционным фондам, не связанным с ММФ, и вспомогательным корпорациям	SwissBorg, Enzyme
Фиксированная ставка	Другие депозитные корпорации (ODCs) (3.123), корпорации, принимающие депозиты, исключая центральный банк (3.124), вспомогательные финансовые корпорации (3.166)	Платформы с фиксированной доходностью предлагают фиксированные процентные ставки по депозитам, напоминая традиционные учреждения, принимающие депозиты, и финансовые вспомогательные компании, предоставляющие долговые финансовые инструменты	BondAppetit, Anchor

Составлено по: IMF. (2016) *Monetary and financial statistics manual and compilation guide*, pp. 32–33. URL: <https://www.imf.org> › mfsmcg_merged-web-pdf (дата обращения: 27.08.2024).

Развитие DeFi также привело к созданию новых цифровых активов, которые разрабатываются для использования в децентрализованных приложениях. Эти активы, известные как токены DeFi, становятся все более популярными среди инвесторов и трейдеров, и они помогли стимулировать рост рынка DeFi и рынка криптовалют.

Такие виды деятельности, как маркет-мейкинг, страхование и создание структурированных продуктов, ранее были доступны только учреждениям с большим капиталом и специализированными знаниями. DeFi значительно сократила эти барьеры и распространила деятельность на широкие массы (Fang et al., 2021). DeFi является глобальной экосистемой финансовых приложений, которые работают на децентрализованной инфраструктуре, основанной на блокчейне.

Финансовые услуги — это капиталоемкая отрасль, и обычно она выигрывает от эффекта масштаба. Это означает, что чем больше капитала у фирм, тем лучше. Протоколы DeFi не являются исключением — получение значительного капитала станет существенным конкурентным преимуществом. Большинство протоколов DeFi представляют собой одноранговые финансовые приложения, в которых выделенный капитал используется для предоставления услуг конечным пользователям. Сборы, взимаемые с пользователей, затем распределяются между предоставляющими капитал и протоколом (Fang et al., 2021).

Далее приведены некоторые примеры с предоставлением капитала для различных целей:

- биржи — предоставляя капитал/ликвидность для маркет-мейкинга на децентрализованных платформах, получают взамен комиссию с транзакций;
- кредитование — предоставляя займы, получают проценты;
- страхование — оформляя страховку, получают премии и принимают на себя риск выплаты претензий во время бедствий;
- опционы — торгуя правом на продажу и покупку цифровых активов, используют опционы «колл» и «пут»;
- синтетические активы — торгуя стейблкоинами или другими синтетическими активами, поддерживают цену 1:1 от базового актива.

В целом появление DeFi представляет собой важную эволюцию рынка криптовалют, технологии блокчейн, финтех и финансового сектора, расширяет потенциальные возможности использования блокчейна не только для перевода валюты, но и для широкого спектра финансовых услуг. В связи с этим традиционные финансовые институты вынуждены становиться более технологичными, чтобы сохранить свою конкурентоспособность относительно не только других финансовых институтов, но и новых видов финтех-компаний (Aleshina, 2022). В совокупности данные факторы потенциально могут демократизировать доступ к финансовым услугам и предоставить большую финансовую свободу агентам, которые в этом нуждаются.

1.3. Децентрализованные автономные организации (DAO)

Концепция децентрализованной автономной организации представляет собой расширение горизонтов использования технологии блокчейн, которая приобрела популярность с развитием рынка криптовалют, а именно внедрение смарт-

контрактов Ethereum создало возможность для ее разработки и популяризации. Гибкость и программируемость экосистемы, удобной для интеграции, сделали Ethereum популярной платформой для создания DAO. Технология, лежащая в основе DAO, заключается в использовании смарт-контрактов, которые представляют собой самовыполняющиеся контракты с условиями соглашения, непосредственно записанными в строках кода. Таким образом, код и соглашения существуют в децентрализованной сети блокчейн.

В сфере финансов появление DAO породило новую главу эволюции структур управления цифровыми блокчейн-экосистемами. В исследовании «Влияние технологии блокчейн на бизнес-модели — таксономия и архетипические паттерны» обосновываются технологические преимущества и возможные области применения технологии блокчейн (Weking et al., 2019). Авторы анализируют десятки блокчейн-проектов, извлеченных из базы данных Crunchbase, и выделяют пять архетипов появляющихся стартапов и инициатив (табл. 3). Исследователи подчеркивают способность блокчейн-решений изменять существующие бизнес-модели и создавать совершенно новые.

Отмечается, что бизнес-модель может повысить свою ценность, вознаграждая заинтересованные стороны токенами или принимая токены третьих сторон. Токены в блокчейн-реестре также могут использоваться в качестве сертификатов для подтверждения права собственности на активы для фирмы и заинтересованных сторон (Weking et al., 2019). Таким образом, упомянутая инициатива блокчейн-компаний по выпуску и публичному предложению собственных токенов на основе собственного или стороннего блокчейна (например, Ethereum) формирует рынок DeFi, который является самой масштабной децентрализованной финансовой экосистемой, не полагается на традиционные финансовые институты, однако его принято считать частью финансового сектора.

Таблица 3. Паттерны блокчейн бизнес-моделей

Паттерн	Определение	Количество фирм
P1: Блокчейн для бизнес интеграции	Предоставление стандартизированной общей базы данных для улучшения взаимодействия между пользователями	14
P2: Блокчейн как многосторонняя платформа	Обеспечение рынка без регулирующих посредников	44
P3: Блокчейн для обеспечения безопасности	Усиление безопасности за счет использования нескольких аспектов технологии блокчейн	7
P4: Технология блокчейн как предложение	Предоставление блокчейн-API	21
P5: Блокчейн для передачи денежной ценности	Обеспечение прямой передачи ценности между участниками сети	13

Составлено по: Weking, J., Mandalenakis, M., Hein, A., Hermes, S., Böhm, M. and Krcmar, H. (2019). *The impact of blockchain technology on business models — a taxonomy and archetypal patterns*. URL: https://www.researchgate.net/publication/338118210_The_impact_of_blockchain_technology_on_business_models_-_a_taxonomy_and_archetypal_patterns (дата обращения: 27.08.2024).

В финансовом секторе цифровые экосистемы, основанные на блокчейне, преимущественно используют бизнес-модели, такие как P2, P5, реже P4, т. к. количество блокчейнов объективно меньше количества построенных на них децентрализованных приложений. Однако бизнес-модели могут легко выходить за рамки этих трех паттернов. Они могут быть использованы для создания децентрализованных приложений, которые обеспечивают безопасный и эффективный обмен ценностью, предлагая обширный спектр продуктов и услуг.

В недавней публикации «Экономика децентрализованной платформы: новые бизнес-модели децентрализованных платформ на основе блокчейна» авторы анализируют три появляющиеся новые модели децентрализованных бизнес-платформ: размещенную (hosted), федеративную (federated) и общую (shared) (Lage, Saiz-Santos and Zarzuelo, 2022). Размещенные платформы имеют высокий процент курируемых участников и являются проприетарными или лицензионными моделями. Федеративные (объединенные) платформы следуют модели совместного предприятия с совместным управлением, привлечением разработчиков и пользователей. Общие платформы — это бесплатные экосистемы с общим управлением, часто без экономических стимулов, созданные сообществом для свободного использования всеми.

DAO в большинстве своем относятся к таким новым децентрализованным структурным моделям, как федеративная и общая, и их бизнес-модели часто представляют из себя децентрализованные приложения (P2) и блокчейн-экосистемы (P4) в соответствии с упомянутой ранее методологией (Weking et al., 2019).

DAO были впервые концептуализированы примерно в 2016 г., а наиболее заметным ранним примером стал проект The DAO. Это был децентрализованный венчурный фонд, управляемый сообществом исключительно через код смарт-контрактов Ethereum. Решения об инвестициях принимались на основе голосования владельцев токенов компании. Несмотря на то что проект The DAO закончился крахом из-за уязвимости в системе безопасности, он привлек внимание к потенциалу децентрализованных решений и управления, основанных на прозрачности и демократичности блокчейн-технологии.

С тех пор интерес к DAO и их потенциальным приложениям только увеличивается. DAO по своей сути — организации, управляемые непосредственно участниками сети, где принятие решений основано на принципах коллективного голосования. Они предлагают новый способ организации управления, который может стать альтернативой традиционным иерархическим структурам, заменяя привычное контрактное и реляционное управление блокчейн-управлением (Lumineau, Wang and Schilke, 2021).

Активное распространение блокчейн-технологий в децентрализованных автоматизированных организациях способствует созданию инновационных структур, где полный цикл управления — от принятия до реализации решений — укладывается в сеть смарт-контрактов. Члены DAO взаимодействуют с этими контрактами, создают предложения и голосуют за них. Вес голоса члена, как правило, зависит от количества токенов, которыми он владеет, обеспечивая таким образом прозрачность и демократизацию процесса управления. В этом случае размывается различие между стейкхолдерами (акционерами, менеджерами и другими участниками финансового сектора), что порождает как множественные преимущества, так и проблемы (Bellavitis, Fisch and Momtaz, 2022).

Такая структура организации может быть применена не только в секторе децентрализованных финансов, но и в широком спектре других отраслей. В соответствии с данными веб-ресурса DeerDAO, выделяются DAO, работающие в сферах искусства, культуры, гейминга, инфраструктуры, инвестиций, медиакоммуникаций, NFT, управления физическими активами, исследований и данных, а также работы и финансирования.

Однако стоит отметить, что не все DAO используют токены для управления их структурой и не все DAO имеют экосистемные бизнес-модели. В некоторых случаях DAO представляют собой организационную форму, часто используемую в децентрализованных финансах.

По мере развития и роста популярности DAO некоторые страны начали приспособливаться к этой новой организационной форме, предлагая юридические рамки для их регистрации. На момент написания статьи наиболее предпочтительные юрисдикции для регистрации DAO включают Маршалловы Острова, США (Вайоминг), Швейцарию, Каймановы острова, Лихтенштейн, Сингапур, Панаму, Британские Виргинские острова, Гибралтар и Багамские Острова.

Управление, основанное на смарт-контрактах, является особенностью DAO, однако эта форма управления может привести к неэффективности, связанной с координацией. Например, за каждое решение члены DAO должны проголосовать, это может занять больше времени, чем при традиционном принятии решений руководителями «сверху вниз». Следовательно, структура управления, основанная на голосовании, имеет ограничения, когда дело доходит до принятия важных по времени решений (Bellavitis, Fisch and Momtaz, 2022). Исследователями отмечалось, что природа голосований в DAO такова, что из всех предложений, вынесенных на голосование, 44, 22 и 6 % соответственно были связаны с грантами, новыми членами и пожертвованиями, а оставшаяся часть касалась других вопросов (Bellavitis, Fisch and Momtaz, 2022). Таким образом, на сегодняшний день большинство вопросов, по которым голосуют члены DAO, не представляет стратегически важных проблем управления организаций.

Тем не менее преимущества, которые предоставляет децентрализация и демократизация процессов управления в DAO, сделали их привлекательными для многих отраслей. Мы можем ожидать, что развитие DAO в качестве все более полноценных структур управления будет продолжаться в различных секторах, включая финансовый.

2. Методология исследования

2.1. Используемые метрики и инструменты анализа

Цель представленного исследования — выявить, влияет ли уровень реальной децентрализации в управлении DAO, основанном на блокчейне, на финансовую эффективность DeFi-компаний, а также исследовать преимущества и возможные ограничения такого подхода. Для этого используются инструменты и метрики, применяемые в предшествующих исследованиях по определению уровня децентрализации и централизации блокчейн-инфраструктуры (Kusmierz and Overko, 2022), а именно коэффициент Джини. Данный коэффициент отражает степень

неравенства распределения токенов среди держателей, где значение, стремящееся к единице, указывает на высокую степень централизации, а значение, стремящееся к нулю, отражает децентрализацию. Этот широко известный экономистам коэффициент выбран как наиболее точный предиктор децентрализации и демократичности в случае токенизированного управления DAO.

Выбор показателя рентабельности инвестиций (ROI) обусловлен его значимостью для DeFi. Так, венчурные фонды (VC), являющиеся драйвером инновационных индустрий, на рынке криптовалют используют необычный подход: в то время как традиционные VC обычно приобретают долю в стартапе и ждут его долгосрочного роста, заранее предполагая стратегию выхода, многие VC на рынке криптовалют не приобретают прямое владение в стартапе, а ищут возврат инвестиций (ROI) через увеличение стоимости токена, когда стартап демонстрирует рост и успех (Andreas and Espen, 2023). Такой подход дает инвесторам в токены гибкость при обмене своих инвестиций на фиатные деньги или другие криптовалюты на биржах (при сравнении с длительными и нередко затруднительными стратегиям выхода традиционных фондов венчурного капитала).

Коэффициент Джини рассчитан для 32 компаний в девяти подсекторах DeFi при помощи Python-скрипта, с использованием предложенной формулы Ellipsis (Gini Coefficient formula, 2012). Важно отметить, что скрипт заранее удаляет смарт-контракты (пулы денег, которые не принадлежат кому-либо одному) из данных о кошельках владельцев каждого анализируемого токена. Для более точного анализа, пользуясь Python, авторы исследования разделили (отсортированные от крупнейшего держателя к меньшему) кошельки владельцев токенов на две группы, равные по количеству адресов кошельков, и рассчитали коэффициенты Джини для каждой группы (LnGC и LnGD). Для детального анализа распределения среди крупнейших держателей группа (LnGC) дополнительно разбита на две подгруппы (LnGE и LnGF) с обеспечением равенства суммарного количества токенов в каждой из них. Для каждой подгруппы также рассчитывается коэффициент Джини.

Далее используется метод линейного регрессионного анализа (robust), чтобы определить взаимосвязь между коэффициентом Джини (G) и рентабельностью инвестиций за год (ROI vs DeFi 1Y) в компаниях DeFi. Применено правило интерпретации натуральных логарифмов в регрессии (Statista, 2023), чтобы понять, как изменение в децентрализации в управлении на 1 % связано с изменением ROI. Полученные результаты представлены в качестве рекомендации для научного сообщества и практиков в области управления организациями, использующими блокчейн и децентрализованные механизмы принятия решений.

2.2. Исследуемая выборка

Исследовательская выборка включает в себя 32 репрезентативные компании из девяти секторов DeFi, которые были рассмотрены ранее согласно классификации ресурса Coingecko. Отбор компаний основан на случайности и представительности каждого из секторов DeFi.

Важным критерием для включения компаний в выборку является их статус DAO, то есть наличие токена на блокчейне, используемого для голосования и при-

нения решений. Информация о статусе DAO подтверждена с использованием ресурсов Snapshot, Deepdao и Messari.

В ходе анализа были собраны и использованы данные о кошельках владельцев токенов. Эти данные были получены с помощью аналитических ресурсов блокчейна, таких как Etherscan, Arbiscan и BscScan. Собранные данные включают информацию о числе владельцев токенов, количестве активов, принадлежащих каждому пользователю, и количестве токенов в обращении. Данные позволяют провести анализ степени децентрализации во владении токенами для выбранных компаний.

3. Эмпирическая оценка взаимосвязи между децентрализацией и финансовой эффективностью

3.1. Интерпретация полученных данных

В первую очередь, были разделены данные о кошельках владельцев токенов каждой из 32 компаний DeFi на две равные по количеству адресов группы с учетом отсортированных от самого крупного держателя к меньшему данных. Далее рассчитаны коэффициенты Джини для первой (С) и второй (D) группы.

После этого была разделена первая группа адресов по количеству токенов на две подгруппы так, чтобы первая (E) и вторая (F) подгруппы имели равное количество токенов в сумме. Это было сделано для более детального анализа распределения токенов между крупными и малыми держателями в наиболее крупной группе (С). Далее соответственно были рассчитаны коэффициенты Джини для групп E и F. Результаты представлены в табл. 4.

В ходе регрессионного анализа применено правило интерпретации натурального логарифма (Ln) ключевых переменных, что позволяет трактовать бета-коэффициенты регрессии в качестве коэффициентов эластичности.

Для анализа отобранных переменных LnGC, LnGD, LnGE и LnGF в отношении ROI компаний использована робастная линейная регрессия. Этот метод обладает устойчивостью к аномальным значениям, что является важным при работе с данными, связанными с криптовалютами, где могут быть значительные колебания. Результаты регрессионного анализа приведены в табл. 5.

Согласно полученным результатам, переменная LnGD показала статистически значимую отрицательную связь с LnROI во всех четырех моделях регрессии. Это говорит о том, что уровень неравенства в распределении токенов между меньшими держателями (вторая группа адресов) оказывает влияние на ROI компаний DeFi. Следует отметить, что уровень значимости (р-значение) составляет диапазон 0,004–0,007, что говорит о статистической значимости этого результата. Остальные переменные (LnGC, LnGE и LnGF) не показали статистически значимой связи с LnROI.

Бета-коэффициент для LnGD в последней модели составляет $-0,117077$. Так как использован натуральный логарифм (Ln) для проведения регрессии, этот коэффициент может быть интерпретирован как коэффициент эластичности. Это означает, что уменьшение LnGD на 1 % (т.е. увеличение равномерности распределения токенов среди держателей второй группы на 1 %) ассоциируется с увеличением LnROI примерно на 0,117 %.

Таблица 4. Коэффициенты Джини для компаний DeFi

Компания	Токен управления	Джини для первой группы, С	Джини для второй группы, D	Джини для подгруппы E	Джини для подгруппы F
Uniswap	UNI	0,97886	0,18512	0,27	0,96
Curve	CRV	0,98	0,23	0,41	0,96
Trader Joe	JOE	0,99	0,26	0,00	0,99
Convex	CVX	0,94	0,25	0,40	0,89
Alpha	ALPHA	0,98	0,24	0,17	0,97
Yearn finance	YFI	0,98	0,25	0,27	0,96
Beefy finance	BIFI	0,99	0,18	0,01	0,99
Lido DAO	LDO	0,99	0,26	0,43	0,97
Rocket pool	RPL	0,92	0,24	0,41	0,85
Frax finance	FXS	0,96	0,25	0,44	0,93
Ankr	ANKR	0,99	0,19	0,29	0,98
Chainlink	LINK	0,96	0,24	0,43	0,91
Band protocol	BAND	0,98	0,08	0,08	0,97
Uma	UMA	0,99	0,26	0,32	0,98
Api3	API3	0,94	0,24	0,37	0,88
AAve	AAVE	0,95	0,26	0,37	0,90
Maker	MKR	0,99	0,23	0,37	0,98
Compound	COMP	0,99	0,24	0,25	0,99
Synthetix	SNX	0,97	0,24	0,31	0,94
GMX	GMX	1,00	0,01	0,51	0,99
dYdX	DYDX	0,99	0,26	0,46	0,98
Perpetual	PERP	0,98	0,22	0,00	0,97
Insure DeFi	SURE	0,99	0,24	0,07	0,99
Etherisc Dip	DIP	0,90	0,24	0,48	0,81
SwissBorg	CHSB	0,85	0,26	0,66	0,70
Dexe	DEXE	0,99	0,15	0,06	0,98
Enzyme	MLN	0,98	0,26	0,33	0,96
DefiPulse	DPI	0,84	0,27	0,58	0,71
Hifi finance	HIFI	0,87	0,24	0,21	0,79
BarnBridge	BOND	0,98	0,23	0,34	0,96
88mph	MPH	0,92	0,23	0,44	0,85
Notional	NOTE	0,88	0,25	0,36	0,80

Составлено по: Coingecko: Analytical web resource. URL: <https://www.coingecko.com/> (дата обращения: 10.09.2023); Etherscan: Analytical web resource. URL: <https://etherscan.io/> (дата обращения: 10.09.2023); Messari: Analytical web resource. URL: <https://messari.io/> (дата обращения: 10.09.2023).

Таблица 5. Результаты анализа LnROI в зависимости от LnGC, LnGD, LnGE и LnGF

	OLS (1)	OLS (2)	OLS (3)	OLS (4)
LnGC	-5,872964	-	-	-
	(6,658348)			
LnGD	-0,1102615**	-0,1082782**	-0,1107804**	-0,117077**
	(0,0377272)	(0,0367026)	(0,0382616)	(0,0371044)
LnGE	0,0418288	0,0407845	0,0401596	-
	(0,035893)	(0,0352715)	(0,0342273)	
LnGF	3,060148	0,057727	-	-
	(3,299138)	(0,5912853)		
Constant	-0,3577703*	-0,3478227*	-0,3579189*	-0,4456323***
	(0,1479532)	(0,1440672)	(0,1485699)	(0,1270005)
Observations	32	32	32	32

Примечание. Авторы использовали OLS регрессии с робастными стандартными ошибками. Число в скобках является стандартной ошибкой. Звездочки обозначают уровень значимости t-теста (* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$).

3.2. Выводы и предложения для дальнейших исследований

В ходе исследования было установлено, что более равномерное распределение токенов среди держателей из второй группы ведет к более высоким инвестиционным возвратам. Это замечание особенно актуально в контексте эффекта эластичности, выявленного в рамках использования натурального логарифма переменных в проведенных регрессионных анализах. Таким образом, обнаружено, что 1%-ное увеличение коэффициента Джини второй группы (LnGD) связано со снижением величины LnROI на 0,11–0,12 %.

Эти выводы могут быть полезны для исследователей и практиков в области криптоэкономики и DeFi, поскольку они указывают на значимость более равномерного распределения токенов среди владельцев для увеличения инвестиционных возвратов. Стратегии и механизмы, способствующие такому распределению, окажутся полезными для улучшения рентабельности и стабильности DeFi-проектов.

Тем не менее необходимо отметить, что предложенная модель может быть дополнена и улучшена. Полученные результаты не показали статистически значимого влияния переменных LnGE и LnGF (коэффициенты Джини для крупных держателей) на LnROI. Это указывает на то, что концентрация токенов среди крупных держателей не оказывает существенного влияния на рентабельность инвестиций. Но это не должно уменьшать значимость исследований, поскольку баланс между крупными и малыми держателями все же является важным аспектом экосистем DeFi.

Предлагается провести дальнейшие исследования для понимания того, как другие факторы влияют на финансовую эффективность компаний в сфере DeFi. Возможно, рассмотрение таких параметров, как количество пользователей, Total

Value Locked, объем торгов, качество предложений DAO, а также общее качество управления в компании, может привести к более глубокому пониманию проблемы.

Заключение

Исследование проводилось с целью выявить взаимосвязь между распределением токенов в проектах DeFi и их рентабельностью. В частности, авторы сфокусировались на определении того, как различные уровни концентрации токенов влияют на рентабельность инвестиций (ROI).

По данным 32 компаний DeFi проведены несколько линейных регрессий и выяснено, что степень концентрации токенов у меньших держателей (LnGD) имеет существенное влияние на рентабельность инвестиций (LnROI). Согласно полученным результатам равномерное распределение токенов среди меньших держателей ведет к более высоким инвестиционным возвратам. Однако не найдено статистически значимого влияния распределения токенов среди крупных держателей на рентабельность инвестиций.

Результаты имеют прикладное значение для практиков и исследователей в сфере DeFi, поскольку подчеркивают важность равномерного распределения токенов среди меньших держателей для достижения более высоких инвестиционных возвратов. Открываются и новые возможности для дальнейших исследований. Будет полезно узнать, как другие факторы, такие как общее качество управления и стратегии распределения токенов, влияют на рентабельность инвестиций.

В завершение заметим, что данное исследование служит определенным шагом в понимании динамики распределения токенов в проектах DeFi и их влияния на финансовую эффективность компаний, а также призвано способствовать развитию знаний в области технологии блокчейн и ее применению в цифровых экосистемах. Предоставленная информация может быть использована для улучшения проектирования управления экосистемами, основанными на блокчейне, в будущем. Надеемся, что сделанные выводы и предложения помогут исследователям и практикам в этой перспективной области.

Литература/References

- Al Ajlouni, A. T. and Al-Hakim, M. S. (2018) 'Financial Technology in Banking Industry: Challenges and Opportunities', *ICEAS*, April 12. <https://doi.org/10.2139/ssm.3340363>
- Aleshina, A. (2022) 'The impact of financial technologies and decentralized finance (DeFi) on threats to the infrastructure of the national economy', *Financial markets and banks*, 1, pp. 121–125. (In Russian)
- Andreas, S. and Espen, B. (2023) *Best Practices in Decentralized Autonomous Organization (DAO) Venture Capital*. Available at: <https://uia.brage.unit.no/uiaxmlui/bitstream/handle/11250/3081668/no.uia%3Ainspera%3A143804064%3A35492471.pdf?sequence=1> (accessed: 20.08.2023).
- Bellevitis, C., Fisch, C. and Momtaz, P.P. (2022) *The rise of decentralized autonomous organizations (DAOs): A first empirical glimpse*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/359712137_The_rise_of_decentralized_autonomous_organizations_DAOs_a_first_empirical_glimpse (accessed: 20.08.2023).
- CoinGecko: *Analytical Web Resource*. Available at: <https://www.coingecko.com/> (accessed: 10.09.2023).
- CoinGecko. (2022) *Annual Crypto Industry Report*. Available at: <https://assets.coingecko.com/reports/2022/CoinGecko-2022-Annual-Crypto-Industry-Report.pdf> (accessed: 30.08.2023).
- Davidson, S., De Filippi, P. and Potts, J. (2017) 'Blockchains and the Economic Institutions of Capitalism', *Journal of Institutional Economics*, 14 (4), pp.1–20. <https://doi.org/0.1017/S1744137417000200>

- Etherscan: Analytical Web Resource*. Available at: <https://etherscan.io/> (accessed: 10.09.2023).
- Fang, L., Hoar, B., Azmi, E. and Win, K. (2021) *How to DeFi: Advanced*. Available at: <https://marsown.com/wordpress/wp-content/uploads/2021/09/How-to-DeFi-Advanced.PDF.pdf> (accessed: 25.08.2023).
- Gini Coefficient formula*. (2012) Available at: <https://www.ellipsisix.net/blog/2012/11/the-gini-coefficient-for-distribution-inequality.html> (accessed: 05.09.2023).
- IMF. (2016) *Monetary and financial statistics manual and compilation guide*. Available at: https://www.imf.org/mfsmcg_merged-web-pdf (accessed: 30.08.2023).
- Kusmierz, B. and Overko, R. (2022) *How centralized is decentralized? Comparison of wealth distribution in coins and tokens*. Available at: <https://arxiv.org/pdf/2207.01340.pdf> (accessed: 30.08.2023).
- Lage, O., Saiz-Santos, M. and Zarzuelo, J.M. (2022) 'Decentralized platform economy: Emerging blockchain-based decentralized platform business models', *Electronic Markets*, 32, pp. 1707–1723.
- Lumineau, F., Wang, W. and Schilke, O. (2021) 'Blockchain Governance — A New Way of Organizing Collaborations?', *Organization Science*, 32 (2), pp. 500–521. <https://doi.org/10.1287/orsc.2020.1379>
- Messari: Analytical Web Resource*. Available at: <https://messari.io/> (accessed: 10.09.2023).
- Nakamoto, S. (2008) *Bitcoin: Peer-to-Peer Electronic Cash System*. Available at: <https://nakamotoinstitute.org/bitcoin/> (accessed: 23.09.2023).
- Putilov, A., Manakhova, I. and Khurina, K. (2022) 'Developing of Smart Technical Platforms National Economic Security', *Studies in Computational Intelligence*, 1032 SCI, pp. 208–215. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96993-6_20
- Statista. (2023) *Financial Services*. Available at: <https://www.statista.com/markets/414/topic/459/financial-services/overview> (accessed: 20.09.2023).
- Weking, J., Mandalenakis, M., Hein, A., Hermes, S., Böhm, M. and Krcmar, H. (2019) *The impact of blockchain technology on business models — a taxonomy and archetypal patterns*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/338118210_The_impact_of_blockchain_technology_on_business_models_-_a_taxonomy_and_archetypal_patterns (accessed: 23.09.2023).
- Yaga, D., Mell, P., Roby, N. and Scarfore, K. (2018) *NSIT 8202. Blockchain Technology Overview*. <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8202>

Статья поступила в редакцию: 10.12.2023

Статья рекомендована к печати: 16.05.2024

Контактная информация:

Манахова Ирина Викторовна — д-р экон. наук, проф.; <https://orcid.org/0000-0003-3103-4943>, ManakhovaIV@mail.ru

Колмыков Кирилл Андреевич — аспирант; <https://orcid.org/0009-0002-1846-7672>, eeveji@mail.ru

Management in the field of decentralized finance based on blockchain technologies

I. V. Manakhova^{1,2}, K. A. Kolmykov¹

¹ Lomonosov Moscow State University,
1, Lenenskie Gory, Moscow, 119991, Russian Federation

² Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba,
6, ul. Miklukho-Maklaya, Moscow, 117198, Russian Federation

For citation: Manakhova, I. V. и Kolmykov, K. A. (2024) 'Management in the field of decentralized finance based on blockchain technologies', *St. Petersburg University Journal of Economic Studies*, 40 (3), pp. 416–432. <https://doi.org/10.21638/spbu05.2024.304> (In Russian)

Currently, the benefits of decentralization through blockchain technology in the financial sector are actively discussed, but rarely quantified. This article attempts to examine the potential benefits and limitations of blockchain technology in improving governance and performance in digital financial ecosystems. The possibilities of using blockchain technology from traditional financial structures to the creation of new business models operating on blockchain

networks and using smart contracts are shown. The impact of decentralization in the management of decentralized autonomous organizations (DAOs) on the financial performance of companies in the field of decentralized finance (DeFi) was assessed. In the process of research, we use the Gini coefficient as an indicator of inequality among token holders. This metric is analyzed in the context of return on investment (ROI) for DeFi companies. The method of linear regression analysis and the rule of interpretation of natural logarithms in regression were used for calculations. This analysis revealed a significant relationship and positive impact of decentralization on the functioning and profitability of organizations in the DeFi field. The resulting relationship indicates that with increasing decentralization in management, the return on invested capital increases. To improve investment attractiveness and long-term stability, DeFi companies should consider fairer ways to allocate tokens so that decentralized governance models based on blockchain and DAO become more profitable. The results and conclusions obtained from the study are based on academic research articles, open data, industry reports and company reports in the DeFi industry.

Keywords: blockchain, management, decentralized finance, decentralized autonomous organizations.

Received: 10.12.2023

Accepted: 16.05.2024

Authors' information:

Irina V. Manakhova — Doctor of Economics, Professor; <https://orcid.org/0000-0003-3103-4943>,
ManakhovaIV@mail.ru

Kirill A. Kolmykov — Graduate Student; <https://orcid.org/0009-0002-1846-7672>, eveeji@mail.ru;