



АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ В ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ АВТОНОМНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

В. В. Абрамов

Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова,
Москва, Россия

Существенную роль в развитии цифровой экономики играют децентрализованные автономные организации, основанные на коллективном управлении и алгоритмических механизмах принятия решений. Их внедрение способствует устранению недостатков, присущих традиционному иерархическому управлению, и обеспечивает более демократичное принятие решений в цифровых сообществах. Однако, несмотря на провозглашенные идеалы децентрализации, современные децентрализованные автономные организации демонстрируют устойчивую тенденцию к рецентрализации власти. В статье проводится системный анализ факторов, обуславливающих централизацию управления в децентрализованных автономных организациях. На основе анализа современных исследований и эмпирических данных предлагается комплексная классификация этих факторов и методов противодействия им. Рассматриваются как технологические, так и правовые и социальные решения. В обсуждении обосновывается необходимость достижения баланса между децентрализацией и управленческой эффективностью. Делается вывод о том, что устойчивость децентрализованных автономных организаций зависит не от устранения централизации, а от способности создавать адаптивные механизмы ограничения власти.

Ключевые слова: централизация, управление, токеномика, голосование, блокчейн.

ANALYZING FACTORS OF MANAGEMENT CENTRALIZATION IN DECENTRALIZED AUTONOMOUS ORGANIZATIONS

Vitaly V. Abramov

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Decentralized autonomous organizations based on team management and algorithmic mechanisms of decision-making play a serious role in the development of digital economy. Their introduction helps eliminate shortcomings typical of traditional hierarchical management and provides more democratic decision-making in digital communities. However, in spite of decentralization ideals today's decentralized autonomous organizations demonstrate a stable trend towards recentralization of power. The article provides a systemic analysis of factors stipulating management centralization in decentralized autonomous organizations. By analyzing the current research and empiric data a comprehensive classification of such factors was put forward, as well as methods opposing them. Both technological and legal and social solutions are being discussed. The discussion substantiates the necessity to reach balance between decentralization and managerial efficiency. Finally, a conclusion was made running that sustainability of decentralized autonomous organizations does not depend on centralization elimination but on ability to develop adaptive mechanisms of power restriction.

Key words: centralization, management, tokenomica, voting, block-chain.

Введение

Децентрализованные автономные организации (ДАО) – коллективно управляемые организации на основе

алгоритмических механизмов принятия решений – стали одним из ключевых элементов новой парадигмы цифровой экономики Web3. Их основная идея заключа-

ется в возможности самоорганизации сообществ без участия традиционных иерархий и посредников [3; 4]. Управление в ДАО реализуется через смарт-контракты, обеспечивающие автоматическое исполнение решений, принятых коллективным голосованием держателей токенов [1; 5]. Такая архитектура обещала устранить институциональные барьеры, минимизировать коррупционные риски и обеспечить подлинную демократичность цифровых сообществ.

Вместе с тем практика показала, что функционирование такой идеальной модели децентрализации сталкивается с существенными ограничениями. Наблюдения за деятельностью ведущих ДАО, таких как MakerDAO, Compound и Aragon, демонстрируют формирование в них устойчивых центров влияния. Концентрация токенов у ранних инвесторов и институциональных участников, зависимость от команд разработчиков и инфраструктурных провайдеров, а также неравномерное распределение информации приводят к повторному возникновению иерархических структур внутри децентрализованных систем. Как отмечают зарубежные исследователи [18], риторика децентрализации зачастую скрывает значительные точки централизации, глубоко встроенные в технические и организационные механизмы этих систем.

Согласно теории рационального неведения, участники демократических систем склонны минимизировать усилия, затрачиваемые на получение информации и участие в принятии решений, если индивидуальная выгода от этого неочевидна [15; 17]. Этот механизм проявляется и в управлении ДАО, где значительная часть мелких держателей токенов предпочитает воздерживаться от голосования, тем самым усиливая влияние активного меньшинства.

Зарубежные эмпирические исследования [12; 14; 18] показывают, что централизация управления в ДАО – это не случайность, а побочный продукт компромисса между технической сложностью и удоб-

ством эксплуатации. Устранить ее полностью невозможно, но можно ограничить последствия, создавая механизмы прозрачности, распределения прав и избыточности инфраструктуры.

Другие исследования выявляют скрытые формы централизации, связанные с технологической инфраструктурой [8]. Как отмечается, даже открытые протоколы децентрализованных финансов (DeFi) часто зависят от централизованных фронтов, оракулов и систем аутентификации. Эти зависимости делают ДАО уязвимыми перед внешним контролем и нарушают принцип автономности.

С точки зрения социологии сетевых сообществ концентрация власти связана с асимметрией информации и формированием центров влияния. В ДАО аналогичный процесс проявляется в доминировании неформальных лидеров и команд разработчиков, которые фактически определяют направления развития протокола. Таким образом, централизация в ДАО имеет многослойную природу – экономическую, техническую и социальную.

В статье систематизируются факторы, обуславливающие централизацию управления в ДАО, и определяются меры противодействия им.

Показывается, что эти факторы, как правило, действуют одновременно на нескольких уровнях, взаимно усиливая свое влияние. В результате этого отдельные мероприятия оказываются неэффективными для предотвращения централизации управления. Делается вывод о необходимости использования комплексного подхода, объединяющего технические, институциональные и правовые механизмы, а также социальный дизайн организации.

Формы и механизмы централизации в ДАО

Централизация в ДАО проявляется в трех взаимосвязанных измерениях: техническом, экономическом и социально-информационном (рисунок). Факторы, относящиеся к каждому из этих измере-

ний, оказывают комплексное воздействие на процесс управления, усиливая влияние друг друга.

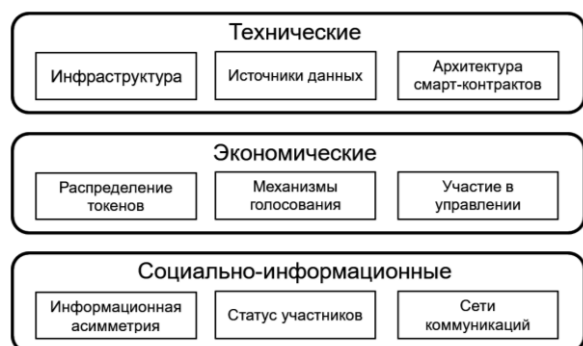


Рис. Факторы централизации ДАО

На *техническом уровне* источником централизации является зависимость функционирования организации от определенных инфраструктурных элементов. Несмотря на то, что блокчейн-платформа, лежащая в основе функционирования ДАО, обеспечивает децентрализованную запись данных, пользователи обычно взаимодействуют с ней через централизованные веб-интерфейсы, развернутые на традиционных серверах.

Декларируемая децентрализация часто сводится к маркетинговому лозунгу, тогда как практические механизмы функционирования ДАО опираются на централизованные компоненты, обеспечивающие удобство, безопасность или производительность [18].

Источниками технической централизации могут выступать сетевая инфраструктура (узлы, провайдеры RPC, релейные сети), источники данных (оракулы, агрегаторы, API), а также архитектура самих смарт-контрактов (обновляемость, административные ключи, прокси-паттерны).

Так, рядом зарубежных исследователей [12] был проведен анализ распределения узлов в блокчейн-сетях Bitcoin и Ethereum. Было выявлено, что значительная часть коммуникаций и генерации блоков осуществляется через ограниченное число высокопроизводительных дата-центров. Несмотря на формальное наличие тысяч уз-

лов, реальная пропускная способность и устойчивость сетей этих блокчейн-платформ оказалась зависящей от небольшой группы операторов.

Результаты этого исследования имеют прямое значение для управления ДАО, поскольку большинство из них функционируют как надстройки над блокчейн-сетями общего назначения, такими как Ethereum, Arbitrum, Polygon и др. Централизация инфраструктуры этих сетей на уровне физических узлов приводит к тому, что любая ДАО на их основе неизбежно наследует данную уязвимость. Зависимость сети от нескольких провайдеров RPC-сервисов (например, Infura, Alchemy, QuickNode) создает риск скрытой централизации: в случае сбоя или цензуры со стороны этих сервисов пользователи могут потерять доступ к интерфейсам управления ДАО.

Подобные инциденты уже наблюдались на практике. Так, в результате сбоев провайдера Infura в ноябре 2020 и апреле 2022 гг. многие интерфейсы децентрализованных приложений, включая популярный криптокошелек MetaMask и ряд децентрализованных криптобирж, оказались временно недоступны¹.

Таким образом, формальная децентрализация протокола не гарантирует децентрализации физической инфраструктуры, а следовательно, ДАО остаются подверженными централизованным рискам.

Вторым важным фактором технической централизации является зависимость ДАО от централизованных служб (оракулов), передающих в блокчейн внешние данные. Хотя смарт-контракты ДАО автономны по своей логике, они не способны самостоятельно получать информацию из внешнего мира. «Проблема оракула» выделяется в современной литературе как один из наиболее значимых барьеров на пути к подлинной децентрализации.

¹ Infura, a leading Ethereum infrastructure provider, suffers outages. - URL: <https://forklog.com/en/infura-a-leading-ethereum-infrastructure-provider-suffers-outages/>

В работе Дж. Калдарелли [8] на основе систематического обзора публикаций по теме оракулов сделан вывод, что большинство их реализаций на практике централизованы. Изучая DeFi-протоколы, включая DAO-структуры MakerDAO, Aave, Compound, автор отмечает, что более 70% систем полагаются на ограниченный набор поставщиков данных, чаще всего на сеть Chainlink или внутренние API-компоненты, контролируемые разработчиками.

Это приводит к смещению централизации доверия с уровня управления DAO на уровень инфраструктуры данных. В случае сбоя или манипуляции в оракуле вся система DAO может принять неверное решение, например, произвести ликвидацию залога или инициировать ошибочный апгрейд протокола. Широко известным инцидентом, продемонстрировавшим уязвимость формально децентрализованных систем со стороны поставщиков данных, стало ошибочное распределение пользователям токенов DeFi-протокола Compound общей стоимостью свыше 90 млн долларов, вызванное некорректной работой оракула, возвращающего курсы токенов¹.

Могут быть выделены три фундаментальных фактора, обуславливающих сохранение централизации оракулов: высокая стоимость обеспечения репутации, технологическая сложность децентрализованных схем и дефицит надежных стандартов верификации. Дж. Калдарелли [8] предлагает ряд решений, включая внедрение криптографических механизмов доказательства достоверности и децентрализованных агрегаторов, способных объединять данные от множества независимых поставщиков. Однако даже эти меры не устраняют проблему полностью, так как требуют наличия доверенного уровня координации – еще одной потенциальной точки централизации.

¹ MacKenzie S. DeFi bug accidentally gives \$90 million to users, founder begs them to return it. – URL: <https://www.cnn.com/2021/10/01/defi-protocol-compound-mistakenly-gives-away-millions-to-users.html>

Третья и наиболее очевидная форма технической централизации заключается в архитектурных особенностях смарт-контрактов DAO. Несмотря на то, что контракты записаны в блокчейн и формально неизменяемы, большинство современных DAO используют механизмы обновления кода без миграции состояния. Это достигается через прокси-паттерны, ромбовидные архитектуры, введенные стандартом ERC-2535², или специальные мультиконтрактные системы. В работе зарубежных исследователей [6] было проанализировано свыше 230 тыс. прокси-контрактов на платформе Ethereum. Выявлено, что в 92% случаев права обновления принадлежат одному или двум адресам, часто контролируемым разработчиками или юридическим лицом. В 35% контрактов обнаружены уязвимости, позволяющие несанкционированное изменение логики, а в 4% – случаи, когда права администратора могли быть утеряны или переданы по ошибке. Этот тип централизации представляется наиболее опасным, поскольку техническая возможность одностороннего изменения логики DAO противоречит принципу автономности. Наличие административных ключей создает аналог исполнительной власти, способной в обход процедур голосования изменить правила игры. Авторы подчеркивают, что даже в проектах, где права обновления передаются мультисиг-аккаунту, фактическое распределение контроля ограничивается несколькими участниками, часто связанными между собой или находящимися под юридическим контролем одного субъекта.

Аналогичные результаты представлены в работе И. Мехар и др. [16]. Показано, что проектные решения, направленные на исправление ошибок в смарт-контрактах DAO через апгрейд логики, сами по себе создают возможности для атаки. Это подтверждает, что даже минимальная техническая централизация в виде ключа разра-

² Mudge N. ERC-2535: Diamonds, Multi-Facet Proxy. – URL: <https://eips.ethereum.org/EIPS/eip-2535>

ботчика может иметь системные последствия.

Три рассмотренных аспекта – инфраструктура, источники данных и архитектура контрактов – формируют взаимосвязанную систему технических зависимостей. Даже если каждый уровень по отдельности кажется относительно безопасным, их комбинация создает эффект наложения: сбой или манипуляция на одном уровне способны временно или постоянно централизовать управление всей ДАО.

В частности, даже идеально распределенная система апгрейдов не обеспечит децентрализации, если доступ пользователей к интерфейсу ДАО проходит через единый RPC-сервис. Аналогично децентрализованный интерфейс и распределенная инфраструктура бессильны, если исходные данные поступают от единственного централизованного оракула.

Таким образом, техническая централизация имеет системный характер и не может быть устранена изолированными инженерными мерами. Она требует комплексного подхода, сочетающего технологические инновации, институциональные процедуры (аудиты, управление ключами, контроль апгрейдов) и социально-экономические стимулы для участия большего числа независимых акторов.

Экономическая централизация в ДАО представляет ситуацию, при которой значительная доля права голоса, контроля над ресурсами или экономических стимулов сосредоточена в руках малого числа субъектов, что является аналогом неравномерного распределения акционерного капитала в традиционных организациях [2]. Она вытекает из распределения прав собственности на токены управления, механику голосования, стимулов к делегированию и поведенческих факторов участников. Последствия такой концентрации включают повышенную уязвимость к захвату управления, уменьшение представительности решений, искажение сигналов ценностей сообщества и риск координированных злоупотреблений (например, сго-

воров между крупными участниками или доминирование институциональных инвесторов).

В большинстве ДАО крупные фонды и ранние инвесторы владеют значительной долей токенов, что позволяет им определять исход голосований. Как показало зарубежное исследование [13], распределение токенов в ряде проектов DeFi соответствует классическому принципу Парето, при котором двадцать процентов участников контролируют восемьдесят процентов власти.

Ситуация усложняется тем, что держатели токенов практически не участвуют в управлении, поскольку активное участие требует затрат времени и ресурсов, а выгода от индивидуального голоса невелика. На основе анализа 7 основных платформ для ДАО было установлено, что средняя доля участия в голосованиях составляет всего около 17% [10].

В таблице приведена информация о распределении голосующей силы в ряде крупных ДАО. Для оценки уровня централизации использованы два показателя: доля топ-10 участников в общей голосующей силе и коэффициент Накамото¹, представляющий собой минимальное число участников, суммарная голосующая сила которых превосходит 50%.

Показатели децентрализации ДАО*

| ДАО | Доля топ-10 участников в общей голосующей силе, % | Коэффициент Накамото |
|-----------------------------|---|----------------------|
| Compound | 57,86 | 6 |
| Uniswap | 44,72 | 11 |
| ENS (Ethereum Name Service) | Более 50 | 19 |
| Bitcoin | Более 50 | 10 |
| MakerDAO (MKR) | Более 50 | - |

* Составлено по: [11].

Из приведенной таблицы видно, что, несмотря на декларируемую децентрали-

¹ Srinivasan B., Lee L. Quantifying Decentralization. – URL: <https://news.earn.com/quantifying-decentralization-e39db233c28e>

зацию, всего несколько десятков крупнейших участников ДАО могут обеспечить принятие наиболее предпочтительного для себя решения.

Эмпирический анализ распределения голосующей власти в ряде ведущих ДАО провели Р. Фрич, М. Мюллер и Р. Ваттенхофер [11]. Авторы собрали полный набор данных о владельцах токенов управления, делегатах, предложениях и голосах для Compound, Uniswap и Ethereum Name Service (ENS) и исследовали распределение влияния и контроль участниками исхода голосований. Было показано, что для рассматриваемых ДАО минимальное число адресов, способных единолично определить исход, часто крайне мало: в ряде случаев несколько крупнейших адресов обладают достаточной массой голосов, чтобы навязать свое решение. Этот результат демонстрирует, что формальная широкая база держателей токенов далеко не всегда коррелирует с реальным распределением влияния.

Важным результатом этой работы стало выявление связи между реальным распределением токенов и способностью влиять на управление. Это дает эмпирическую основу для утверждения, что экономическая централизация в ДАО уже проявляется в конкретных системах и изменяет фактическую архитектуру принятия решений. Эмпирический подход авторов работы показывает, что борьба с централизацией требует мер как на уровне распределения токенов (например, ограничения концентрации), так и на уровне стимулов для участия мелких держателей.

В работе М. Дотан и др. изучаются уязвимости децентрализованного управления в DeFi и рассматривается вредоносное использование управляющих токенов. Авторы выявили несколько шаблонов поведения, усиливающих краткосрочную концентрацию управления и дающих возможность захвата управления ДАО: низкая частота участия значительной массы мелких держателей, сильная корреляция уровня голосования с транзакционными

издержками, а также использование крупных пакетов токенов для проведения одноразовых акций. В исследовании рассмотрен ряд кейсов, когда перед голосованиями происходили заметные изменения распределения токенов, а также низкая вовлеченность розничных держателей делала исход голосований почти предопределенным.

Экономическая интерпретация полученных эффектов подчеркивает, что токены управления в современных моделях нередко превращаются в средство для спекуляции и арбитража, а не в механизм представления интересов пользователей. Механики, усиливающие вознаграждение за удержание, могут иметь парадоксальный эффект: они стимулируют накопление, повышая барьеры для входа и закрепляя власть за теми, кто имел возможность заблокировать токены раньше. Кроме того, трансферная природа токенов делает возможными краткосрочные «атаки богатства», когда целый пакет создает контроль лишь в момент голосования, после чего владелец фиксирует прибыль.

Практически это означает, что любые механизмы регулирования, ориентированные исключительно на увеличение количества держателей токенов, могут функционировать некорректно, если не учитывать интенсивность участия, время блокировки токенов и динамику торгов на рынке. Для снижения экономической централизации М. Дотан и др. предлагают меры, направленные на уменьшение привлекательности краткосрочных арбитражных стратегий, повышение стоимости долгосрочного участия и введение механизмов, затрудняющих быструю концентрацию голосующей силы.

Экономическая централизация часто сопряжена с социально-информационной централизацией в связи с тем, что владение токеном и участие в операционной деятельности оказывают комбинированное влияние на полномочия участника. Это объясняет, почему механики, которые только перераспределяют голосующие то-

кены, могут не изменить реальную структуру власти, если роли участников остаются непрозрачными и вознаграждаемыми.

Социальная и информационная централизация проявляется через формирование лидеров мнений, обладающих высоким человеческим капиталом. В сообществе Uniswap, например, большинство дискуссий в форумах инициируются ограниченным кругом авторитетных участников, а позиция команды воспринимается как эталонная. Подобная динамика снижает разнообразие мнений и способствует групповому мышлению.

Проблема социально-информационной централизации в ДАО заключается в том, что власть и влияние внутри формально распределенного сообщества концентрируются не только через владение токенами, но и через контроль над информацией, статус участников и структуру их коммуникации. Даже при равномерном распределении управляющих токенов реальное влияние может аккумулироваться в руках ядра сообщества: команд, лидеров мнений, активных контрибьюторов и делегатов, которые формируют повестку, интерпретируют технические детали и задают рамки дискуссии. Последствия этой концентрации носят системный характер: информационная асимметрия и наличие авторитетных «якорных» участников снижают качество агрегирования знаний и увеличивают уязвимость принятия решений к манипуляциям и групповому мышлению. Эти процессы хорошо согласуются с классическими теориями информационного обмена и социального влияния: когда участники наблюдают поведение или заявления лидеров, они склонны корректировать собственные суждения в пользу наблюдаемого.

Исследователи Р. Фрич, М. Мюллер и Р. Ваттенхофер [11], опираясь на детализированные данные по Compound, Uniswap и ENS, показали, что видимые структуры влияния обуславливаются не только концентрацией голосующей силы, но и сетевой ролью и степенью вовлечен-

ности авторитетных агентов. Установлена корреляция между долей делегированных голосов и центральностью участника в сетях взаимодействия: делегаты и активные ядра не только аккумулируют основную массу голосов, но и выступают источниками информации и интерпретаций, которые влияют на позицию менее активных участников. Таким образом, формальная институциональная архитектура (смарт-контракты, правила делегирования) работает в контексте человеческих и сетевых взаимодействий, где центральные агенты выполняют роль фильтров смысла и повестки, через которые осуществляется большая часть реальной власти в ДАО.

Влияние внутренних ключевых участников на мнения в сообществе демонстрирует также другой механизм социальной централизации: сочетание операционной активности, доступа к информации и вовлеченности в проект позволяет этой группе переводить экспертный статус в управленческую власть. На основе анализа зарубежными исследователями сетевых взаимодействий в ДАО было показано, что ключевые участники и разработчики систематически занимают центральные позиции в сетях голосования и коммуникации, в ряде случаев единолично определяя исход отдельных предложений [14]. Исследование фиксирует частые сдвиги владения токенами незадолго до голосований, что указывает на координационные и информационные механизмы, используемые ключевыми участниками для усиления своего влияния. Важно отметить, что роль ключевых участников не сводится исключительно к экономическому владению: их влияние во многом основано на экспертном авторитете, доступе к технической информации и способности формировать аргументацию, которая затем принимает форму социальной истины для менее активных членов сообщества. Это сочетание экспертности и сетевой центральности создает устойчивую внутреннюю элиту, механизмами воспроизводящую свое положение.

Третьим фактором, способствующим социально-информационной централизации ДАО, является воздействие информированных или влиятельных участников на последующие решения и на рыночную оценку организации. Голоса влиятельных участников и признанных авторитетов оказывают сильное влияние на траекторию голосования, особенно в условиях высокой неопределенности по содержанию предложения. При этом на исход голосования оказывают воздействие структура владения токенами, уровень активности сообщества, а также наличие мошеннической и спам-активности.

Данные механизмы пересекаются и взаимно усиливают друг друга. Центр сетевого взаимодействия (делегат, ключевой участник или признанный лидер) аккумулирует информацию и интерпретации, затем его публичные шаги (посты, ранние голоса, делегирование) воспринимаются сообществом как значимые сигналы. Последующие участники, в особенности те, кто лишен специализированной информации или испытывает транзакционные издержки участия, опираются на эти сигналы при формировании собственного поведения. Результатом этого становится ситуация, при которой несколько контролируемых информационных узлов задают направление принятия решений. В условиях, когда распределение владения токенами неравномерно, такое информационное лидерство становится особенно мощным: экономическая концентрация усиливает вес сигналов лидеров, а социальный авторитет воспроизводит и закрепляет их позицию. Эта связка объясняет, почему технические и экономические меры против централизации (например, распределение токенов или техническая децентрализация узлов) без изменений информационных и социальных институтов часто дают ограниченный эффект.

Таким образом, социальная и информационная централизация в ДАО представляет собой системное свойство, возникающее на стыке сетевой структуры, пове-

денческих реакций и экономических стимулов участников. Эмпирические исследования последних лет демонстрируют, что децентрализованная архитектура не предопределяет демократичность и качество коллективных решений: для этого требуется сознательная институционализация процедур противодействия информационным асимметриям и механизмов децентрализации влияния.

Методы противодействия централизации управления в ДАО

Современные подходы к снижению централизации предполагают комплексное воздействие на технические, экономические и социальные аспекты ДАО. Одними из наиболее обсуждаемых направлений являются новые модели голосования, призванные уравновесить влияние участников. Квадратичное голосование позволяет более точно учитывать интенсивность предпочтений участников, уменьшая доминирование капитала [7]. Модель голосования с убеждением (conviction voting) стимулирует долгосрочную вовлеченность, поскольку вес голоса растет со временем, в течение которого участник поддерживает конкретное предложение¹.

Технические решения направлены на устранение точек инфраструктурной зависимости. Разработка модульных и обновляемых смарт-контрактов позволяет распределить контроль над обновлениями между участниками, а использование децентрализованных систем хранения данных и множественных оракулов снижает вероятность злоупотреблений.

В современной литературе выдвигается ряд предложений по смягчению технической централизации:

- использование механизмов временной блокировки, предоставляющих сооб-

¹ Emmett J. Conviction Voting: A Novel Continuous Decision-Making Alternative to Governance. – URL: <https://medium.com/commonsstack/conviction-voting-a-novel-continuous-decision-making-alternative-to-governance-62e215ad2b3d>

ществу время на реакцию перед обновлением контракта;

- обязательное распределение ключей через мультиподпись с участием независимых валидаторов;

- введение уровня метауправления, где право апгрейда само подлежит управлению через голосование в ДАО.

Эти подходы частично реализованы в MakerDAO и Compound, но их широкое применение остается исключением, а не нормой.

Эмпирические исследования также указывают на практические направления для дальнейшей регуляторной работы. Полезными могут оказаться алгоритмические меры, такие как динамические веса голосов и штрафы за быстрое распространение токенов; институциональные инструменты – ограничение максимального веса одного адреса, правила верификации делегатов, а также социальные механизмы – проведение образовательных кампаний, субсидирование транзакционных издержек для мелких держателей. Кроме того, разработка стандартных метрик экономической централизации, аналогичных коэффициентам Джини, Накамото и минимального кворума, позволит проводить сравнительную оценку централизации управления в ДАО и мониторинг ее изменений во времени.

Не менее значимым направлением является социальное проектирование. Формализация процедур обсуждения, внедрение обязательных периодов обратной связи и стимулирование участия через компенсацию комиссий за транзакции способствуют более равномерному распределению влияния. Важно и развитие культуры критического анализа внутри сообществ, когда несогласие рассматривается не как угроза, а как необходимое условие устойчивости организации.

Отдельное место занимают правовые и гибридные модели управления. Регистрация ДАО в юрисдикциях с признанным правовым статусом позволяет обеспечить прозрачность ответственности и повысить

доверие инвесторов. Как отмечается, сочетание ончейн- и офчейн-механизмов создает основу для ответственной автономии, при которой самоуправление сочетается с юридической защищенностью [19].

Различные методы противодействия централизации демонстрируют неодинаковую эффективность в зависимости от масштабов и целей ДАО. Технические решения обеспечивают высокий уровень автономности на начальных этапах, однако без развитых социальных институтов со временем теряют устойчивость. Модели голосования с делегированием и репутацией позволяют активизировать участников, но порождают риски появления новых элит, основанных на статусе или доступе к информации.

Анализ практики MakerDAO и Curve показывает, что оптимальные результаты достигаются при сочетании архитектурных и социальных механизмов. В MakerDAO, например, внедрение системы делегатов позволило повысить активность голосующих, не нарушив эффективности управления. Curve же продемонстрировала, что зависимость от токенов с правом голосования усиливает вовлеченность, но создает стимулы для накопления власти крупными стейкхолдерами, требуя дополнительных компенсирующих механизмов.

Таким образом, успешные ДАО используют гибридные формы управления, где степень централизации регулируется адаптивно в зависимости от задач и динамики сообщества.

Проблема централизации в ДАО не может быть решена простым устранением всех форм иерархии. Полная децентрализация, хотя и привлекательна в теории, приводит к замедлению принятия решений, снижению ответственности и фрагментации сообщества. Вместе с тем чрезмерная централизация подрывает легитимность ДАО и доверие сообщества. Поэтому основной задачей становится не отказ от централизации, а проектирование ее оптимальных границ. Одним из пер-

спективных направлений является создание динамических систем управления, способных автоматически адаптировать степень децентрализации в зависимости от активности сообщества. Алгоритмическое регулирование распределения голосов и репутации может позволить ДАО сохранять баланс между эффективностью и инклюзивностью.

Практическая значимость подобного подхода заключается в возможности его применения для широкого спектра организаций – от инвестиционных фондов до сообществ с открытым исходным кодом. В будущем именно ДАО, способные институционализировать адаптивные формы централизации, смогут стать устойчивыми управленческими структурами цифровой экономики.

Заключение

Проведенный анализ эмпирических источников и практики функционирования ДАО позволяет получить ряд принципиально важных выводов.

Следует констатировать, что централизация управления в ДАО – эмпирически подтвержденный феномен, присутствующий во множестве крупных и активных систем; она измерима и имеет конкретные пороговые эффекты, при которых несколько влиятельных участников могут единолично диктовать исход. При этом природа источников централизации гетерогенна и может включать в себя особенности инфраструктуры, лежащей в основе

организации, институты и механики токеномики, а также социальную структуру, поведенческие реакции и экономические стимулы участников. Ее невозможно устранить полностью, но можно контролировать и направлять. Эффективное противодействие централизации требует комплексного подхода, объединяющего инновации в области голосования, архитектуры, правового регулирования и социального дизайна.

Эффективность управления и устойчивость ДАО определяются не степенью децентрализации как таковой, а способностью поддерживать баланс между автономией и эффективностью. Будущее децентрализованных организаций зависит от развития гибридных моделей, сочетающих технологическую прозрачность с институциональной подотчетностью и социальной адаптивностью.

Перспективным направлением дальнейших исследований является разработка количественных показателей степени централизации ДАО, аналогичных метрикам децентрализации валидаторов в блокчейнах. Такие показатели позволят объективно оценивать риски и выработать меры по повышению эффективности управления ДАО. Только системный подход, сочетающий теорию, эмпирику и инженерные решения, способен превратить децентрализацию из лозунга в измеримый атрибут цифрового управления.

Список литературы

1. Иващенко Н. П., Шаститко А. Е., Шпакова А. А. Смарт-контракты в свете новой институциональной экономической теории // Журнал институциональных исследований. – 2019. – Т. 11. – № 3. – С. 64–83.
2. Колесник Г. В. Моделирование формирования инвестиционной стоимости инструментов корпоративного контроля // Экономика и математические методы. – 2010. – Т. 46. – № 3. – С. 93–100.
3. Кондырев В. А. Децентрализованные автономные организации: новый путь к принятию решений // Цифровая экономика. – 2018. – № 2. – С. 23–30.

4. *Луняков О. В.* Децентрализованные автономные организации (DAO) как новый формат организации сотрудничества // *Финансовые рынки и банки.* – 2024. – № 5. – С. 23–31.
5. *Пащковская И. В.* Децентрализованные автономные организации (DAO): эволюция технологий и управления // *Финансовые рынки и банки.* – 2024. – № 2. – С. 143–153.
6. *Bodell W. E., Meisami S., Duan Y.* Proxy Hunting: Understanding and Characterizing Proxy-Based Upgradeable Smart Contracts in Blockchains // *Proceeding of 32nd USENIX Security Symposium.* – Berkeley, CA, United States, 2023. – P. 1829–1846.
7. *Buterin V., Hitzig Z., Weyl E. G.* Liberal Radicalism: A Flexible Design for Philanthropic Matching Funds. – URL: <https://symbolplatform.com/files/docs/economics/2018-buterin.pdf>
8. *Caldarelli G.* Overview of Blockchain Oracle Research // *Future Internet.* – 2022. – Vol. 14. – N 6. – P. 175.
9. *Dotan M., Yaish A., Yin H., Tsytkin E., Zohar A.* The Vulnerable Nature of Decentralized Governance in DeFi. – URL: [arXiv:2308.04267v1](https://arxiv.org/abs/2308.04267v1)
10. *Faqir-Rhazoui Y., Arroyo J., Hassan S.* A Comparative Analysis of the Platforms for Decentralized Autonomous Organizations in the Ethereum Blockchain // *Journal of Internet Services and Applications.* – 2021. – Vol. 12 (9). – URL: <https://jisajournal.springeropen.com/articles/10.1186/s13174-021-00139-6>
11. *Fritsch R., Müller M., Wattenhofer R.* Analyzing Voting Power in Decentralized Governance: Who controls DAOs? // *Blockchain: Research and Applications.* – 2024. – Vol. 5. – Issue 3. – Art. 100208. – DOI: 10.1016/j.bcra.2024.100208.
12. *Gencer A. E., Basu S., Eyal I., van Renesse R., Sirer E. G.* Decentralization in Bitcoin and Ethereum Networks // *Financial Cryptography and Data Security.* – Springer, 2018. – P. 439–457.
13. *Hassan S., De Filippi P.* Decentralized Autonomous Organization // *Internet Policy Review.* – 2021. – Vol. 10. – Issue 2. – DOI: 10.14763/2021.2.1556
14. *Kitzler S., Balleit S., Saggese P., Haslhofer B., Strohmaier M.* The Governance of Decentralized Autonomous Organizations: A Study of Contributors' Influence, Networks, and Shifts in Voting Power // *Clark J., Shi E. (eds.) Financial Cryptography and Data Security. FC 2024. Lecture Notes in Computer Science.* – Vol. 14745. – Springer, 2025.
15. *Martinelli C.* Rational Ignorance and Voting Behavior // *International Journal of Game Theory.* – 2007. – Vol. 35. – P. 315–335.
16. *Mehar I., Shier C., Giambattista A., Gong E., Fletcher G., Sanayhie R., Kim H., Laskowski M.* Understanding a Revolutionary and Flawed Grand Experiment in Blockchain: The DAO Attack // *Journal of Cases on Information Technology.* – 2019. – Vol. 21. – Issue 1. – P. 19–32.
17. *Tirole J.* Rational Irrationality: Some Economics of Self-Management // *European Economic Review.* – 2002. – Vol. 46. – N 4-5. – P. 633–655.
18. *Walch A.* Deconstructing “Decentralization”: Exploring the Core Claim of Crypto Systems // *Brummer C. (ed.) Crypto Assets: Legal and Monetary Perspectives.* – Oxford Univ. Press, 2019. – P. 39–68.
19. *Wright A. J.* The Rise of Decentralized Autonomous Organizations: Opportunities and Challenges // *Stanford Journal of Blockchain Law & Policy.* – 2021. – Vol. 4. – N 2. – P. 152–176.

References

1. *Ivashchenko N. P., Shastitko A. E., Shpakova A. A.* Smart-kontrakty v svete novoy institutsionalnoy ekonomicheskoy teorii [Smart-Contracts in View of New Institutional

Economic Theory]. *Zhurnal institutsionalnykh issledovaniy* [Journal of Institutional Research], 2019, Vol. 11, No. 3, pp. 64–83. (In Russ.).

2. Kolesnik G. V. Modelirovanie formirovaniya investitsionnoy stoimosti instrumentov korporativnogo kontrolya [Modeling Development of Investment Value of Corporate Control Tools]. *Ekonomika i matematicheskie metody* [Economics and Mathematic Methods], 2010, Vol. 46, No. 3, pp. 93–100. (In Russ.).

3. Kondyrev V. A. Detsentralizovannye avtonomnye organizatsii: noviy put k prinyatiyu resheniy [Decentralized Autonomous Organizations: New Way to Decision-Making]. *Tsifrovaya ekonomika* [Digital Economy], 2018, No. 2, pp. 23–30. (In Russ.).

4. Lunyakov O. V. Detsentralizovannye avtonomnye organizatsii (DAO) kak noviy format organizatsii sotrudnichestva [Decentralized Autonomous Organizations (DAO) as New Format of Cooperation Organization]. *Finansovye rynki i banki* [Finance Markets and Banks], 2024, No. 5, pp. 23–31. (In Russ.).

5. Pashkovskaya I. V. Detsentralizovannye avtonomnye organizatsii (DAO): evolyutsiya tekhnologiy i upravleniya [Decentralized Autonomous Organizations (DAO): Evolution of Technologies and Management]. *Finansovye rynki i banki* [Finance Markets and Banks], 2024, No. 2, pp. 143–153. (In Russ.).

6. Bodell W. E., Meisami S., Duan Y. Proxy Hunting: Understanding and Characterizing Proxy-Based Upgradeable Smart Contracts in Blockchains. *Proceeding of 32nd USENIX Security Symposium*. Berkeley, CA, United States, 2023, pp. 1829–1846.

7. Buterin V., Hitzig Z., Weyl E. G. Liberal Radicalism: A Flexible Design for Philanthropic Matching Funds. Available at: <https://symbolplatform.com/files/docs/economics/2018-buterin.pdf>

8. Caldarelli G. Overview of Blockchain Oracle Research. *Future Internet*, 2022, Vol. 14, No. 6, p. 175.

9. Dotan M., Yaish A., Yin H., Tsytkin E., Zohar A. The Vulnerable Nature of Decentralized Governance in DeFi. Available at: arXiv:2308.04267v1

10. Faqir-Rhazoui Y., Arroyo J., Hassan S. A Comparative Analysis of the Platforms for Decentralized Autonomous Organizations in the Ethereum Blockchain. *Journal of Internet Services and Applications*, 2021, Vol. 12 (9). Available at: <https://jisajournal.springeropen.com/articles/10.1186/s13174-021-00139-6>

11. Fritsch R., Müller M., Wattenhofer R. Analyzing Voting Power in Decentralized Governance: Who controls DAOs? *Blockchain: Research and Applications*, 2024, Vol. 5, Issue 3, Art. 100208. DOI: 10.1016/j.bcra.2024.100208.

12. Gencer A. E., Basu S., Eyal I., van Renesse R., Siler E. G. Decentralization in Bitcoin and Ethereum Networks. *Financial Cryptography and Data Security*. Springer, 2018, pp. 439–457.

13. Hassan S., De Filippi P. Decentralized Autonomous Organization. *Internet Policy Review*, 2021, Vol. 10, Issue 2. DOI: 10.14763/2021.2.1556

14. Kitzler S., Balielt S., Saggese P., Haslhofer B., Strohmaier M. The Governance of Decentralized Autonomous Organizations: A Study of Contributors' Influence, Networks, and Shifts in Voting Power. Clark J., Shi E. (eds.) *Financial Cryptography and Data Security. FC 2024. Lecture Notes in Computer Science*. Vol. 14745. Springer, 2025.

15. Martinelli C. Rational Ignorance and Voting Behavior. *International Journal of Game Theory*, 2007, Vol. 35, pp. 315–335.

16. Mehar I., Shier C., Giambattista A., Gong E., Fletcher G., Sanayhie R., Kim H., Laskowski M. Understanding a Revolutionary and Flawed Grand Experiment in Blockchain: The DAO Attack. *Journal of Cases on Information Technology*, 2019, Vol. 21, Issue 1, pp. 19–32.

17. Tirole J. Rational Irrationality: Some Economics of Self-Management. *European Economic Review*, 2002, Vol. 46, No. 4-5, pp. 633–655.

18. Walch A. Deconstructing “Decentralization”: Exploring the Core Claim of Crypto Systems. *Brummer C. (ed.) Crypto Assets: Legal and Monetary Perspectives*. Oxford Univ. Press, 2019, pp. 39–68.

19. Wright A. J. The Rise of Decentralized Autonomous Organizations: Opportunities and Challenges. *Stanford Journal of Blockchain Law & Policy*, 2021, Vol. 4, No. 2, pp. 152–176.

Поступила: 21.10.2025

Принята к печати: 05.11.2025

Сведения об авторе

Виталий Владимирович Абрамов

ассистент кафедры прикладной информатики
и информационной безопасности
РЭУ им. Г. В. Плеханова.

Адрес: ФГБОУ ВО «Российский экономический
университет имени Г. В. Плеханова»,
109992, Москва, Стремянный пер., д. 36.

E-mail: Abramov.VV@rea.ru

Information about the author

Vitaly V. Abramov

Assistant Professor of the Department
of Applied Informatics and Information
Security of the PRUE.

Address: Plekhanov Russian University
of Economics, 36 Stremyanny Lane,
Moscow, 109992, Russian Federation.

E-mail: Abramov.VV@rea.ru