

Научная статья
УДК 007.51
doi: 10.17586/2713-1874-2024-3-60-67

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТРОЛЯ И МЕТРИК РАЗНООБРАЗИЯ В ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ АВТОНОМНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Ирина Борисовна Готская¹, Кирилл Олегович Атеев²

¹РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия, iringot@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3074-8936>

²Университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия, 307692@niuitmo.ru, <https://orcid.org/0009-0006-6552-4560>

Язык статьи – русский

Аннотация: В данном исследовании эмпирически изучается распределение контроля и разнообразия в децентрализованных автономных организациях (ДАО) на блокчейне Ethereum. В нем используется ряд показателей: коэффициент Накамото, коэффициент Джини, индекс Херфиндаля-Хиршмана, индекс Тейла, энтропия Шеннона и индекс разнообразия Симпсона - для оценки децентрализации и справедливости в распределении токенов управления. Анализ показывает сложный ландшафт, в котором некоторые ДАО демонстрируют децентрализацию с разнообразием распределения контроля, в то время как другие демонстрируют значительную концентрацию власти и неравенство в распределении сил. Ключевым наблюдением является сосуществование широкого распределения контроля между адресами ЕОА со значительным неравенством во владении токенами управления. Это указывает на то, что широкое распределение контроля не всегда коррелирует со справедливым распределением токенов управления. Исследование также подчеркивает возможность механизмов делегирования, которые могут приводить к более справедливому распределению сил по сравнению с прямым представительством. Данное исследование дает представление о динамике управления ДАО, демонстрируя сложный многоуровневый баланс между децентрализацией и централизацией в децентрализованной технологической инфраструктуре.

Ключевые слова: блокчейн, децентрализация, децентрализованные автономные организации, модель управления, распределение права голоса, смарт-контракты

Ссылка для цитирования: Готская И. Б., Атеев К. О. Исследование распределения контроля и метрик разнообразия в децентрализованных автономных организациях // Экономика. Право. Инновации. 2024. № 3. С. 60–67. <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2024-3-60-67>.

A STUDY OF VOTING POWER DISTRIBUTION AND DIVERSITY METRICS IN DECENTRALIZED AUTONOMOUS ORGANIZATIONS

Irina B. Gotskaya¹, Kirill O. Ateev²

¹Herzen University, Saint Petersburg, Russia, iringot@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3074-8936>

²ITMO University, Saint Petersburg, Russia, 307692@niuitmo.ru, <https://orcid.org/0009-0006-6552-4560>

Article in Russian

Abstract: This study empirically investigates the distribution of control and diversity in decentralized autonomous organizations (DAOs) on the Ethereum blockchain. It uses a number of measures—the Nakamoto coefficient, Gini coefficient, Herfindahl-Hirschman index, Theil index, Shannon entropy, and Simpson diversity index—to assess decentralization and fairness in the distribution of control tokens. The analysis reveals a complex landscape in which some DAOs exhibit decentralization with diversity in the distribution of control, while others exhibit significant concentration of power and inequality in the distribution of power. A key observation is the coexistence of a broad distribution of control among EOA addresses with significant inequality in the ownership of control tokens. This indicates that a broad distribution of control does not always correlate with a fair distribution of management tokens. The study also highlights the possibility of delegation mechanisms that may lead to a more equitable distribution of power compared to direct representation. This study provides insight into the governance dynamics of DAOs by demonstrating the complex multi-level balance between decentralization and centralization in a decentralized technology infrastructure.

Keywords: blockchain, decentralization, decentralized autonomous organizations, governance model, smart-contracts, voting power distribution

For citation: Gotskaya I. B., Ateev K. O. A Study of Voting Power Distribution and Diversity Metrics in Decentralized Autonomous Organizations. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*. 2024. No. 3. pp. 60–67. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.17586/2713-1874-2024-3-60-67>.

Введение. В эпоху структурных изменений в мировой экономике, связанных с появлением новых децентрализованных технологических платформ, способных внедрять в свою инфраструктуру полные по Тьюрингу смарт-контракты, появляется все больше инновационных решений, переосмысливающих подходы и модели управления организациями. Децентрализованные приложения, размещенные в распределенном реестре в виде смарт-контрактов, являются основой для создания новых структур, в которых отсутствует посредник.

Управление организациями – одна из основных областей, где активно применяются децентрализация и смарт-контракты. В настоящее время исследуются и предлагаются новые подходы, связанные с механизмами голосования и плоским одноранговым управлением [1]. Часто предлагаемые подходы связаны с решением проблемы поиска консенсуса между участниками организации для управления протоколом, чтобы децентрализованно управлять ресурсами организации и развивать устойчивость к различным возможным сценариям. Децентрализованные автономные организации (ДАО) уже являются неотъемлемой частью современных блокчейн-экосистем. В социальном плане ДАО воплощают идеалы децентрализации и инклюзивности, поощряя личную свободу и автономию, одновременно способствуя сотрудничеству и инновациям [2]. Являясь значительной инновацией в организационных структурах, они способны повлиять на большую часть бизнеса и общества в будущем [3].

Такой подход к управлению очень близок к «бирюзовым» организациям [4] или холакратии [5], где нет строгой иерархической структуры управления, участники организации равны и могут самостоятельно принимать любые решения. Власть в таких организациях распределена между участниками, что обуславливает их индивидуальные особенности управления, требующие создания вокруг них дополнительной инфраструктуры. Подходящей технологической инфраструктурой для имплементации такого управления может стать публичный блокчейн с реализованными моделями ДАО в виде смарт-контрактов.

Кроме того, данный подход и опыт управления через ДАО может быть использован не

только в протоколах блокчейна, но и в различных структурных областях управления, включая государственное управление и кооперацию сообществ. Такой подход дает значительные преимущества за счет использования технологии блокчейн для повышения безопасности и снижения уязвимости к различным атакам. Традиционные централизованные системы электронного управления, как правило, не публичны и уязвимы к нарушениям целостности данных из-за централизованной природы. ДАО снижают эти риски благодаря неизменяемым, прозрачным смарт-контрактам, которые автоматизируют процессы, сводя к минимуму человеческие ошибки и потенциальные злоупотребления. Кроме того, ДАО повышают прозрачность и подотчетность работы, поскольку каждая транзакция и решение записываются в блокчейн для аудита и общественного контроля, что способствует укреплению доверия. Смарт-контракты обеспечивают автоматическое выполнение правил, сокращая бюрократический надзор и позволяя в режиме реального времени отслеживать и анализировать решения организаций. Это может привести к повышению производительности, лучшему управлению ресурсами и более быстрому и надежному обслуживанию участников, в том числе в государственных системах [6].

Исследовательская проблема. Эффективность управления ДАО напрямую связана с выстроенной моделью взаимодействия между участниками. Согласование интересов различных стейкхолдеров достигается через сбалансированное распределение голосов, которое учитывает вклад каждого участника. Если система распределения прав голоса не учитывает эти различия, это может привести к конфликтам и поляризации, ослабляя управленческие процессы ДАО.

Текущие модели управления в ДАО блокчейн протоколов, несмотря на свою децентрализованную природу, на практике могут демонстрировать значительную централизацию прав голоса и концентрацию власти, что снижает их способность обеспечить справедливое и равноправное управление.

Оценка эффективности моделей управления с помощью анализа эмпирических метрик распределения прав голоса позволит глубже понять действующую структуру организаций

и динамику их развития, с точки зрения распределения прав голоса.

Цель данного исследования – провести анализ текущих эмпирических данных с точки зрения различных метрик оценки децентрализации для оценки эффективности функционирующих моделей ДАО.

Литературный обзор. ДАО действительно могут демократизировать процесс управления и сделать его более устойчивым. Однако существуют эмпирические исследования крупных ДАО, результаты которых свидетельствуют о низкой децентрализации сил при принятии управленческих решений [7], высоких затратах на управление такими организациями [8] и низкой эффективности системы делегирования.

Кроме того, не существует общепринятой формы, которая была бы эффективна для всех. Это также приводит к дополнительным трудностям в сборе и интерпретации эмпирических данных из блокчейна о действиях участников. В то же время в некоторых сетях существуют стандарты для ДАО [9], что позволяет создать интероперабельный интерфейс для управления ими и унифицировать процесс сбора данных о действиях участников и состоянии организации. Наиболее крупные протоколы стараются использовать стандартизированный подход, предложенный сообществом, дополняя его необходимым функционалом.

Тем не менее, невозможно однозначно сказать, являются ли модели управления ДАО неэффективными, поскольку они существуют не так давно, а эмпирических исследований, посвященных текущему функционированию децентрализованных организаций на блокчейне, практически нет. Отчасти это объясняется тем, что сам сбор данных требует дополнительных компетенций в области

разработки, понимания конструкции исследуемого блокчейна и работы смарт-контрактов.

Методы и материалы исследования. Методология сбора данных в этом исследовании предполагает извлечение данных децентрализованных автономных организаций крупных действующих блокчейн-протоколов в сети Ethereum. Поскольку количественные показатели протоколов ДАО достаточно инертны в коротких промежутках времени, в исследовании используется один снимок состояния блокчейна. Полученные данные соответствуют точным неизменяемым данным из блокчейна на момент времени их извлечения, для более легкой воспроизводимости эксперимента. Для непосредственного извлечения данных был использован протокол индексирования The Graph, позволяющий получить доступ к данным смарт-контрактов и транзакций из открытого реестра блокчейна в виде сущностей, которые можно обрабатывать.

Для извлечения сущностей использовались подграфы с открытым исходным кодом от Messari [10], с помощью запросов GraphQL были получены необходимые данные о состоянии ДАО, держателях токенов управления, голосованиях, делегатах и предложениях. Поскольку некоторые адреса могут быть смарт-контрактами, в исследовании рассматривались два варианта данных: с учетом смарт-контрактов и только для аккаунтов, принадлежащих внешним пользователям. Для определения принадлежности адреса к внешним аккаунтам использовалась JavaScript библиотека web3 и публичный RPC-провайдер с открытым исходным кодом. Код для сбора и оценки данных доступен на Github [11].

Рассмотренные в исследовании протоколы и данные об их токенах управления в сети Ethereum приведены в Таблице 1.

Таблица 1

Децентрализованные протоколы и данные об их токенах управления

Протокол	Токен	Адрес токена управления
Uniswap	UNI	0x1f9840a85d5af5bf1d1762f925bdaddc4201f984
Compound	COMP	0xc00e94Cb662C3520282E6f5717214004A7f26888
ENS	ENS	0xC18360217D8F7Ab5e7c516566761Ea12Ce7F9D72
Gitcoin	GTC	0xde30da39c46104798bb5aa3fe8b9e0e1f348163f
dYdX	DYDX	0x92d6c1e31e14520e676a687f0a93788b716beff5
Angle	ANGLE	0x31429d1856ad1377a8a0079410b297e1a9e214c2
Cryptex	CTX	0x321C2fE4446C7c963dc41Dd58879AF648838f98D

Для комплексной оценки децентрализованной автономной организации с использованием полной эмиссии токенов управления используется несколько метрик. Такой подход к описанию текущего состояния более точно отражает перспективу распределения власти, поскольку относительная стоимость обращающихся токенов управления не является репрезентативной из-за молодости таких организаций. Большинство токенов управления заблокированы и используются для постепенного вознаграждения пользователей.

Коэффициент Накамото определяет минимальное количество участников, необходимое для контроля большинства держателей токенов или делегирования полномочий. В исследовании используется подсчет участников при их совокупном пересечении 50% эмиссии токенов управления. Более низкий коэффициент, обычно менее 5, говорит о более высокой концентрации контроля и большем риске централизации, что делает организацию более уязвимой для одностороннего принятия решений. И наоборот, более высокий коэффициент Накамото указывает на более широкое распределение контроля, что подразумевает более высокий уровень децентрализации.

Коэффициент Джини измеряет неравенство в распределении токенов внутри ДАО. Значение метрики варьируется от 0 (полное равенство) до 1 (максимальное неравенство). В контексте ДАО более высокий коэффициент Джини указывает на концентрацию эмиссии и управленческой власти, что потенциально может привести к несправедливому влиянию и контролю. Более низкий коэффициент Джини указывает на более справедливое распределение токенов, что желательно для развития демократических структур управления в ДАО.

Индекс Херфиндаля-Хиршмана (ИХХ) оценивает концентрацию рынка и дисперсию контроля. В контексте ДАО значение ИХХ выше 2500 указывает на высокую концентрацию и потенциальную олигополию, в то время как значение ниже 1500 указывает на конкурентный и децентрализованный ландшафт. Значения, близкие к 0, указывают на высококонкурентную среду со здоровой дис-

персией контроля, что подразумевает наиболее децентрализованную структуру ДАО.

Индекс Тейла измеряет неравенство в распределении, используя подход, основанный на энтропии. В ДАО более высокий индекс Тейла означает большее неравенство в распределении токенов, сигнализируя о потенциальных рисках в принятии справедливых решений и распределении ресурсов. Более низкое значение индекса отражает более равномерное распределение, соответствующее децентрализации и равному участию.

Энтропия Шеннона оценивает разнообразие и непредсказуемость распределения токенов управления. Более высокое значение энтропии Шеннона указывает на более разнообразное и непредсказуемое распределение, что является положительным признаком децентрализации в ДАО. Более низкие значения энтропии указывают на более предсказуемое и потенциально централизованное распределение токенов, что может быть признаком централизации управления.

Индекс разнообразия Симпсона измеряет вероятность того, что два случайно выбранных субъекта отличаются друг от друга, тем самым количественно оценивая разнообразие. В контексте ДАО более высокий индекс Симпсона (ближе к 1) указывает на большее разнообразие держателей токенов управления, что говорит о децентрализованном и разнообразном ландшафте участников. Более низкое значение индекса указывает на меньшее разнообразие и потенциальные риски централизации управления и контроля.

Каждая метрика применяется как к владельцам токенов управления с возможностью голосования, так и к владельцам токенов с учетом делегированных прав голоса. В совокупности эти метрики дают многомерное представление об уровне децентрализации, распределении власти и разнообразии контроля в каждой ДАО, раскрывая нюансы структуры управления, распределения токенов и потенциальных рисков централизации.

Результаты исследования. Текущие эмпирические данные о состоянии крупных децентрализованных организаций и их токенов управления в сети Ethereum представлены в таблице 2.

Состояние крупных ДАО в Ethereum на момент 29.03.2024*Источник: составлено авторами*

Протокол	Uniswap	Compound	ENS	dYdX	Gitcoin	Angle	Cryptex
Держатели токена за все время	1304818	638228	228183	165503	154801	8225	5397
Текущие держатели токена	378691	218861	66132	54027	94567	3316	2064
Отправления токена	4509599	2163942	851594	685237	528376	64632	44626
Голосования	45889	12834	4554	2509	5036	9	69
Делегаты	45037	11684	34735	165602	18996	40	32
Предложения	68	234	22	17	66	5	16

Ниже в таблице 3 представлен подробный анализ выбранных децентрализованных автономных организаций через призму их токенов управления, которые представляют собой право голоса в организации. В приведен

ном анализе рассматриваются только адреса внешних счетов владельцев (ЕОА), которые не являются смарт-контрактами, поскольку они наиболее репрезентативны для прямых участников ДАО.

Таблица 3

Метрики децентрализации ДАО, учитывающие только ЕОА на момент 29.03.24

Протокол	Uniswap	Compound	ENS	Gitcoin	dYdX	Angle	Cryptex
Накамото	319	40	4516	310	3243	2244	948
Накамото с делегатами	91	35	37360	98	162124	1701	19
Джини	0.975	0.949	0.986	0.980	0.978	0.991	0.985
Джини с делегатами	0.997	0.993	0.997	0.997	0.999	0.993	0.992
ХХИ	34.298	378.294	47.313	1059.752	47.685	51.372	290.484
ХХИ с делегатами	40.728	139.952	38.722	292.233	36.596	42.783	196.256
Тейл	3.181	7.510	2.043	4.259	2.338	1.463	3.566
Тейл с делегатами	3.999	4.187	1.801	2.714	1.751	1.130	2.1
Энтропия Шеннона	4.589	10.835	2.947	6.144	3.373	2.111	5.145
Энтропия Шеннона с делегатами	5.769	6.04	2.598	3.915	2.527	1.63	3.029
Симпсон	0.997	0.962	0.995	0.894	0.995	0.995	0.97
Симпсон с делегатами	0.996	0.986	0.996	0.97	0.996	0.996	0.98

В таблице 4 представлен аналогичный анализ выбранных ДАО через призму их токенов управления, только с учетом всех адресов, включая смарт-контракты и ЕОА.

Таблица 4

Показатели децентрализации ДАО с учетом всех адресов на момент 29.03.24

Протокол	Uniswap	Compound	ENS	Gitcoin	dYdX	Angle	Cryptex
Накамото	10	9	1	3	2	3	3
Накамото с делегатами	10	9	1	3	2	2	3
Джини	0.956	0.969	0.951	0.941	0.984	0.974	0.981
Джини с делегатами	0.996	0.991	0.997	0.995	0.999	0.988	0.984
ИХХ	1500.419	733.751	9664.646	2285.213	3235.62	3898.733	3395.312
ИХХ с делегатами	1480.292	507.908	3219.952	1243.721	2847.166	2137.872	1800.545
Тейл	7.01	7.160	5.167	7.615	4.015	5.761	4.153
Тейл с делегатами	5.01	5.277	2.632	3.944	2.597	2.863	3.22
Энтропия Шеннона	10.113	10.33	7.454	10.986	5.793	8.311	5.992
Энтропия Шеннона с делегатами	7.256	7.613	3.797	5.69	3.747	4.13	4.646
Симпсон	0.85	0.927	0.033	0.771	0.676	0.61	0.66
Симпсон с делегатами	0.852	0.949	0.678	0.876	0.715	0.786	0.82

Сравнение данных ЕОА и данных по всем адресам в выбранных протоколах ДАО выявляет заметные различия. В целом анализ ЕОА показывает более рассредоточенное и справедливое распределение контроля, что свидетельствует о менее централизованной структуре управления среди отдельных пользователей. Этот контраст подчеркивает значительное влияние смарт-контрактов на концентрацию контроля в этих ДАО, подчеркивая двойственную природу механизмов контроля, включающих как отдельных участников, так и автоматизированные контракты. Это также говорит о том, что, хотя смарт-контракты обеспечивают наибольшую концентрацию токенов управления, они, как правило, являются казной ДАО, lock-контрактами или пуллами децентрализованных бирж,

которые позволяют более равномерно распределять токены управления между участниками с течением времени, экономически стимулируя их участие. Поскольку просто раздавать токены управления ДАО было бы неэффективно. Со временем распределение власти должно стать более децентрализованным, и все выбранные протоколы движутся в этом направлении, как видно из данных ЕОА.

В полученных результатах можно также отметить протокол dYdX, в котором с помощью механизма делегирования распределено большое количество прав голоса, существенно увеличивая количество агентов управления, но при этом сохраняя высокую концентрацию и неравномерность распределения эмиссии токенов управления.

Выводы. Полученные результаты демонстрируют сложные нюансы, присущие структурам управления ДАО. Показатели дают многомерное представление о балансе между централизацией и децентрализацией, равенстве распределения токенов и разнообразии контроля. Каждая ДАО представляет собой уникальный профиль, отражающий ее основную философию управления и операционную динамику.

Ключевым наблюдением исследования является взаимосвязь между коэффициентом Накамото и другими показателями, такими как коэффициент Джини и ИХХ. Некоторые ДАО демонстрируют парадокс, когда высокий коэффициент Накамото, свидетельствующий о широком распределении контроля, сосуществует с высоким коэффициентом Джини, указывающим на значительное неравенство в распределении токенов управления. Эта дихотомия выявляет важную тенденцию в управлении ДАО: распределение контроля не обязательно подразумевает справедливое распределение власти. Подобное явление объясняется молодостью таких организаций, когда большая часть токенов управления еще заблокирована или используется в качестве казначейства сообщества. Постепенно токены управления распределяются между участниками в качестве вознаграждения и за счет притока новых пользователей, при этом сохраняется широкая дисперсия контроля.

Более того, различие между ИХХ для прямых держателей токенов и тех, кто имеет делегированные токены, выявляет тенденцию к динамической децентрализации. В некоторых случаях высокая концентрация контроля снижается при учете делегирования, что гово-

рит о влиянии на структуру распределения власти через делегирование токенов управления.

Тем не менее, на данный момент большинство метрик указывают на значительное неравенство в распределении власти. Это неравенство несколько смягчается при учете делегированных токенов, о чем свидетельствуют в целом более низкие значения индекса Тейла для соответствующих метрик. Это говорит о том, что механизмы делегирования могут играть определенную роль в снижении экономического неравенства в ДАО.

Кроме того, механизмы делегирования могут использоваться для более равномерного распределения права голоса среди участников, чтобы решить проблему концентрации заблокированной эмиссии токенов управления без возможности их использования. Это может быть, к примеру, общий пулл токенов и правила работы с этой эмиссией для внешних агентов в виде подотчетных верифицированных смарт-контрактов. Подобный подход потенциально помогает одновременно, не теряя контроль над эмиссией, предоставлять возможность управления широкому кругу внешних агентов и реализовывать более сложные формы управления.

Используемые метрики дают представление о том, как децентрализация реализуется на практике, проявляясь в различных формах структур управления и моделях распределения власти. Исследование подчеркивает важность рассмотрения не только концептуальных подходов и поверхностных показателей децентрализации, но и подлинного понимания динамики контроля в новых организационных формах на практических примерах.

Список источников

1. Атеев К. О., Широков И. А., Олимпиев Н. В. Разработка архитектуры системы принятия решений на основе гибридного голосования в децентрализованной автономной организации // Современные наукоемкие технологии. 2023. № 9. С. 10–14.
2. Jones K. Blockchain in or as Governance? Evolutions in Experimentation, Social Impacts, and Prefigurative Practice in the Blockchain and DAO Space // Information Polity. 2019. Т. 24. № 4. С. 469–486. (In Eng.).

References

1. Ateev K. O., Shirokov I. A., Olimpiev N. V. Development of the Architecture of a Decision-Making System Based on Hybrid Voting in a Decentralized Autonomous Organization. *Sovremennyye naukoemkiye tekhnologii*. 2023. No. 9. pp. 10–14. (In Russ.).
2. Jones K. Blockchain in or as Governance? Evolutions in Experimentation, Social Impacts, and Prefigurative Practice in the Blockchain and DAO Space. *Information Polity*. 2019. Vol. 24 No. 4. pp. 469–486.

3. Gogel D., Kremer B., Slavin A., Werbach K., et al. Decentralized Autonomous Organizations: Beyond the Hype [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Decentralized_Autonomous_Organizations_Beyond_the_Hype_2022.pdf (In Eng.).
4. Velikorossov V. V., Butov A. V. «Turquoise» Organizations as a New Form of Social Partnership // *Economics and Management: Problems, Solutions*. 2019. Т. 4. №. 2. С. 27–35. (In Eng.).
5. Liebert F. Holacracy as a New Approach to New Product Development in the IT Industry – Case Study // *Scientific Notebooks. Organization and Management*. 2020. №. 145. С. 279–296. (In Eng.).
6. Diallo N., Shi W., Xu L., Gao Z., Chen L., Lu Y., et al. eGov-DAO: A Better Government Using Blockchain-Based Decentralized Autonomous Organization // *Proceedings of the International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG)*. 2018. С. 166–171. (In Eng.).
7. Feichtinger R., Fritsch R., Vonlanthen Y., Wattenhofer R. The Hidden Shortcomings of (D)AOs – An Empirical Study of On-Chain Governance. 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.12125> (In Eng.).
8. Schmitt J. P., Augart G., Hüsiger S. Decentralized Blockchain Governance and Transaction Costs in Digital Transformation: The Case of the DAO Revisited. 2023 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.23919/PICMET59654.2023.10216831> (In Eng.).
9. How to Set up On-Chain Governance // *OpenZeppelin* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.openzeppelin.com/contracts/5.x/governance> (In Eng.).
10. Messari Subgraphs. *GitHub repository* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/messari/subgraphs> (In Eng.).
11. DAOs Measures. *GitHub repository* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://github.com/kirill-ateev/article-tools/tree/main/DAOs%20measures> (In Eng.).
3. Gogel D., Kremer B., Slavin A., Werbach K., et al. Decentralized Autonomous Organizations: Beyond the Hype. Available at: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Decentralized_Autonomous_Organizations_Beyond_the_Hype_2022.pdf
4. Velikorossov V. V., Butov A. V. «Turquoise» Organizations as a New Form of Social Partnership. *Economics and Management: Problems, Solutions*. 2019. Vol. 4. No. 2. pp. 27–35.
5. Liebert F. Holacracy as a New Approach to New Product Development in the IT Industry – Case Study. *Scientific Notebooks. Organization and Management*. 2020. No. 145. pp. 279–296.
6. Diallo N., Shi W., Xu L., Gao Z., Chen L., Lu Y., et al. eGov-DAO: A Better Government Using Blockchain-Based Decentralized Autonomous Organization. *Proceedings of the International Conference on eDemocracy & eGovernment (ICEDEG)*. 2018. pp. 166–171.
7. Feichtinger R., Fritsch R., Vonlanthen Y., Wattenhofer R. The Hidden Shortcomings of (D)AOs – An Empirical Study of On-Chain Governance. Available at: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.12125>
8. Schmitt J. P., Augart G., Hüsiger S. Decentralized Blockchain Governance and Transaction Costs in Digital Transformation: The Case of the DAO Revisited. 2023. Available at: <https://doi.org/10.23919/PICMET59654.2023.10216831>
9. How to Set up On-Chain Governance. *OpenZeppelin*. Available at: <https://docs.openzeppelin.com/contracts/5.x/governance>
10. Messari Subgraphs. *GitHub repository*. Available at: <https://github.com/messari/subgraphs>
11. DAOs Measures. *GitHub repository*. Available at: <https://github.com/kirill-ateev/article-tools/tree/main/DAOs%20measures>