



Новые возможности экономики  
вещей

# Сеть Weeve

Книга токенов (часть 3/4)

---

# Сетевой протокол и модель токена Weeve

Сидд Бхасин и Себастьян Гаек  
Weeve.network

## Аннотация

Токенизированные данные, введенные в сеть, поддерживающую экономические механизмы и принципы, имеют огромную ценность, с этим никто не поспорит. Сеть Weeve открывает новые возможности экономики вещей, вводя уровень коммерциализации между IoT-устройствами (связанными через Интернет вещей) и блокчейном. В сети Weeve машины (или их «вивы») индексируют, обрабатывают, токенизируют и продают собранные данные и взамен получают цифровые активы, главным образом криптовалюту.

Weeve прогнозирует появление как открытых, так и закрытых торговых площадок для любой формы цифровых активов, начиная с геолокационных данных и заканчивая данными о потреблении электроэнергии и статусе передачи, где поставщики и потребители данных (покупатели и продавцы соответственно) могут взаимодействовать, депонировать предложение и спрос и обмениваться цифровыми активами по условленным ценам.

Чтобы обеспечить стабильность сети, учитывая наличие рациональных игроков, не обязательно следующих стратегии честной игры, в сети используются механизмы криптоэкономического стимулирования. Чтобы принять участие в игре (и, следовательно, в сети), игроки должны внести токен в качестве обеспечения своих действий. В случае нестабильности сети (например, при возникновении споров, нечестного обмена, нарушений) сообщество может истребовать обеспечение. Встроенные элементы механизма Weeve позволяют гарантировать, что нечестные или недобросовестные стратегии будут наказаны путем удержания обеспечения, а честные стратегии будут поощряться механизмами вознаграждения.

Ключевые слова: теория игр, криптоэкономика, честный обмен, механизм на основе взносов, рациональные игроки

# 1 Введение

## 1.1 Обоснование

Интернет вещей стремительно приближается к своей критической массе. По оценкам Gartner к 2017 году Интернет вещей будет насчитывать 8 миллиардов устройств, и эта цифра обещает вырасти до 28 миллиардов к 2021 году. При таком баснословном количестве устройств, подключенных к Интернету, экономическая ценность также обещает к 2025 году составить космическую сумму — \$4–11 триллионов в год.

Конечно, это слишком позитивные оценки, и без соответствующей инфраструктуры, способной поддержать такой стремительный экономический рост, его экономическая ценность будет со временем падать до уровня, предшествующего всеобщему подключению. Недавно появившиеся технологии блокчейна несут новую парадигму с огромным потенциалом создания новых направлений в экономике.

Они станут своего рода трамплином для полностью автоматизированной коммерциализации данных между устройствами, тем самым открывая новые возможности для экономики вещей (ЕoT). В экономике вещей IoT-устройства от лица своих владельцев (частных лиц, организаций или юридических лиц) предлагают свои данные с применением таких концепций, как торговые площадки первой и второй цены, а другие IoT-устройства или субъекты принимают данные в обмен на криптовалюту или соответствующие цифровые активы (например, обменивают геолокационные данные на температурные). Давайте представим, например, что солнечная батарея в обмен на криптовалюту продает лишнюю энергию электромобилю, который необходимо зарядить. Солнечная батарея, оборудованная амперметром, способна замерить текущий уровень потребления и дать электрическому реле команду отключить подачу, когда будет передано условленное количество энергии. Все это примеры токенизируемых данных, демонстрирующие способность IoT-устройств создавать различные инновационные направления блокчейн-экономики на базе Oracle.

## 1.2 Сложности реализации

Прежде чем станет возможным реализовать экономику вещей, и прежде чем данные станут приносить экономическую пользу, и ими можно будет обмениваться, необходимо решить фундаментальную проблему:

**Как создать бездоверительную<sup>1</sup> сеть, в которой (анонимные) субъекты соблюдают принципы торговой площадки, а именно депонируют предложение и спрос по справедливой цене?**

Качество и происхождение данных имеют важнейшее значение для успешного функционирования Интернета вещей. При использовании компьютеров мы часто

---

<sup>1</sup> Под «бездоверительной сетью» мы имеем в виду полностью децентрализованную самоподдерживаемую сеть, где игроки взаимно не доверяют друг другу.

сталкиваемся со сбоями и непредвиденными отказами. IoT-устройства, осуществляющие сбор ценных данных (цифровых активов), попросту представляют собой простые облегченные компьютеры, подключенные к сети Интернет. Требуется много усилий, чтобы проследить, чтобы устройства не предлагали данные, которые им не принадлежат, или сфабрикованные данные ради лучшей цены. Нередко устройства неверно настроены, и не чистые на руку поставщики получают выгоду от фальсификации результатов. Использование недостоверной информации часто приводит к худшим результатам, чем отсутствие вообще какой-либо информации. Без возможности достоверно (криптографически) идентифицировать устройство, установить происхождение и целостность данных немногие потенциальные покупатели данных будут в достаточной степени уверены в системе, чтобы свободно торговать данными на соответствующей торговой площадке, где принадлежность данных доподлинно не может быть установлена.

Не менее важной представляется проблема отсутствия стандартов для устройств. При быстром интернет-поиске и даже при тщательном изучении отраслевых отчетов обнаруживается полная неразбериха с протоколами и стандартами, которые практически не проясняют ситуацию. Вследствие этого как операторы торговых площадок, так и участники испытывают трудности с оценкой надежности и безопасности устройств и предоставляемых ими данных. Данные, как и практически любой другой товар, обладают ценностью в зависимости от источника происхождения. Чтобы торговая площадка могла назначить справедливую цену за данные (или поток данных), необходимо понимать, какой путь прошли данные от датчика до торговой площадки. Чем выше вероятность того, что с данными могли что-то сделать, тем менее достоверными они являются, а следовательно, и цена их будет ниже. Именно эти факторы влияют на оценку стоимости цифрового актива, в данном случае данных.

### 1.3 Общее описание механизма использования криптоэкономического токена в Weeve

В сетях с множеством участников для получения максимальной выгоды стороны выбирают различные стратегии. В реальности, когда имеют место финансовые стимулы, мы чаще сталкиваемся с нечестными участниками. Например, появляются подделки. Производители поддельных данных могут выдавать себя за реальных производителей и таким образом использовать систему для получения выгоды. Может встречаться плагиат, подделка брендов или нарушения патентов, в результате чего возникают черные рынки. Такие проблемы неминуемо сопровождают систему с плохо продуманными механизмами стимулирования, следствием чего становятся неумышленные неправомерные действия.

Чтобы создать стабильную сеть, стимулирующую все стороны действовать честно и поддерживать честность во всей системе, необходим такой механизм, который будет это поощрять. Для этого в сети Weeve используются принципы криптоэкономики — одного из невероятных плодов современных блокчейн-технологий. В сети Weeve приложения для торговых площадок и сопутствующие сервисы для регистрации устройств, валидации активов и разрешения споров создаются на базе блокчейна. Использование технологии блокчейна дает нам (i) единицу стоимости, которую можно использовать, чтобы совершать с ней операции и создавать стимулы и штрафы, а также (ii) инструментарий, при помощи которого мы можем создавать условную логику в форме смарт-контрактов. Сеть Weeve,

связанная с блокчейном, создает систему стимулов, поощряющих организацию торговых площадок с высоким качеством данных.

Проще говоря, кураторы торговых площадок вносят токены в качестве обеспечения, гарантирующего качество поставляемых и запрашиваемых данных. Сетевой протокол Weeve позволяет держателям токенов проверять кураторов торговых площадок. Если проверка не пройдена, депозит изымается и делится в виде вознаграждения между держателями токенов, участвовавшими в проверке. В сетевом протоколе Weeve используется аналогичный механизм для стимулирования владельцев устройств, чтобы они поддерживали высокие стандарты участия в сети и таким образом обеспечивали экономическую ценность передаваемых данных (а не поток фальшивых данных). Чтобы стать участником торговой площадки, владелец устройства должен быть включен в соответствующий реестр устройств. Каждому реестру имеет определенный стандарт участия, которому должно соответствовать устройство. Реестр сети Weeve выступает в роли своего рода механизма оценки качества данных. Чтобы стать участником реестра, кандидаты вносят депозит, выраженный во внутренних токенах реестра. Держатели токенов могут проверить устройство. Если устройство надежное и внесено в список, владелец устройства сохраняет свой депозит и может забрать его, если решит выйти из реестра.

Смысл этого механизма стимулирования заключается в том, что устройства, не отвечающие необходимым стандартам участия, генерирующие ненадежные данные или не соблюдающие сетевой этикет, не будут регистрироваться в реестре, так как это ведет к финансовым убыткам. Более того, он стимулирует кураторов торговых площадок обеспечивать реальный поток качественных данных, гарантировать равновесие цен для поставщиков и потребителей и следить за нарушениями. Обратной стороной этого механизма являются штрафы, то есть риск потери взноса.

## 2 Видение Weeve

Weeve видит свою миссию в том, чтобы создавать возможности для реализации экономики вещей, где IoT-машины (или их вивы) индексируют, обрабатывают и продают собранные данные и взамен получают цифровые активы, главным образом криптовалюту. Мы прогнозируем появление как открытых, так и закрытых торговых площадок для любой формы цифровых активов, начиная с геолокационных данных и заканчивая данными о потреблении электроэнергии и статусе передачи, где поставщики и потребители данных (покупатели и продавцы соответственно) могут взаимодействовать, депонировать предложение и спрос и честно обмениваться цифровыми активами по условленным ценам.

### 2.1 Цели проектирования сети

Цель сети Weeve — создать доверительные отношения между устройствами и подготовить почву для новых стандартов для последующего создания новых торговых площадок для честной торговли активами между IoT-устройствами.

#### 2.1.1 Качество данных

Главная задача сети — обеспечить качество данных на торговой площадке. Качество данных определяется репутацией и подлинностью субъекта, генерирующего данные, мерами, принимаемыми для мониторинга и защиты процессов сбора, обработки и транспортировки данных, результатами валидации с привлечением доверенных третьих лиц или при помощи демократического кворума. Все эти механизмы необходимы для аттестации данных. При попытках масштабной реализации экономики вещей вопрос аттестации данных стоит особо остро. Решив эту важнейшую проблему, Weeve позволит создавать экономику вещей, в основе которой лежит надежная и подлинная информация. Привязывая к устройствам аттестационные параметры, например, кто владелец устройства, историю проверок и результаты автоматизированного тестирования в режиме реального времени, сеть гарантирует определенный уровень надежности и качества услуг. Имея такие защитные механизмы от мошенничества, мы повышаем безопасность торговой площадки, благодаря чему участники могут уверенно обмениваться цифровыми активами.

### 2.1.2 Стабильность сети

Работа экономического рынка предполагает, что все его участники абсолютно рациональные. Рынок Weeve базируется на том же допущении; <sup>2</sup>. Игроки Weeve всегда действуют таким образом, чтобы получить максимальную выгоду.

Рациональный игрок не обязательно выбирает стратегию, которая приведет к процветанию сети. В реальности рациональный игрок действует эгоистично, нечестно и при необходимости легко предаст других участников. Такие действия могут быть критичными для сети, так как они ее дестабилизируют. Если сеть нестабильна, в ней не будет активного предложения и спроса: покупатели рискуют приобрести ложные данные или заплатить завышенную цену, а продавцы не будут иметь оснований для того, чтобы устанавливать более высокую цену.

Устройство рыночных механизмов в сети Weeve обеспечивает равновесие между ключевыми игроками и важными рыночными силами. В равновесном состоянии каждый игрок Weeve будет выбирать стратегию максимальной выгоды. Суть механизма работы сети Weeve заключается в триггерной стратегии: игроки, поддерживающие стабильность сети, получают вознаграждение, а игроки, дестабилизирующие сеть, наказываются. Механизм вознаграждения прямо стимулирует игроков участвовать в сети, продавать свои данные и использовать свои знания и возможности для обеспечения стабильности сети. Без соответствующих механизмов стимулирования сеть будет пассивной, а торговые площадки не будут развиваться из-за слабого, незначительного предложения и спроса. С другой стороны, механизм наказания направлен на борьбу со стратегиями, дестабилизирующими

---

<sup>2</sup>Сеть Weeve состоит из машин, которые преимущественно выполняют вычислительные операции, в отличие от людей, часто действующих нерационально. Механизм реализован в виде протокола и жестко запрограммирован в устройстве, а следовательно, нерациональные отклонения крайне маловероятны.

сеть. Дестабилизирующие стратегии игры участников сети Weeve не поощряются и приводят к убыткам.

### 2.1.3 Децентрализованные стандарты, определяемые сообществом

Для масштабного развертывания сети мы предполагаем, что различные игроки, независимо от используемых технологий (по крайней мере на начальном этапе развертывания сети), могут подключиться к сети. Давая владельцам торговых площадок возможность определять стандарты совместимости и достоверности, мы позволяем торговым площадкам децентрализованно регулировать самих себя.

Технологические инновации часто появляются задолго до появления соответствующего регулирования, поэтому особенно важно обеспечить возможность создания гибких стандартов, утверждаемых самим сообществом. IoT-устройства, как и любые другие вычислительные машины, производятся многими компаниями для самых различных целей. Чтобы несвязанные между собой компании могли разрабатывать совместимые устройства, они должны соблюдать одинаковые стандарты и процедуры. Путем (криптографического) закрепления этих стандартов операторы устройств получают экономический стимул для их соблюдения.

Для создания и последующей доработки соответствующих стандартов участия применяется механизм управления. Благодаря тому, что реальные пользователи стандартов сами определяют их будущее состояние, участники сети Weeve имеют более короткие циклы обратной связи на предложения и групповые обсуждения, стандарты будут появляться на небольших динамичных торговых площадках, в то время как сейчас внедрением стандартов занимаются крупные всеобъемлющие международных органы по стандартизации. В результате этого мы получаем гибкое и своевременное изменение стандартов с постепенным повышением качества данных и стабильности сети.

### 2.1.4 Урегулирование конфликтов

Экономика естественным образом порождает споры. Например, представьте себе спор между покупателем и продавцом, где покупатель заявляет, что он не получил товары или услуги, которые заказывал. Существует три основных вида урегулирования споров. Цель медиации — привлечь нейтральную третью сторону, чтобы помочь конфликтующим сторонам самостоятельно прийти к договоренности.

Медиаторы не предлагают готовое решение, они работают с конфликтующими сторонами, чтобы выяснить интересы, лежащие в основе их позиций. При арбитраже нейтральная третья сторона выступает в качестве судьи, отвечающего за разрешение спора.<sup>3</sup> Арбитр анализирует факты, имеющие отношение к делу, и выносит обязательное для исполнения решение. Самый привычный способ разрешения споров — судебное разбирательство, при котором, как правило, ответчик выступает против истца перед судьей или судебной коллегией. Судья или судебная коллегия взвешивают факты и свидетельства и на их основании выносят решение.

---

<sup>3</sup> e.g. <https://jury.online/arbitration>.



Если невозможно достичь автоматического консенсуса при помощи протокола разрешения споров, участники сети Weeve будут использовать арбитраж. Стоит отметить, что при необходимости для разрешения споров можно прибегнуть также и к судебному разбирательству. Технологии блокчейна предлагают удобную инфраструктуру для реализации концепции распределенного судебного разбирательства, и Weeve планирует в будущем развивать это направление.

## 2.2 Участники сети и кураторы узлов

На верхнем уровне мы предполагаем конечное количество групп узлов  $N = \{1, \dots, n\}$ , подключенных к сети (или графу). Сеть — это пара  $(N, g)$ , где «g» — группа узлов. Пусть «g» обозначает один из стандартных способов представления сетей: в виде матриц смежности или в виде списков пар соединенных между собой узлов. Каждый узел представляет игрока (или нескольких игроков) в сети, который владеет узлом, контролирует его или курирует его работу (см. Рис. 1).

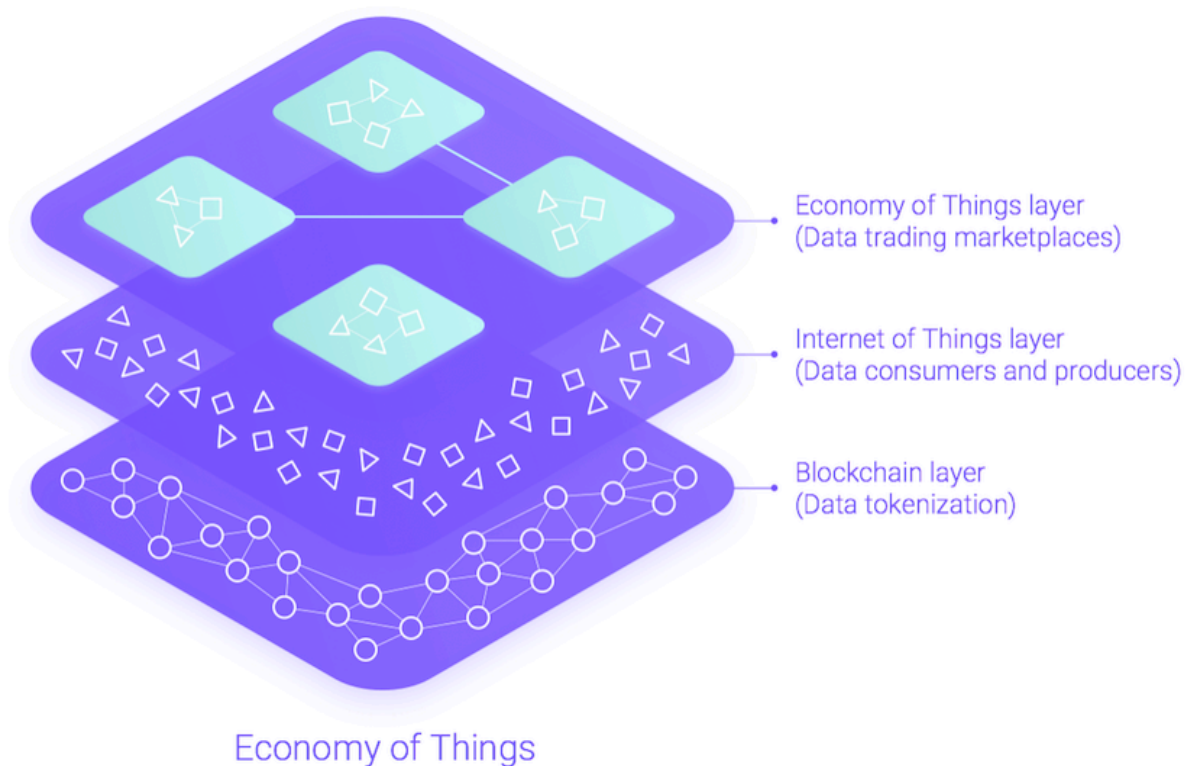


Рисунок 1: Сеть Weeve, состоящая из производителей и потребителей данных, торговых площадок, валидаторов и арбитров.

### 2.2.1 Узлы

Каждый узел в сети Weeve представляет собой одну из следующих основных функций, которые в дальнейшем могут быть изменены (см. Раздел 5), как показано на Рис. 2:

Узел устройства является источником и/или получателем цифровых активов. Проще говоря, узел устройства — это IoT-устройство, предназначенное для предложения или получения активов. В целом, это любая вычислительная машина, предлагающая свои ресурсы сети Weeve или запрашивающая ресурсы в сети. Иногда мы будем называть продавцов устройствами, поставляющими активы, а покупателей — устройствами, запрашивающими активы. Актив — это любая форма токенизированных данных с потенциальной ценностью.

Узел реестра управляет владением устройствами и их свойствами. Целью этих узлов в сети Weeve является идентификация и классификация устройств. Реестр — это список устройств, соответствующих определенным стандартам участия, в которых прописаны такие критерии, как идентификационные данные устройства, идентификационные данные владельца устройства, совместимые протоколы, стратегии транзакций и функциональные возможности устройства.

Узел торговой площадки — это шлюз экономической активности. Рынок — это среда, позволяющая покупателям и продавцам определенных товаров или услуг взаимодействовать друг с другом и способствующая обмену. Товары и услуги в сети Weeve главным образом представлены токенизированными данными.

Владелец устройства: осуществляет транзакции в сети за вознаграждение.

Владелец реестра: предлагает правила реестра и следит за их исполнением, включая стандарты участия, комиссию за включение в реестр, критерии валидации и политики арбитража.

Владелец торговой площадки: предлагает правила подписки и курирует их исполнение, включая стандарты устройств, комиссию за регистрацию, критерии валидации и политики арбитража.

Валидатор: оценивает и приводит в исполнение стандарты участия за вознаграждение.

Арбитр: разрешает споры за вознаграждение.

Рис. 2: Ключевые игроки сети Weeve

Узел валидации выполняет контрольную функцию в сети Weeve. Задача узла валидации — поддерживать реестр устройств и узлы торговых площадок в классификации устройств. Узлы валидации — это аудиторы, оценивающие и подтверждающие соответствие свойств

устройств стандартам участия. Они проверяют, отвечают ли устройства требованиям той или иной торговой площадки.

Узел арбитража выполняет функцию разрешения споров в сети Weeve.

### 2.2.2 Кураторы и система управления

Узлы выполняют важные функции в сети Weeve. Фактически каждый из вышеуказанных узлов принадлежит, курируется и управляется физическим или юридическим субъектом. Субъект может быть как физическим лицом, так и компанией, правительством, некоммерческой организацией или любым другим лицом. Функции субъекта могут быть реализованы не только посредством действий юридического лица, но и посредством смарт-контракта, веб-сервера или любого другого программируемого интерфейса. Такой гибкий подход позволяет реализовать целый спектр функций от полной централизации до полной децентрализации: корпоративные лица могут полностью контролировать свои узлы, а сообщества или консорциумы могут реализовать равноправный подход. Как именно будет реализована система управления, остается на усмотрение узлов по договоренности между кураторами узлов. Для простоты объяснения мы предположим, что сеть Weeve состоит из следующих основных кураторов (см. Рис. 1):

- Владельцы реестров ведут реестры устройств и определяют стандарт оценки репутации владельцев устройств и критерии включения устройств в реестр сообщества. Эти критерии могут варьироваться от таких субъективных фактов, как сумма депозита, история регистрации в реестрах, репутация производителя устройства, до таких объективных фактов, как уникальный криптографический идентификатор или поддержка аппаратного/программного обеспечения с высокими стандартами безопасности. Владельцы реестров также определяют критерии исключения устройств из реестра и протокол разрешения споров при содействии валидаторов и арбитров.
- Чтобы использовать сеть и торговую площадку Weeve, владельцы устройств должны быть включены в реестр устройств. В реестре пользователи могут посмотреть свойства и узнать владельца устройства. Для включения в реестр устройств владельцам устройств необходимо обеспечить соответствие своих устройств стандартам участия, установленным для соответствующего реестра. Перед включением в реестр валидатор, назначенный для реестра, оценивает соответствие устройства параметрам участия.
- Владельцы торговых площадок курируют торговые площадки. Они, как и владельцы реестров, определяют стандарты оценки репутации владельцев торговых площадок и качества активов, реализуемых на торговых площадках. Для этого они определяют критерии для включения устройств в реестры и оценки активов, которые отправляют и принимают устройства. Владельцы торговых площадок также определяют стандарты исключения устройств из реестров торговых площадок и список арбитров, которые могут решать споры между устройствами или конкурирующими торговыми площадками. Помимо

управления устройствами, кураторы торговых площадок договариваются о параметрах конфигурации площадок, в том числе о типе обращающихся данных, механизмах ценообразования, моделях вознаграждения в соответствии со своей бизнес-моделью (например, за устройство, за транзакцию) и способах расчетов.

- Валидаторы назначаются для каждого реестра устройств. Они проверяют соблюдение участниками стандартов участия. Валидаторы следят за тем, чтобы в транзакциях торговой площадки участвовали только доверенные и надежные устройства. Назначением валидаторов и определением их функций в сети Weeve занимаются владельцы реестров.
- Арбитры занимаются рассмотрением споров. Реестры устройств или торговые площадки предоставляют арбитрам полномочия для разрешения споров по конкретным типам транзакций, а в случае транзакций между реестрами все участвующие реестры выбирают единую коллегию арбитров для урегулирования спора по данному конкретному типу транзакций.

Стоит отметить, что функции кураторов сети могут выполнять как отдельные физические лица, так и объединения юридических лиц. В некоторых случаях один субъект может выполнять разные кураторские функции. Например, производитель автомобилей может курировать не только автомобили, но и вести реестр для автомобилей. Таким образом, производители автомобилей могут регистрироваться на разных торговых площадках, например, на парковках, принадлежащих разным операторам, при условии что автомобили отвечают стандартам участия соответствующей торговой площадки. Более подробно частные случаи рассматриваются в сценариях использования [1].

## 3 Сетевой протокол и токены Weeve

### 3.1 Дизайн механизмов

Дизайн механизмов — это область экономики, посвященная изучению механизмов, которые сдерживают/стимулируют те или иные действия. При помощи криптографии и грамотно спланированных стимулов технологии блокчейна позволяют создавать надежные протоколы достижения консенсуса. Но до сих пор блокчейн использовался в других целях, и его возможности для разработки протоколов и приложений безопасности не были реализованы в полной мере. Применимо к сети Weeve мы видим блокчейн как протокол базового уровня, который не только дает нам технологии передачи криптовалюты с одного счета на другой или, проще говоря, возможности хранения истории транзакций в полностью распределенной базе данных без ограничений, но и предлагает готовую инфраструктуру для создания протоколов стимулирования.

#### 3.1.1 Принципы принятия решений на основе токенов

Блокчейн предлагает функционал для использования токенов. Токены имеют ценность. Увеличение количества токенов рассматривается как вознаграждение, а уменьшение количества токенов — как штраф. Механизм вознаграждения можно использовать для стимулирования «хороших» действий, а механизм наказания — для сдерживания «плохих» действий. Хотя этот механизм достаточно прост в реализации, он лежит в основе криптоэкономического стимулирования, в том числе в основе таких протоколов достижения консенсуса путем доказательства владения, как Casper. Основную идею можно сформулировать следующим образом: игроки вносят токены в обеспечение своих действий, и протокол позволяет оспаривать действия игроков (и использовать их взносы в качестве штрафов). Если быть точнее, протокол позволяет блокировать взнос, предъявлять требования и инициировать голосование сообщества, где каждый голосующий платит за свой голос количеством токенов, пропорциональным взносу. Выигравшие голосование делят между собой вознаграждение пропорционально взносу проигравших.

### 3.1.2 Квадратичное голосование, или почему держатели самых больших взносов не держат сеть под контролем

Описанный выше протокол голосования является примером решения большинством голосов с использованием токенов. Принцип «один человек — один голос» при принятии решения большинством голосов позволяет обеспечить равноправие держателей токенов, предоставляя каждому равную возможность повлиять на результаты. Однако при принятии некоторых решений

принцип большинства — не самый удачный выбор, так как он может привести к так называемой «тирании большинства». Некоторые участники голосования не имеют возможности участвовать в протоколе, так как они не могут позволить себе внести установленное количество токенов. Например, если состояние, выраженное в токенах, распределено неравномерно, большинство держателей токенов, которым безразличен результат, доминирует над меньшинством, которому очень важен результат, в результате совокупное благосостояние уменьшается.

Квадратичное голосование — самая важная концепция в законодательстве и государственной политике, возникшая в экономике за последние десять лет. Каждый голосующий может купить голос «за» или «против», заплатив токены, равные квадратному корню количества голосов, которые он покупает. Затем взнос возвращается каждому участнику голосования. Вейл и Лалли доказывают, что эффективность коллективного решения быстро возрастает по мере увеличения количества участников голосования [2]. Вейл также доказывает, что квадратичное голосование в меньшей степени подвержено сговору, мошенничеству и «нерациональному» поведению голосующих, что часто свойственно голосованию большинства [3].

В сети Weeve квадратичное голосование (или его варианты, например, кубическое или экспоненциальное голосование) является важным инструментом принятия решений с использованием токенов, особенно в экономической среде, где равномерное распределение токенов маловероятно. Это относится к ситуациям, где держатели взносов, например, корпорации или отраслевые объединения, владеют значительной суммой взносов (в крайних случаях им принадлежит более 51% от общего количества токенов, внесенных участниками голосования). Кураторы сети Weeve могут выбрать правила голосования, которые

наилучшим образом подходят их сообществу и соответствуют их представлениям о демократическом процессе принятия решения.

### 3.1.3 Стимулирование производства данных высокого качества

Сеть Weeve стремится стимулировать владельцев устройств, чтобы они относились к своим устройствам с вниманием и осмотрительностью. Устройства являются источниками сети Weeve. Напоминаем, что они являются производителями и потребителями цифровых активов и двигателями предложения и спроса. Владельцы устройств имеют внутренний стимул присоединиться к сети Weeve: производители заинтересованы в получении прибыли, а потребители ищут активы. Торговые площадки прекрасно удовлетворяют эти внутренние потребности. Чтобы облегчить работу торговых площадок и создать активные потоки данных, торговые площадки в сети Weeve различаются по тематике активов (например, геоданные, температура), качеству данных и требованиям, которым должны соответствовать устройства для участия на торговой площадке.

В сети Weeve все владельцы устройств обязательно регистрируют свои устройства в реестрах устройств, при условии что устройства отвечают стандартам участия той или иной торговой площадки. Важно отметить, что если устройство включено в реестр, оно может подключаться ко всем торговым площадкам, работающим по таким же или сходным стандартам. Суть этого решения в том, чтобы обеспечить взаимосвязанность устройств на разных торговых площадках. Устройства могут получать доступ к торговым площадкам со сходными стандартами и взаимодействовать с ними. Это решение расширяет возможности сети.

Таким образом, владельцы устройств хотят получать вознаграждение за включение в реестры с высоким качеством данных. Вместо торговых площадок с низким качеством данных они создают высококачественные торговые площадки, где цифровые активы продаются по более высокой цене. Чтобы стать участниками реестров, владельцы устройств участвуют в токеновом голосовании. То есть они вносят токены за каждое устройство, которое подлежит проверке на соответствие стандартам участия и политике реестра.

Валидаторы, назначаемые в соответствии с политикой реестра, голосуют за устройства. В зависимости от типа реестра валидаторами могут выступать благонадежные субъекты или любые держатели токенов, включая владельцев реестров. Валидаторы проверяют соответствие устройства стандартам участия реестра. Они имеют двойную мотивацию участвовать в токеновом процессе принятия решения. Во-первых, за голосование они получают комиссию, которая равна доле удержанного депозита. Во-вторых, валидаторы стремятся поддерживать высокий спрос на токены, которыми они владеют, так как это повышает стоимость токенов. Это достигается за счет обеспечения валидаторами стабильности сети за счет качественных реестров и устройств.

Владельцы устройств, которые предполагают, что могут не пройти проверку, не будут пытаться зарегистрироваться в реестре, так как для них это сопряжено с финансовыми потерями. Если проверка не пройдена, депозит изымается и делится в виде вознаграждения между держателями токенов, участвовавшими в проверке. Если проверка пройдена, депозит

блокируется, но владелец устройства в любой момент может его забрать, когда решит выйти из реестра.

### 3.1.4 Стимулирование реестров устройств с высокими стандартами

Реестры устройств играют ключевую роль в сети. Мы уделили много внимания дизайну механизмов сети Weeve, чтобы заложить основу для создания эффективных, рабочих реестров устройств, так как реестр с ненадежными устройствами (множеством ненадежных устройств) подрывает стабильность сети.

Для создания реестра владелец реестра должен внести депозит пропорционально количеству зарегистрированных устройств. В принципе, любой держатель токенов может создать реестр. Так как для создания качественных реестров необходимо внушительное количество токенов, реестры в первую очередь будут инструментами корпораций и объединений держателей токенов. Как и в любой другой большой заинтересованной группе, решения принимаются по демократическому принципу, следовательно, большинство владельцев реестров превзойдет число неблагонадежных кураторов. Чтобы дополнительно мотивировать владельцев вести благонадежные реестры, их взносы используются в качестве обеспечения для токенового голосования.

В случае выявления нарушений стандартов участия торговая площадка, привязанная к реестру, может выдвинуть требование в отношении владельца реестра. В общем, нарушением стандартов участия является создание зарегистрированным устройством фальшивых данных. На практике владельцы торговых площадок должны прописывать более конкретные условия нарушения. Кроме того, держатели токенов, включая владельцев реестров, могут предъявлять претензии к другим реестрам. Суть этого действия в том, чтобы предотвратить любые формы нарушений и подделок. Например, в реестре с данными низкого качества выявлен плагиат устройств или данных, кража бренда, подделка товарных знаков или нарушение патентов. Риск претензий к реестру является серьезным сдерживающим фактором для владельцев фальшивых реестров, так как это ведет к финансовым убыткам и утрате депозита.

Так что же должно мотивировать владельцев заводить реестры, если это связано с риском потери взноса? Определяя стандарты участия, владельцы реестров задают определенную планку, принимая или не принимая заявки на внесение в реестр устройств. Для них стимулом будет служить создание качественной сети Weeve, так как она будет обеспечивать высокий уровень спроса на токены и их высокую стоимость.

### 3.1.5 Стимулирование ведения честных торговых площадок

Учитывая, что торговые площадки получают комиссию за каждую успешную сделку с цифровым активом в соответствии со своими бизнес-моделями, возможность получения дохода — очевидный мотив для создания и управления торговой площадкой. Чтобы создать торговую площадку, владелец торговой площадки вносит токены. Этот взнос является

обеспечительным депозитом и используется при токеновом голосовании в качестве стимулирующего механизма для обеспечения честной торговли. В спорной ситуации устройства, обменивающиеся цифровыми активами, могут предъявить претензию к торговой площадке. Неблагонадежная торговая площадка может создавать видимость высокого качества своих данных, но при этом предлагать данные низкого качества от устройств, не отвечающих установленным стандартам участия. Кроме того, неблагонадежные торговые площадки не способствуют росту выгоды поставщиков и потребителей, в результате цены на торгуемые активы оказываются неоправданно завышенными. В таком случае устройства или владельцы устройств могут заявить требование в отношении депозита торговой площадки.

Важно отметить, что внесенные в качестве депозита токены заблокированы и не могут быть использованы в течение определенного периода даже в сети Weeve. Протокол не позволяет субъекту использовать эти токены даже в сети Weeve. Чтобы субъект мог использовать токены, внесенные в счет обеспечения, он должен выкупить 51% от 1 миллиарда токенов в обороте и получить доступ к протоколу, что крайне маловероятно (см. также Раздел 3.1.2). Такое событие крайне маловероятно по той причине, что, как только другие пользователи узнают о том, что происходит намеренная централизация сети Weeve (что легко узнать по виртуальным официальным сообщениям), у них не будет причин оставаться в сети. В таком сценарии все честные пользователи разблокируют свои взносы и перейдут на новую ветку сети, которая станет новой сетью Weeve, а первоначальная сеть станет бесполезной. Если в централизованной нечестной сети не останется пользователей, то и смысла получать доступ к протоколу абсолютно никакого нет. По сути, доминирующий игрок потратит внушительное количество токенов Weeve, чтобы получить контроль над потенциально бесполезной сетью, так как, как только он получит желаемый контроль, честные участники системы просто ответятся, и смысл всей инициативы потеряется.

### 3.1.6 Токен Weeve и его необходимость

Токен сети Weeve (WEEV) — это собственный токен сети Weeve, необходимый для функционирования сетевого протокола. Токены WEEV выпущены в ограниченном количестве без встроенной функции сжигания. Их основные функции приведены на Рис. 3. Токен WEEV необходим в сети, так как он позволяет привлекать участников к ответственности за их действия, а значит, обеспечивать порядок в долгосрочной перспективе. Сеть с качественными участниками и подлинными транзакциями обладает более высокой внутренней ценностью, и это отражается на ценности токенов и наоборот. Если использовать, например, Ether вместо WEEV, то ценность сети Ethereum будет значительно превосходить ценность сети Weeve, что значит, что участники не будут иметь долгосрочных стимулов для активного улучшения собственной сети и предотвращения ее разрушения путем предотвращения нежелательных действий, например спекуляции.



**Стимулы:** При помощи токенов WEEV поощряются положительные действия в сети.

- Владельцы устройств платят токенами за регистрацию устройств в реестре устройств
- Владельцы реестров платят токенами за создание новых реестров устройств
- Владельцы торговых площадок платят токенами за создание новых торговых площадок
- Используются для выплаты комиссии валидаторам и арбитрам

**Штрафы:** При помощи токенов WEEV наказываются отрицательные действия в сети.

- Обеспечение для штрафования устройств, нарушающих стабильность и эксплуатирующих ресурсы сети
- Обеспечение для штрафования реестров устройств, нарушающих стабильность и ухудшающих качество сети
- Обеспечение для штрафования торговых площадок, на которых выявлены нарушения

*Рис. 3: Обзор механизма стимулирования с использованием токена WEEV*

Другими словами, эфир или любой другой токен не отражает динамику сети Weeve. Ситуация может сложиться так, что колебания курса эфира будут идти вразрез с ситуацией в сети Weeve. Токен WEEV не подвержен этим колебаниям и для держателей токенов является надежным и честным инструментом определения ценности сети, что в свою очередь отражается на цене токенов WEEV.

### 3.2 Сетевой протокол Weeve

Сетевой протокол Weeve (Рис. 4) предусматривает высокоуровневое участие узлов в сети Weeve и интеграцию сторонних сервисов. Каждый владелец реестра устройств и торговой площадки в качестве обеспечения вносит токены WEEV. Здесь действует золотое правило:

чем большую ценность владелец хочет получить, тем выше должно быть гарантийное обеспечение для валидации и арбитража (см. ниже). Каждая функция в протоколе имеет своей целью повышение совместимости, создание доверительных взаимоотношений или и то и другое.

Для повышения совместимости протокол должен содержать стандарты участия, типы транзакций, список устройств, историю транзакций и планирование новых транзакций. Эти компоненты предоставляют достаточную информацию и инструменты для обсуждения общих типов транзакций, совершения новых типов транзакций и инициирования запросов транзакций с ответами.

Чтобы обеспечить развитие доверительных взаимоотношений, в протокол включены инструкции по валидации, доступ к журналу активности, список валидаторов и механизмы разрешения споров. Благодаря этому реестры могут в достаточной мере гарантировать, что производимые транзакции будут честными и без ошибок.

Сетевой протокол Weeve напрямую не решает проблему мошенничества в отношении данных, но позволяет участникам и торговым площадкам договариваться о том, какие данные можно считать надежными и где проводить черту.

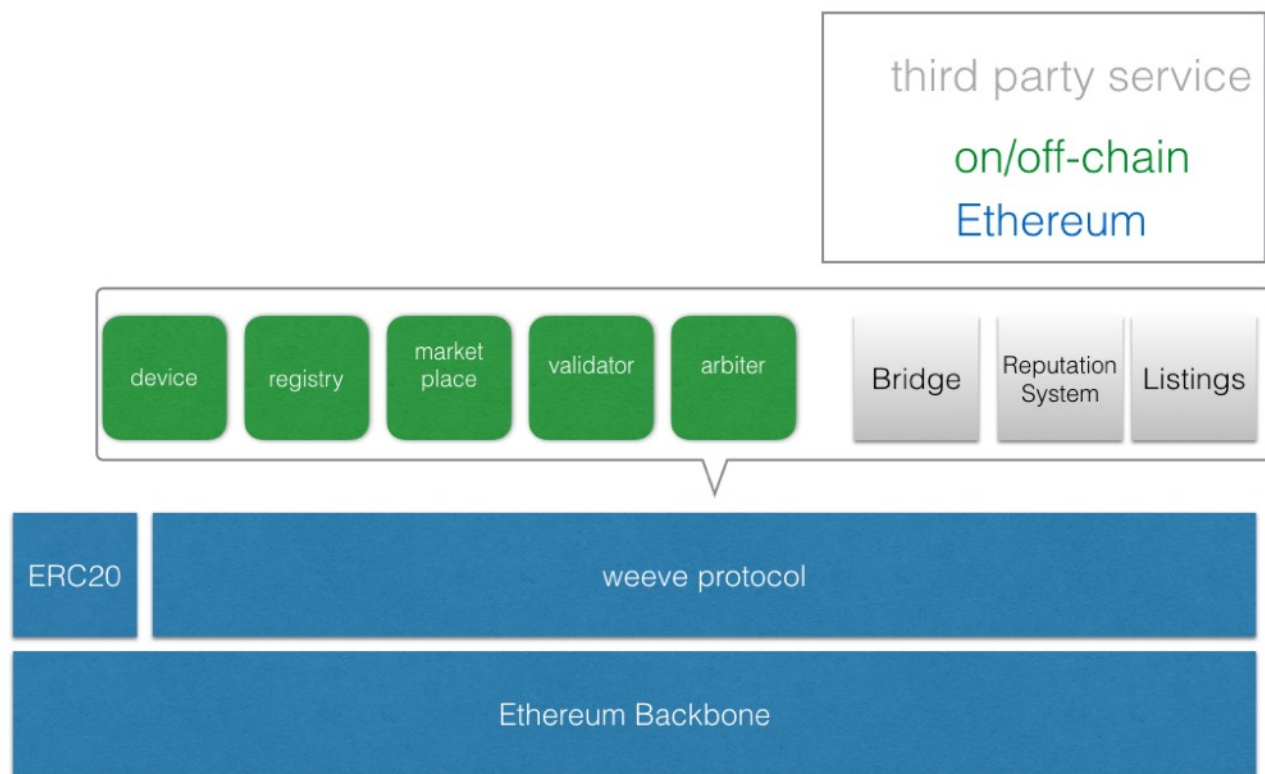


Рис. 4: Общее представление протокола Weeve

### 3.2.1 Стандарты участия

При создании стандартов участия необходимо учитывать следующее:

- Параметры и обоснования, ориентированные на человека
- Общая структура и разделы стандарта
- Доступность для заинтересованных сторон
- Если применимо, технические параметры соответствия, например, структура данных
- Простое форматирование
- Актуальные контактные данные автора
- Дата, время и история изменения документа

Из-за бесчисленного количества возможных типов реестров устройств на данный момент не существует единой формы составления стандартов участия, но по мере работы должны появиться хорошие рабочие варианты. В ходе обсуждений с потенциальными партнерами по Интернету вещей из разных отраслей экономики стало ясно, что требования к стандартам участия очень сильно варьируются, что еще больше подчеркивает необходимость решения проблемы совместимости для Интернета вещей. По этой причине в состоянии неизвестности лучше избегать чрезмерно строгого регулирования.

Цифровые документы, содержащие стандарты участия в реестре, могут быть достаточно объемными, например, они могут содержать приложения с техническим описанием и спецификациями с включением таблиц данных. Поэтому стандарты участия следует хранить не в блокчейне, но иметь к нему привязку, например, с помощью кластера IPFS<sup>6</sup> или службы постоянного децентрализованного хранения.

Изменения стандартов реестра должны проходить проверку в системе управления реестра устройств и неизменно регистрироваться для последующего ознакомления членов реестра и торговой площадки. Аналогичный набор стандартов должен использоваться создателями торговых площадок. Стоит еще раз отметить, что стандарты участия будут сильно отличаться друг от друга в зависимости от создателей реестров устройств и торговых площадок. Например, стандарты участия для реестра военного оборудования будут намного строже, чем стандарты для реестра чайников.

### 3.2.2 Процессы валидации и арбитража

Дополнительные документы к стандартам участия, руководства по валидации и арбитражу предоставляются владельцами реестров и торговых площадок и являются инструментом оценки для назначенных валидаторов и арбитров. Руководство по валидации, которое можно считать стандартом аудита, выполняет функцию договора на выполнение работ между реестром/торговой площадкой и валидатором. В нем прописываются такие положения, как автоматизированная оценка (например, посредством протокола удаленной аттестации [4]), физическая оценка (например, инспекция аппаратного обеспечения), сроки, критерии приемки и порядок разрешения споров для валидаторов. Когда устройство подает запрос на регистрацию на торговой площадке, руководство по валидации служит источником правил рассмотрения заявки. Аналогичную функцию выполняет руководство по арбитражу. Фактически они определяют порядок выбора арбитра в случае спора и позволяют использовать практически те же интерфейсы функций, которые доступны валидаторам.

<sup>6</sup><https://ipfs.io/>

Эти руководства по структуре должны быть похожи на американскую программу по управлению рисками и авторизацией FedRAMP<sup>4</sup> Программа содержит шаблоны оценки<sup>7</sup> и руководства, которые, например, используются федеральным правительством США для обеспечения стандартизированного подхода к оценке безопасности, авторизации и постоянному мониторингу облачных продуктов и услуг. Кроме того, на сайте программы представлен список уполномоченных оценщиков, точно так же как у каждого реестра

<sup>4</sup> <https://www.fedramp.gov/templates/>

устройств есть список назначенных валидаторов. В руководстве по валидации следует делать упор на следующие моменты:

- Рекомендации и обоснования, ориентированные на человека
- Метки в документах должны быть оптимизированными для машинного поиска для обеспечения работы форматов автоматизированной проверки и цифровой отчетности
- Доступность для валидаторов и арбитров
- Если применимо, технические параметры соответствия, например, исходный код или сторонние сервисы, используемые для оценки
- Метки в документах должны быть оптимизированными для машинного поиска для обеспечения работы форматов автоматизированной проверки и цифровой отчетности
- Контрольные списки и рубрикаторы для соответствующих видов валидации
- Количественная и качественная обратная связь, включая общее соответствие стандартам участия, важные сильные и слабые стороны, история заявителя в связи со стандартами участия
- Актуальные контактные данные автора
- Дата, время и история изменения документа

### 3.2.3 Журнал активности

Владельцы реестров и торговых площадок должны вести журналы активности и транзакций, где будут регистрироваться все события, происходящие в реестре и на торговой площадке. При возникновении спора в отношении тех или иных данных арбитры могут запросить доступ к определенному журналу активности. Если арбитр работает над урегулированием спора, а журнал активности и транзакций одной из сторон недоступен, скорее всего, арбитр вынесет решение в пользу стороны, которая предоставила доказательства. Следовательно, владельцам торговых площадок выгодно вести подробные журналы, чтобы в случае возникновения спора повысить свои шансы на победу.

В частности, владельцы торговых площадок могут проверять соответствующие журналы активности и транзакций своих контрагентов, чтобы удостовериться в последовательности и точности истории транзакций или валидации устройств. Журналы также могут быть полезны в случае претензий, при проверке благонадежности устройств.

В журнале активности должны быть настроены как минимум следующие фильтры:

- По дате

- По типу активности
- По идентификаторам участников

По следующим событиям настоятельно рекомендуется вести подробный учет:

- Изменения в схеме управления
- Предложения о внесении изменений и ссылки
- Результаты голосования
- Транзакции
- Изменения стандартов участия
- Изменения руководства по валидации
- Изменения типов транзакций
- Изменения списка устройств
- Изменения метаданных устройств

В некоторых ситуациях важно сохранять конфиденциальность журналов активности. В таком случае сеть Weeve может предложить технологии повышенной безопасности, например, многостороннее вычисление или функциональное шифрование.

### 3.2.4 Типы транзакций

Владельцы реестров и торговых площадок могут прописывать типы транзакций посредством документов RFC, библиотек и образцов кода. Такие библиотеки транзакций будут регистрировать важные данные в журнале активности для целей разрешения споров и арбитража. Это требование позволяет предоставлять арбитрам важные факты для вынесения решений по делам и обеспечивает безопасность торговой площадки.

В стандарты участия могут включаться требования, способствующие повышению совместимости устройств, например, единый идентификатор ресурса (URI) устройств, поддержка протоколов определенных типов транзакций, сервисные терминалы, поставщики хранилищ данных, единицы измерения данных и т. д. Эти требования обеспечивают площадку для обмена между устройствами независимо от того, какие функции они осуществляют: обмениваются необработанными данными или ведут сложные транзакции, например, аукционы, переговоры о ценах или используют расширенные запросы. Стандарты участия обеспечивают основу для разных типов транзакций.

Для определения транспортных уровней для типов транзакций реестры устройств используют протокол MQTT<sup>8</sup>, специально разработанный командой Weeve и поддерживающий базовые виды безопасного взаимодействия между IoT-устройствами, в том числе обращение, управление сессиями, передачу данных и подтверждение. Для определения платежных уровней для различных типов транзакций реестры устройств используют протоколы честного обмена<sup>9</sup>. Эти протоколы поддерживают депонирование предложения и спроса, переговоры о ценах и подтверждение доставки. К типам транзакций можно также добавить и другие сервисные уровни.

<sup>8</sup>См. также Раздел 2.2, [http://papers.weeve.network/weeve\\_whitepaper.pdf](http://papers.weeve.network/weeve_whitepaper.pdf)

<sup>9</sup>См. также Раздел 2.5, [http://papers.weeve.network/weeve\\_whitepaper.pdf](http://papers.weeve.network/weeve_whitepaper.pdf)

Для каждого типа транзакций владельцы реестров и торговых площадок выбирают параметры, регулирующие арбитражный процесс, в котором одна или несколько сторон оспаривают транзакцию и требуют принятия решения. К таким параметрам, в том числе, относятся:

- Временной интервал спора
- Минимальная и максимальная сумма спора
- Руководство по вынесению решения
- Руководство по выбору арбитров
- Выбор модульной арбитражной системы

### 3.2.5 Транзакции

Каждая транзакция должна иметь уникальный идентификатор транзакции, уникальный идентификатор устройств, тип транзакции и соответствующие метаданные транзакции, зарегистрированные и прошедшие аутентификацию или аттестацию в блокчейне. Это требование обеспечивает атомарность транзакций, и в случае споров и арбитражного разбирательства у арбитров будут достаточные данные о транзакциях и их участниках. Транзакции, не регистрируемые в блокчейне, в случае спора не смогут использовать полный спектр средств защиты в сети Weeve.

### 3.2.6 Интерфейсы метаданных

Метаданные устройств и транзакций могут и должны быть представлены в разнообразных форматах, включая JSON, XMLS, Wire-протоколы и бинарные BLOB-объекты, в зависимости от сценария использования. Например, форматы метаданных, используемые в машинах высокочастотного трейдинга, предусматривают крайне компактную упаковку данных в отличие от форматов, используемых для пунктов оплаты платных автомобильных

дорог. Следовательно, ограничивать представление метаданных какими-то конкретными форматами просто не имеет смысла. Однако в целях совместимости необходимо определить по крайней мере один общий метод доступа к метаданным. Следовательно, для работы со смарт-контрактами реестры и торговые площадки должны иметь базовые функции регистрации, фильтрации, создания и доступа. Первоначально эти требования будут реализованы как спецификация интерфейса для смарт-контрактов, они также будут включать в себя компоненты аутентификации и авторизации.

### 3.3 Интерфейс протокола Weeve

Узел Weeve может быть реализован при помощи целого ряда базовых технологий: от централизованных серверов, управляемых традиционными корпорациями, до полностью децентрализованных смарт-контрактов, управляемых сообществом активистов Интернета вещей. Благодаря такому гибкому подходу любая группа людей (будь то крупные корпоративные игроки или крайне увлеченные индивиды) может торговать в сети. Смарт-контракт реализует интерфейсы протокола, выполняющие несколько требований к сигнатурам функций, о чем будет рассказано ниже.

В общих чертах, каждый узел должен поддерживать функции, позволяющие выполнять следующие действия:

- Вносить и выводить депозит для смарт-контрактов Weeve (действия с депозитами осуществляются на разных уровнях: на уровне реестра, торговой площадки и т. д., для устройств, участвующих в сети Weeve)
- Обращение к руководствам по валидации
- Обращение к руководствам по валидации
- Поиск поддерживаемых типов транзакций
- Запросы в журналы активности
- Создание списков устройств и их метаданные
- Истории транзакций и их метаданные
- Создание списков валидаторов (реестры и торговые площадки)
- Создание списков арбитров (реестры и торговые площадки)

#### 3.3.1 Регистрация и исключение из списков

Для создания новых реестров устройств и торговых площадок потенциальные владельцы могут вносить значительное количество токенов WEEV пропорционально предполагаемому желаемому объему транзакций, количеству регистрируемых устройств и т. д. (на данный момент механизм не определен для обеспечения гибкости системы). Для создания реестра устройств необходимо внести депозит. Новый реестр устройств (соответствующая торговая площадка) должен содержать по крайней мере одно начальное устройство, соответствующее стандартам участия. Это служит подтверждением того, что стандарты выполнимы. Напоминаем, что владельцы реестров вносят депозит, чтобы предотвратить нарушения в транзакциях между реестрами. Исходя из теории игр и описанных в ней механизмов стимулирования, создатели реестров не имеют стимула обманывать или дестабилизировать систему, потому что тогда они рискуют потерять свой депозит и получить в системе репутацию нечестного игрока. Этот механизм депонирования взносов надежно встроен в



систему на всех уровнях, начиная с создания реестров и торговых площадок и заканчивая регистрацией устройств в реестрах и на торговых площадках.

Если начальное устройство исключается из реестра и в реестре не остается других действующих устройств, взнос в счет реестра устройств (соответствующей торговой площадки) освобождается, и владелец может уничтожить реестр (соответствующую торговую площадку), забрав свой взнос. В дальнейшем в сети Weeve будет реализован процесс «сборки мусора», в рамках которого для нормального функционирования реестры и торговые площадки должны проходить простую проверку активности. Начальное устройство не имеет особого статуса в реестре (на соответствующей торговой площадке) и служит исключительно в качестве свидетельства выполнимости стандартов участия. Описанные меры по депонированию взноса и демонстрации направлены на то, чтобы предотвратить создание в сети Weeve узлов низкого качества и способствовать их удалению. Изначально все новые реестры будут проверяться валидаторами, выбранными сетью, для защиты зарождающейся экосистемы от загрязнения, но

долгосрочная цель проекта — создать децентрализованное управление, осуществляемое сообществами, возможно на основе систем проверки и привлечения к ответственности заявителей, реализованных на некоторых узлах.

### 3.3.2 Обращение к стандартам участия

Любой узел должен иметь возможность обращаться к стандартам участия других реестров. Следовательно, любой узел должен поддерживать запросы от сети. В реализации интерфейса для аутентификации конфиденциальных данных функция возвращает подписанные стандарты участия.

### 3.3.3 Обращение к руководствам по валидации

Помимо стандартов участия любой узел должен иметь возможность обращаться к руководствам по валидации и арбитражу других реестров/торговых площадок. В реализации интерфейса функция получает подписанный реестр и информацию о происхождении устройства, чтобы применить соответствующие ограничения к возвращаемым руководствам по валидации/арбитражу для защиты конфиденциальных данных.

### 3.3.4 Поиск поддерживаемых типов транзакций

В процессе создания реестра владельцы реестров могут указать типы транзакций, поддерживаемые реестром, включая протоколы для каждого типа транзакций, например, соглашения о вызове, сроки, расчеты цен, применимые структуры данных и требования к исполнению. Эти типы транзакций должны быть представлены для регистрации посредством интерфейса и могут быть защищены посредством контроля доступа.

### 3.3.5 Запросы в журналы активности

Журналы активности — это способ обеспечения прозрачности реестров устройств и торговых площадок для потенциальных создателей торговых площадок. Они представляют

собой интерфейс, в котором можно ознакомиться с историей валидации и принятия решений, что позволяет до определенной степени гарантировать, что устройства на торговой площадке, зарегистрированные в реестре устройств, будут выполнять свои обязательства.

### 3.3.6 Создание списков устройств и их метаданные

Доступ к устройствам и их метаданным предоставляется по запросу. Функция составления списка устройств в смарт-контракте используется реестрами и торговыми площадками для поиска других устройств. Все запросы проходят аутентификацию и авторизацию в системе безопасности каждого реестра устройств.

### 3.3.7 История транзакций и их метаданные

Доступ к транзакциям и их метаданным предоставляется по запросу. Функция составления истории транзакций в смарт-контракте используется другими устройствами для проверки предыдущих транзакций и создания ссылок на новые транзакции. Все запросы проходят аутентификацию и авторизацию в системе безопасности каждого реестра устройств.

### 3.3.8 Создание списков валидаторов

Владельцы реестров назначают валидаторов для проверки соответствия действующим стандартам участия. Валидаторы осуществляют как автоматизированную, так и неавтоматизированную валидацию. Для получения списка активных валидаторов используется интерфейс.

### 3.3.9 Создание списков арбитров

Для урегулирования споров владельцы реестров и торговых площадок назначают арбитров в качестве официальных справедливых независимых сторон. Для получения списка активных арбитров используется интерфейс. Эти списки содержат такие метаданные, как, например, информацию об учетной записи, и используются для аутентификации и авторизации арбитров для просмотра определенных журналов активности в реестрах устройств в целях разрешения споров.

## 4 Споры и арбитраж

К арбитражу прибегают, когда по крайней мере одна сторона транзакции открывает спор. При открытии спора вся информация о соответствующих транзакциях, хранящаяся как в блокчейне, так и вне блокчейна, автоматически сверяется, при необходимости у контрагентов запрашиваются дополнительные данные. Споры, связанные с транзакциями между людьми, и споры, связанные с транзакциями между машинами, рассматриваются по-разному. Например, для разрешения споров между устройствами, проводящими миллионы транзакций с миллисекундными периодами, людям приходится сводить, анализировать и оценивать весь объем данных, аналогично электронному расследованию для обычных организаций, проводимому в ходе судебного разбирательства.

Например, на торговой площадке, где электромобили ищут зарядные станции, в стандартах участия может быть прописано, что электромобиль должен сохранять данные об уровне заряда батареи, пробеге, давлении в шинах и т. д. Эти данные используются для того, чтобы определить, получил ли электромобиль тот же объем электроэнергии, который ему был выделен; они являются дополнительной защитой от мошенничества. Таким образом, арбитры получают максимально полную информацию для принятия решения.

### 4.1 Споры с недостаточными доказательствами

Как и на всех существующих многосторонних платформах, в отсутствие достаточных доказательств или при расхождении показаний разрешать споры помогает система формирования репутации. Системы формирования репутации не входят в сетевой протокол Weeve, но их реализация возможна и осуществляется на уровне реестров устройств или между ними.

### 4.2 Хранение

Изначально каждый реестр устройств и торговая площадка организуют доступ, хранение и управление структурами данных для целей разрешения споров и арбитража. В дальнейшем будет реализована поддержка децентрализованных реестров валидаторов и арбитров, которые смогут

аналогично осуществлять перекрестную валидацию, или будут использоваться децентрализованные сервисы, осуществляющие управление валидаторами (Kleros, Delphi и т. д.).

### 4.3 Сторонние сервисы

Несколько проектов в экосистеме блокчейна уже работают над открытыми и честными судебными системами, включая Delphi и Kleros, и в исполнении смарт-контрактов были предприняты попытки реализовать полную совместимость с этими подключаемыми по требованию владельцев реестров и торговых площадок арбитражными сервисами. Для работы многих подобных сервисов все равно необходимо назначать законных независимых арбитров, и в таком случае выбор арбитра является обязанностью владельцев. Дополнительно владельцы в типах транзакций прописывают такие арбитражные переменные, как временные интервалы споров, минимальная и максимальная сумма спора и комиссия арбитров.

### 4.4 Арбитражные разбирательства между реестрами

Если возникает спор между несколькими реестрами, к урегулированию возникших споров могут быть допущены арбитры, утвержденные всеми участвующими реестрами и торговыми площадками для соответствующих типов транзакций, с соответствующим вознаграждением. В будущем, возможно, будет реализован подход, где несколько арбитров, каждый из которых представляет интересы своего реестра, будут работать над достижением консенсуса наподобие медиаторов.

## 5 Функции верхнего уровня

Точно так же, как в модели OSI прикладной уровень строится на сеансовом уровне, ключевые сервисы для обеспечения стабильности сети строятся на простейших элементах, предоставляемых сетевым протоколом Weeve. В следующих разделах рассматриваются функции, которые не входят в сетевой протокол Weeve, но тесно взаимосвязаны с ним, и мы рассматриваем их интеграцию в сеть в будущем.

### 5.1 Списки реестров устройств и торговых площадок

Реестры устройств и торговые площадки могут быть включены в список платформы Weeve, в дальнейшем им будут присваиваться такие атрибуты, как географическое положение, тип реестра и общедоступные стандарты участия. Изначально оценка и согласование списков будут осуществляться всеми реестрами устройств, которые изъявили желание участвовать и внесли депозит, но в дальнейшем окончательное решение будет выносить сообщество. Для хранения информации о членстве в других реестрах можно использовать реестр устройств, но рекурсивная структура сложна в реализации и не входит

в первоначальное исполнение смарт-контрактов. Списки будут доступны соответствующим сторонам на сайте, который будет находиться под управлением платформы Weeve, и в дальнейшем также через децентрализованные приложения, когда такие экосистемы, как Blockstack<sup>5</sup>, достигнут определенного уровня развития. Для контроля доступа к спискам реестров устройств будет реализована поддержка регистрации посредством криптовалютного кошелька.

## 5.2 Системы формирования репутации

Системы формирования репутации обеспечивают рыночную безопасность, предоставляя участникам торговых площадок доступ к информации о контрагентах. Системы репутации не входят в протокол реестров устройств Weeve, тем не менее они являются важными составляющими, открывающими возможности для новых форм торговых отношений. Поэтому платформа Weeve будет предоставлять владельцам реестров структурные блоки для создания систем формирования репутации на основе протокола.

Эти системы будут реализованы в виде смарт-контрактов, привязанных к идентификаторам и реестрам устройств. Они будут обновлять каждый профиль по отдельности, считывая историю транзакций и фиксируя все результаты арбитражных процессов и споров. Системы должны быть полностью настраиваемыми, так как для разных форм торговых отношений важны разные параметры репутации устройств.

Например, на торговых площадках с живыми участниками необходимы пользовательские интерфейсы для того, чтобы человек мог понять смысл собранной информации о репутации и принять информированное решение. И наоборот, на почти полностью автоматизированных торговых площадках, где устройства осуществляют высокочастотную торговлю, для анализа данных могут применяться статистические методы, позволяющие обновлять алгоритмы работы с репутацией и автоматически оценивать потенциальных контрагентов без вмешательства человека.

## 5.3 Транзакции между блокчейнами («мост»)

Блокчейн — это молодая технология, и в будущем появится много конкурирующих блокчейнов, выступающих в качестве инфраструктуры для протоколов. Первый цикл сети Weeve будет реализован на блокчейне Ethereum, но сеть должна иметь возможность адаптироваться к будущим изменениям и конкурентам, формирующим сектор. Следовательно, важно сделать сеть гибкой и не полагаться на одну единственную реализацию блокчейна.

Для обеспечения совместимости между блокчейнами для выполнения транзакций могут быть установлены стандартные спецификации идентификаторов URI, представляющие реестры устройств в разных блокчейнах, которые должны соблюдаться участниками торговых площадок. Чтобы сделать возможным взаимодействие между разными блокчейнами, будет реализована стремительно развивающаяся релейная технология,

---

<sup>5</sup> <https://blockstack.org/>

которая в обозримом будущем достигнет необходимой зрелости и будет реализована повсеместно. При этом сеть получает очень важное преимущество — возможность использовать уникальные свойства отдельных блокчейнов, например, оперативную обработку больших объемов данных или гарантированную анонимность.

## 6 Заключение

На сегодняшний день Интернет вещей сталкивается с проблемами совместимости и безопасности, которые дорого обходятся индустрии. Цель сети Weeve — решить эти проблемы, создав сообщество с высококачественным ПО с открытым кодом, включая операционную систему для взаимодействия между Интернетом вещей и блокчейном WeeveOS, в которой безопасность будет встроенной функцией, и платформу для курирования торговых площадок Weeve. Токен WEEV позволяет на этих базовых элементах создавать торговые площадки, доступные всем участникам мира и достаточно гибкие, что позволяет им подстраиваться под потребности как традиционных централизованных корпораций, так и сторонников децентрализованного будущего с применением IoT-устройств.

Протокол, используемый в сети Weeve, решает сложные проблемы совместимости и доверия при помощи стандартов участия, руководств по валидации и типов транзакций. Базовая инфраструктура блокчейна позволяет сторонам взаимодействовать в бездоверительной среде, а токены WEEV стимулируют безопасную торговлю между устройствами, давая определенную степень уверенности участникам транзакций. Сеть Weeve открывает двери в децентрализованное будущее, в котором новые площадки для совершения транзакций между IoT-устройствами будут спонтанно возникать тогда и там, где это необходимо.

### Использованные материалы

[1] Сценарии использования

[2] Стивен П. Лалли и Глен Вейл. Квадратичное голосование. Как дизайн механизмов радикализирует демократию. — журнал Papers and Proceedings Американской экономической ассоциации, 2018, 1(1).

[3] Глен Вейл. Надежность и эффективность квадратичного голосования. Журнал Public Choice, 2017, 172(1-2) Спецвыпуск: Квадратичное голосование и общественное благо : стр. 75–107.

[4] А. Шешадри, А. Перриг, Л. ван Дорн, П. К. Хосла. Программная аттестация встраиваемых устройств SWATТ. Симпозиум по безопасности и конфиденциальности Института инженеров электротехники и электроники, S&P 2004, 9–12 мая 2004 г., Беркли, Калифорния, США, Компьютерное сообщество Института инженеров электротехники и электроники (2004).