Научная статья

УДК 336.76
JEL G19
DOI 10.25205/2542-0429-2021-21-3-107-119

Блокчейн и смарт-контракты в терминах экономики

Дмитрий Юрьевич Нагорных

Новосибирский государственный университет экономики и управления
Новосибирск, Россия
nagor@academ.org, https://orcid.org/0000-0002-3789-0567

Аннотация

Рассматривается авторская трактовка сущности и применимости смарт-контрактов в экономике. Приводятся примеры и критикуются неверные утверждения, найденные при анализе источников по теме статьи. Повторение тезисов из аналогичных публикаций не будет избыточным, так как в некоторой степени поможет взглянуть на проблему с другой точки зрения. В целом автором дается положительная оценка применимости технологии в экономике (как в финансовой сфере, так и в реальном секторе), несмотря на объективные недостатки, присущие современной реализации смарт-контрактов в Ethereum. По мнению автора, при интеграции блокчейн и смарт-контрактов с Интернетом вещей можно достигать синергетического эффекта и говорить о подлинном киберсоциальном взаимодействии. Определенную ценность статье придает практический опыт написания и применения автором технологии смарт-контрактов. Использование смарт-контрактов отмечается Банком России в рамках реализации концепции CBDC (Central Bank Digital Currency) в виде цифрового рубля и приобретает дополнительную значимость в наметившейся тенденции дематериализации и виртуализации денег. В статье приводятся необходимые понятия из области блокчейн и высказывается авторская точка зрения по дискуссионному вопросу возможности внесения изменений в смарт-контракт после его публикации в распределенном реестре.

Ключевые слова

смарт-контракты, блокчейн, Ethereum, токены, цифровые финансовые активы

Для цитирования

Нагорных Д. Ю. Блокчейн и смарт-контракты в терминах экономики // Мир экономики и управления. 2021. Т. 21, № 3. С. 107–119. DOI 10.25205/2542-0429-2021-21-3-107-119

Blockchain and Smart-Contracts in terms of Economics

Dmitry Yu. Nagornykh

Novosibirsk State University of Economics and Management
Novosibirsk, Russian Federation
nagor@academ.org, https://orcid.org/0000-0002-3789-0567

Abstract

In this paper the author's interpretation of essence and applicability of smart-contracts in economics. Examples are given along with critical view on wrong statements, found in publications on examined topic. Repeating of certain theses from similar papers won't be redundant, because it will help to observe the topic from different point of view. In general, author gives positive valuation of applicability of smart-contracts technology in economics (both, financial and real sector, despite of some obvious inherent disadvantages of current implementation in Ethereum. In author's opinion, integration of smart-contracts and blockchain with IoT can give synergetic effect and consider real cyber-social interaction. Certain value to this paper is added by author's practical experience of coding and adopting smart-contracts. Smart-contracts are mentioned by Bank of Russia with implementation of CBDC (Central Bank Digital Currency) concept in the form of digital rubble and receive additional significance in current trend of dematerialization and virtualization of money. In paper essential terms and author's point to ability to change contract terms after deploy are given.

Keywords

smart-contracts, blockchain, Ethereum, tokens, digital assets

For citation

Nagornykh D. Yu. Blockchain and Smart-Contracts in terms of Economics. *World of Economics and Management*, 2021, vol. 21, no. 3, pp. 107–119. (in Russ.) DOI 10.25205/2542-0429-2021-21-3-107-119

Понять – значит привыкнуть и научиться использовать.

Ричард Фейнман

Введение

Современное экспансивное расширение объема данных и стремительное развитие знаний зачастую приводит к двум интересным следствиям: во-первых, информации и знаний становится уже слишком много, чтобы они умещались в одной голове, и исследователю просто не хватит жизни, чтобы разобраться во всем, что уже знает человечество. Это во времена да Винчи можно было быть в авангарде знаний и в математике, и в механике, и в химии одновременно. Но сегодня, чтобы быть на передовой, необходимо развиваться и специализироваться в очень узкой области, чтобы успеть плодотворно поработать на благо приумножения знаний в ней.

Во-вторых, как отмечают многие специалисты, зачастую явления выходят за рамки той или иной сужающейся и обособляющейся отрасли знаний и всё чаще приходится слышать о междисциплинарных исследованиях, чтобы изучить и понять сложную, составную природу того или иного явления.

Таким же многоплановым явлением автору представляются технология распределенного реестра и понятие смарт-контракта, который необходимо рассмат-

ривать как минимум с информационной, технологической, социальной, экономической и обязательно политической точек зрения. Одной из цифровых технологий, способных существенно изменить форму и процесс взаимодействия экономических субъектов, является блокчейн и создаваемые в его среде смарт-контракты [1].

И если те или иные тезисы, естественно, могут оставаться спорными, то понимание того, что данное явление просто невозможно игнорировать, по мнению автора, является бесспорным как минимум потому, что капитализация криптовалюты Ethereum как самого популярного блокчейна, в котором реализована возможность создавать смарт-контракты, на дату написания статьи превышает капитализацию компаний «Газпром» и «Сбер» вместе взятых – двух крупнейших публичных компаний в России (154,0 против 66,8 и 76,2 млрд долларов США соответственно на 03.02.2021). На 26.10.2021 эти цифры составили 495,8, 125,4 и 119,5 млрд долларов США соответственно. Таким образом, капитализация рассматриваемого реестра в ее денежном выражении сопоставима и соперничает с национальной экономикой. И это не считая капитализации токенов, которые выпущены внутри указанной системы, капитализация которых сопоставима с ней и также измеряется в десятках миллиардов долларов.

Проблематика, разрешению которой служит статья, заключается в непонимании сути смарт-контрактов среди большей части научного сообщества, их неправильная трактовка, проистекающая из отсутствия их практического использования. Даже повторение некоторых фактов, уже освещавшихся в других публикациях, будет полезно в том смысле, что может давать другую, авторскую, точку зрения, другую последовательность изложения материала, которая будет ближе и понятнее читающему и поможет уложить новые понятия в сложившуюся структуру знаний.

Цель данной статьи – разъяснить понятие смарт-контракта в экономических терминах и привести примеры их использования, по возможности избегая терминологии из области информационных технологий. Специализация автора в ИТ и применение смарт-контрактов на практике дает ему право судить о значимости тех или иных аспектов технологии для применения в экономике.

В статье используется метод сравнений, метод аналогий, аналитический и графический методы.

Обзор источников

Введением нового понятия – киберсоциальная система, не встречавшегося автору прежде в статьях по рассматриваемой тематике, запомнилась работа [2], которая отличается, с одной стороны, глубоким теоретическим анализом и, с другой – практической применимостью. Очевидно, что авторы знакомы с технологией не понаслышке.

Положительное впечатление оставляет статья «Уязвимости смарт-контрактов блокчейн-платформы Ethereum» [3], в которой дается правильная оценка технических аспектов реализации смарт-контрактов.

Юридическая сторона вопроса и его дискуссионность замечательно отражена в [4], где помимо прочего дана оптимистичная оценка законодательным инициа-

тивам: «При всех достоинствах и недостатках разработанных проектов федеральных законов невозможно недооценить их значение, даже если в итоге они не будут приняты, так как сама разработка таких документов необходима для начала новой вехи в правовом регулировании цифровых финансовых активов и цифровых прав». В работе [5] автор критикует имеющиеся определения смарт-контракта, пытаясь определить, выступает ли смарт-контракт в договорном праве самостоятельным договором, существующей разновидностью договоров или же иной договорно-правовой сущностью.

В [6] дается правовая оценка использования смарт-контрактов в договорных отношениях, а также освещается текущий взгляд на технологию и цифровизацию активов с точки зрения юриспруденции. В [7] доступным языком приводятся возможные варианты применения смарт-контрактов в реальном секторе.

В [8] же утверждается, что «блокчейн смарт-контракты не обладают преимуществами классических смарт-контрактов в реальной экономике, при этом имеют серьезные недостатки», и в целом высказывается скептическое отношение к смарт-контрактам на базе Ethereum. В частности утверждается, что ввиду некоторых технических аспектов «этот нюанс делает блокчейн смарт-контракты, написанные на полных по Тьюрингу языках, уделом энтузиастов». В целом в статье просматривается поверхностное понимание феномена смарт-контрактов и их применения на платформе Ethereum, что говорит об отсутствии опыта использования технологии на практике и ее глубокого понимания.

Далее в тексте будут дополнительно даваться ссылки на те или иные источники по мере необходимости.

Функциональный подход

В данной статье автор придерживается функционального подхода, который подразумевает, что для раскрытия сущности того или иного явления необходимо понять, какие функции оно выполняет. Другими словами, как на него можно воздействовать и какую обратную связь получать, как можно использовать для конкретных целей. При этом с чисто практической точки зрения зачастую этих знаний становится вполне достаточно для использования изучаемого явления или объекта.

Так, для применения автомобиля в повседневной жизни нужно знать назначение педалей, рулевого колеса и других элементов интерфейса автомобиля – как включаются дворники и свет, как открывается люк бензобака и как регулируются зеркала заднего вида. Кроме прочего, для успешного применения автомобиля важно знать правила дорожного движения, но вот знаний деталей и тонкостей внутреннего устройства автомобиля от водителя не требуется, а специфические особенности производства стали для изготовления цилиндров неизвестны и автомеханикам. Это же справедливо и для множества информационных технологий, которые каждый из нас ежедневно и с успехом применяет на практике – мобильная связь, электронная почта, Интернет, Wi-Fi, NFC, GPS, Bluetooth и так далее, и так далее.

Важно то, что знаний и понимания способов взаимодействия с объектом становится зачастую достаточно не только для практического применения, но и для понимания явления в более широком смысле, о чем и говорится в эпиграфе.

Функциональный подход является, в свою очередь, частью более широкого взгляда. Так, автор согласен с утверждением родоначальника объектно-ориентированной парадигмы программирования Аланом Кэйем, который сформулировал его в утверждении «всё есть объект». В рамках данного подхода любую сущность можно описать с помощью двух наборов: набора свойств (длина, ширина, высота) и набора функций, или интерфейса объекта, который описывает исчерпывающий набор способов взаимодействия с ним. Что объект может делать или что с ним можно сделать? Скажем, машина может ехать, тормозить, поворачивать и т. д. Иначе говоря, для понимания сути явления к функциональному подходу здесь добавляется набор свойств (параметров) объекта.

Основные понятия

Несмотря на то что научная публикация не должна преследовать образовательных целей и иметь черты учебного пособия, к сожалению, в рамках данной статьи без этого не обойтись. Автор будет стараться, где это возможно, упрощать некоторые понятия и опускать технические детали, так как это выходит за рамки данной статьи, но в то же время данное упрощение не должно искажать смысла. И еще одно важное уточнение: вводимые в статье определения и приводимые разъяснения понятий не претендуют на всеобщность и трактуются исходя из целей, для которых они приводятся. Это делается для простоты и для понимания прикладных аспектов технологий в экономике и финансах.

Итак, введем основные понятия.

Блокчейн – информационная система, позволяющая совершать переводы условных единиц между адресами внутри системы напрямую, минуя посредников (peer-to-peer). Здесь и далее речь идет исключительно о технологии Ethereum и блокчейнах, построенных на ней (например, binance smart chain).

Под условными единицами может подразумеваться как базовая криптовалюта, так и токены, описание сущности которых заслуживает отдельной статьи.

Базовой криптовалютой в блокчейн Ethereum является эфир (Ether), который, в свою очередь, делится на дробные части. Минимальной долей эфира является вэй (wei), который равняется 10^{-18} эфира.

Так, при осуществлении банковского перевода вы используете банковскую систему безналичных переводов в качестве посредника. Можно возразить, что при переводе криптовалюты посредником является сам блокчейн. Здесь смысл фразы «минуя посредников» заключается в том, что, в отличие от банковской системы, блокчейн работает как программа и не может повлиять на ход выполнения транзакции. У него нет самостоятельной воли, и он не подчиняется какому-либо централизованному органу управления или индивиду. У него нет владельца в лице государства или частной компании. Таким образом, вы получаете возможность перевести нечто напрямую получателю. Вопрос о том, имеет ли это «нечто» ценность, будет рассмотрен далее.

Немаловажным отличием от традиционной банковской системы является то, что самостоятельными контрагентами в рамках данной системы переводов (т. е. иметь адреса для получения и отправки чего-либо) могут служить как люди, так и программы. Таким образом, мы вплотную подошли к наиболее важному понятию данной статьи.

Смарт-контрактом в блокчейн являются программы, имеющие собственные адреса, которые могут выступать как самостоятельные контрагенты. Таким образом, смарт-контракты в блокчейн можно рассматривать как киберсоциальную систему [2] – взаимодействие индивидов через программу-посредника, не имеющую над собой внешнего контроля.

Чаще всего смарт-контракты имеют собственную память, т. е. хранят какую-то информацию для их правильной работы, собственный набор правил взаимодействия и внутреннюю логику. Внутреннее состояние, внутренняя логика и правила взаимодействия со смарт-контрактом описываются на специальном языке программирования и не могут трактоваться двояко. При выполнении условий смарт-контракт отрабатывает как автомат, и результат его работы всегда однозначен.

Аналогом простого смарт-контракта в банковской системе могут служить автоплатежи за коммунальные услуги, осуществляющие оплату определенной суммы по определенным числам каждого месяца, или счета-копилки с автопополнением, которые могут переводить установленный пользователем процент от всех входящих переводов на специальный счет. Тот же банковский депозит может также рассматриваться как своего рода смарт-контракт между банком и его клиентом. В отличие от банковской системы, в блокчейн создание смарт-контрактов доступно любому пользователю.

Смарт-контракты записываются в реестр в виде байт-кода, который невозможно понять обычному пользователю, таким образом, по умолчанию внутренняя логика работы контракта скрыта от внешних пользователей, и понимает ее только создатель, и то не всегда.

Но если он (создатель) примет такое решение, можно с помощью специальных средств опубликовать исходный код контракта, чтобы пользователи, понимающие программный код, могли понять логику контракта и убедиться в корректности его условий.

Кроме того, авторы [1] выделяют следующие характеристики смарт-контрактов, которые признаются их ключевыми преимуществами: исключение посредников и снижение издержек контрактации, сокращение роли человеческого фактора при исполнении контракта, неизменность подписанного соглашения и его хранение в блокчейне. Не имеющая непосредственного отношения к тематике данной статьи цитата из этого же источника, которая дает серьезный повод задуматься, с одной стороны, а с другой – не позволяет согласиться с ней, звучит следующим образом: «Автоматизация процесса исполнения договора не застрахована от рисков неисполнения части договора, относящейся к объектам в реальном, нецифровом мире. На первый взгляд, нецифровые активы могут быть проконтролированы благодаря интеграции блокчейна с Интернетом вещей, что сегодня реализуется благодаря специализированным программам – *оракулам*, которые, тем не менее, не всегда имеют должный уровень защиты, а значит, мо-

гут быть уязвимым звеном для потенциального искажения информации, имеющей критическое значение для исполнения смарт-контракта». Здесь дается новое понятие – *оракул*. Смысл его сводится к тому, что при выполнении кода смарт-контракта он не имеет прямого доступа к источникам данных в сети Интернет, и, чтобы воспользоваться ими, ему необходимо прибегать к посредничеству таких средств, как оракулы. Но это касается лишь случаев, когда нам нужно прочесть информацию по инициативе пользователя, вызывающего функцию в смарт-контракте. Но если же мы говорим про Интернет вещей (IoT), то ничего не мешает устройствам напрямую записывать требуемую информацию непосредственно в блокчейн. Скажем, мы имеем беспилотный автомобиль с фургоном, замок которого снабжен процессором. В случае если фургон прибыл на место, и транзакция по оплате груза прошла, а к фургону подошел пользователь с цифровой подписью своего кошелька, сделав запрос на вскрытие, то замок открывается и сам записывает в блокчейн подписанную товарную накладную с временем, геолокацией и идентификатором пользователя, кому был передан груз. Никаких оракулов в таком исполнении не нужно.

Транзакцией в блокчейн называется изменение его состояния как при переводе криптовалюты с одного адреса на другой, так и при взаимодействии со смарт-контрактом, меняющим его внутреннее состояние.

Новый адрес в системе может создать любой пользователь совершенно бесплатно. Это приводит к анонимности ее участников.

С другой стороны, полный список всех транзакций, совершавшихся в сети, доступен любому человеку в режиме онлайн. Всегда можно посмотреть, какой адрес и какие транзакции совершал. Для этого служат такие сайты, как etherscan.io.

Кроме прочего, имея кошелек, вы можете использовать его как подпись, с помощью которой можно подписывать те или иные сообщения.

Возможность внесения изменений в смарт-контракт

Ключевой особенностью транзакций в блокчейн является их необратимость. Если вы даже ошибочно перевели средства на какой-либо адрес, вернуть их уже не получится. Это же касается и восстановления доступа к кошелькам. Если вы потеряли ключи доступа к своему кошельку, восстановить их тоже невозможно.

Данная особенность, кроме прочего, подразумевает непрерывную потерю части средств в системе при некоторой, пусть даже малой, вероятности того, что тот или иной пользователь потеряет доступ к своему кошельку, что неизбежно дополнительно создает дефицит базовой криптовалюты.

Принцип необратимости транзакций имеет самое непосредственное отношение к смарт-контрактам. Для того чтобы смарт-контракт появился в сети, получил свой адрес и стал доступен другим пользователям, его код должен быть записан в блокчейн. Запись также представляет собой транзакцию, являющуюся необратимой. Другими словами, однажды записав код смарт-контракта в блокчейн, изменить его становится невозможным никому. Потенциально такую операцию можно осуществить, но это будет настолько дорого и сложно, что, скорее всего, не оправдает затраченных усилий.

В [1] читаем: «Другой характеристикой смарт-контрактов, представляемой как их преимущество, является неизменность записей уже заключенных соглашений, факт которой определяется самой технологией. С одной стороны, это охраняет договор от внесения несогласованных изменений и фальсификации содержания уже подписанного соглашения, но, с другой стороны, это делает его негибким к изменениям внешней среды и форс-мажорным обстоятельствам». Это утверждение также является неверным. Во-первых, это касается вовсе не условий договора, а кода контракта, что вовсе не одно и то же. Скажем, даты исполнения тех или иных условий или любые другие значения (сумма, время, дата, количество и т. д.) можно спокойно менять, нужно только предусмотреть условия, на которых они будут меняться, и в целом не сложно придумать механизм внесения изменений при достижении консенсуса. Другими словами, в контракте можно поменять практически всё, главное – предусмотреть такую возможность заранее, на этапе составления контракта. Утверждение про смарт-контракт, что «с момента его подписания он не предлагает сторонам иные альтернативы, кроме тех, которые были изначально прописаны в условиях», понимается авторами неверно, равно как и технология искусственного интеллекта, которая приводится уж вовсе не к месту. Единственное, с чем сложно спорить, – «что смарт-контракты применимы далеко не во всех сферах и их внедрение там, где они не приводят к сокращению транзакционных издержек или упрощению контрактного процесса без повышения рисков неисполнения договора, будет избыточным».

Как уже говорилось, взаимодействие с блокчейн можно разделить на два основных класса – чтение данных из реестра и запись в него. Если первые доступны всем и являются бесплатными, то за запись данных в реестр нужно заплатить криптовалютой.

На стоимость транзакции влияют два параметра. Первый – объем вычислений, необходимых для внесения данной записи, который измеряется в единицах *газа*. Самая простая транзакция – это перевод базовой криптовалюты между пользователями. Ее сложность составляет 21 000 газа. Более сложные транзакции, предположим взаимодействие со смарт-контрактом, можгу потребовать 100 и более тысяч газа. Максимальное значение газа, устанавливаемое сетью за совершение одной транзакции, составляет 3 млн газа.

Второй параметр, который влияет на итоговую стоимость транзакции, – текущая цена газа, которая зависит от количества транзакций в сети. Если в текущем моменте транзакций много, то цена газа растет, и наоборот. Существуют специализированные ресурсы, которые транслируют текущую цену газа, например ethgasstation.info.

Цена газа устанавливается пользователем самостоятельно, и, если он укажет низкую стоимость по сравнению с текущей, это повлияет на время выполнения транзакции. Чем ниже цена, тем ниже приоритет транзакции и тем дольше она будет выполняться.

В итоге пользователь оплачивает транзакцию базовой криптовалютой, т. е. эфиром.

Рассмотрим пример блок-схему простого смарт-контракта:

Внутреннее состояние контракта хранит в себе два массива данных: первый массив – сколько средств депонировал тот или иной адрес, и второй массив – когда пользователь имеет возможно забрать свои средства. Для простоты предположим, что никаких процентов на депозит не начисляется.

Также контракт имеет 4 функции. Две из них меняют состояние контракта, а две другие только позволяют прочитать информацию о внутреннем состоянии контракта, т. е. узнать, сколько некий адрес имеет на депозите и когда владелец некоторого адреса может забрать свой депозит, инициировав соответствующую транзакцию.

Функции контрактов могут принимать параметры. Так, функция *deposit* из приведенного примера принимает два параметра, *amount* и *min* – количество депонируемых средств и срок депозита в минутах с текущего момента. Предположим, внутренняя логика функции *deposit*(*amount*,*min*) выглядит следующим образом: проверить, есть ли уже депозит у пользователя, которые ее вызвал. Если депозит есть, то увеличить его сумму на *amount*. В этом случае проверить, что текущее время плюс количество минут, указанное пользователем, больше, чем предыдущее время экспирации. Тогда меняем время экспирации депозита на новое значение. В противном случае оставляем его неизменным. Если же депозит у данного пользователя отсутствовал, просто создаем новую запись с указанными пользователем параметрами.

Внутренняя логика функции *withdraw*() для снятия средств с депозита может быть примерно следующей: проверяем, есть ли у пользователя деньги на депозите. Если деньги есть, проверяем текущую дату. Если она больше, чем срок, после которого можно забрать свои средства, осуществляем вывод средств с адреса контракта на адрес пользователя. Во всех остальных случаях ничего не делаем.

С учетом того, что язык программирования является полным, на нем можно создавать смарт-контракты произвольной сложности. Рассмотрим простой пример использования смарт-контракта в расчетах покупателя и поставщика. Покупатель депонирует средства на счете смарт-контракта на месяц, по истечении которого он может их беспрепятственно забрать. При этом при получении товара покупателем, он по условиям смарт-контракта теряет возможность вывода средств, а данное право переходит к пользователю с адресом, указанным в товарной накладной.

Всё, что остается сделать поставщику, – привезти товар и получить отметку в накладной с одновременной отправкой информации об осуществлении поставки в блокчейн. При этом до осуществления поставки поставщик всегда может убедиться в наличии средств на адресе смарт-контракта.

Описанный выше механизм по сути является схемой банковского аккредитива и является весьма простым. Потенциально в контрактах можно прописывать сколь угодно сложные условия. Так, например, эскроу-счета прекрасно укладываются в идеологию смарт-контрактов. На самом деле блокчейн может заменить любого финансового посредника.

Хитросплетение всевозможных взаимодействующих между собой смарт-контрактов позволило реализовать с их помощью децентрализованные биржи, механизмы маржинальной торговли, маржинального кредитования частными лицами через специальные платформы за комиссию, обменных систем, пулов ликвидности, всевозможных токенов [7] и стэйбл-коинов [9], что привело к появлению в обиходе нового термина *DeFi* (от англ. decentralized finance), представляющего собой целую экосистему взаимодействующих финансовых механизмов, капитализация которых сопоставима с капитализацией самого блокчейна.

Недостатки

В основном в публикациях даются хвалебные отзывы относительно рассматриваемых технологий, и автор в большей части со всеми ними согласен. Тем не менее, нельзя считать современную реализацию технологии смарт-контрактов в блокчейн Ethereum свободной от недостатков. Объективности ради необходимо отметить основные из них.

Отсутствие масштабируемости. Изначально при проектировании Ethereum никто не ожидал такого роста популярности и вычислительной сложности. Поэтому с ростом сети подтверждать транзакции и хранить реестр стало всё сложнее. Это очень быстро вылилось в то, что синхронизировать свою ноду с блокчейном стало практически невозможно. Пока вы скачиваете новые блоки, в системе появляются новые, и вы никогда не можете держать реестр локально в актуальном состоянии.

Невозможность смарт-контрактам инициировать транзакции. Безусловно, такой подход наверняка имеет какое-то объяснение, но если речь пойдет о необходимость действительно самостоятельного поведения в блокчейн, не говоря уже об интеллектуальности агентов, то смарт-контрактам непременно придется давать возможность инициировать транзакции. На самом деле сейчас можно обойти данное ограничение, что автор неоднократно делал, написав сервер, который будет непрерывно следить за состоянием реестра и при возникновении тех или иных условий инициировать транзакцию с какого-либо адреса с помощью специальных библиотек. Но почему не дать возможности самому смарт-контракту инициировать транзакцию при наличии комиссии на его счету – не понятно.

Дороговизна транзакций. Рост курса Ethereum приводит к тому, что стоимость транзакций растет, что, в свою очередь, довольно быстро приводит к нецелесообразности проведения тех или иных транзакций чисто с экономической точки зрения. Когда развертывание (deploy) контракта стоит порядка $250, а каждая простая транзакция – $5–10, обычный пользователь невольно начинает задумываться об их целесообразности, а многие экономические модели становятся

просто невозможными ввиду транзакционных издержек. Нельзя не упомянуть печальные факты, когда пользователи по ошибке переводили небольшие суммы денег (порядка сотен долларов) и ошибочно указывали высокую цену за газ, что в итоге выливалось в стоимость транзакции в $9 500 [1], а недавно даже в 25 ETH [2] (~ $37 000).

Примитивность и ограниченность языка Solidity – один из главных недостатков текущей реализации смарт-контрактов. Сложность, отсутствие гибкости, невозможность конструировать классы и многие другие ограничения делают программирование на Solidity неудобным, сложным занятием.

Необходимость использования оракулов. Другим важным недостатком является невозможность напрямую запросить требуемую информацию из сети Интернет. Для этого требуется прибегнуть к услугам сторонних контрактов – оракулов, что, в свою очередь, вызывает дополнительные сложности и стоит денег. «Импорт необходимой для выполнения контракта информации в распределенный реестр может производиться в ручном режиме либо с использованием оракулов – инфраструктурных алгоритмов, импортирующих информацию в блокчейн с внешнего сервера, который направляет запрос к провайдеру необходимых данных» [10].

Заключение

В работе дана авторская точка зрения на применимость технологии смарт-контрактов в экономических взаимоотношениях. Несмотря на то что технология является достаточно сырой и, безусловно, требует доработки, вызванный вокруг нее ажиотаж проявляет спрос на технологию в будущем. В любом случае данная тематика порождает новые сущности и вызовы и, вне всякого сомнения, заслуживает всестороннего изучения и исследования.

Несмотря на обоснованную критику в научных источниках [3; 11], безусловно, требующую более глубокого анализа и исследования, а также высокую степень недоверия со стороны населения и государства, блокчейн, по мнению большинства исследователей, продолжает завоевывать свое место. Одной из ключевых технологий, реализованных в нем, являются смарт-контракты, имеющие широкое применение в различных областях, в первую очередь – в финансовой. Децентрализованные финансы и смарт-контракты позволяют конструировать не имеющие аналогов в традиционных финансах механизмы и открывают широкие возможности финансового инжиниринга.

В рамках статьи в экономических терминах разъяснены основные понятия из области блокчейн и смарт-контрактов, приведен простой пример и аналогии из повседневной жизни и области финансов, проведен критический анализ публикаций по тематике исследования. Данная статья является вводной по тематике исследований автора и помимо прочего необходима для того, чтобы в будущих

[1] Пользователь по ошибке заплатил $9500 за транзакцию стоимостью $120. URL: https://forklog.com/polzovatel-po-oshibke-zaplatil-9500-za-tranzaktsiyu-stoimostyu-120/ (дата обращения 28.02.2021).

[2] Пользователь заплатил 25 ETH за одобрение токена на Uniswap. URL: https://forklog.com/polzovatel-zaplatil-25-eth-za-odobrenie-tokena-na-uniswap/ (дата обращения 28.02.2021).

публикациях давать ссылку на используемые термины и не прибегать к повторному объяснению тех или иных понятий. С учетом проанализированных публикаций и динамики развития технологии в целом, ее новизны не просто с технологической, но и с юридической, экономической и социально-политической точек зрения, автор считает блокчейн новой технологической сингулярностью, после появления которой мир уже никогда не будет прежним.

Список литературы

1. **Иващенко Н. П., Шаститко А. Е., Шпакова А. А.** Смарт-контракты в свете новой институциональной экономической теории // Журнал институциональных исследований. 2019. Т. 11, № 3. С. 64–83. DOI 10.17835/2076-6297.2019.11.3.064-083
2. **Финогеев А. Г., Васин С. М., Гамидуллаева Л. А., Финогеев А. А.** Технология смарт контрактов на основе блокчейн для минимизации трансакционных издержек в региональных инновационных системах // Вопросы безопасностию 2018. № 3. С. 34–55.
3. **Алиев И. А.** Уязвимости смарт-контрактов блокчейн-платформы Ethereum // Научные записки молодых исследователей. 2019. № 3. С. 47–57.
4. **Дядькин Д. С., Усольцев Ю. М., Усольцева Н. А.** Смарт-контракты в России: перспективы законодательного регулирования // Universum: экономика и юриспруденция. 2018. № 5 (50). С. 1–1.
5. **Сомова Е. В.** Смарт-контракт в договорном праве // Журнал зарубежного законодательства и сравнительного правоведения. 2019. № 2. С. 79–86.
6. **Богданова Е. Е.** Проблемы применения смарт-контрактов в сделках с виртуальным имуществом // Lex Russica. 2019. № 7 (152). С. 108–118.
7. **Осмоловская А. С.** Смарт-контракты: функции и применение // Бизнес-образование в экономике знаний. 2018. № 2 (10). С. 54–56.
8. **Грылева И. В.** Смарт-контракты и технология блокчейн // Экономика и бизнес: теория и практика. 2019. № 4-2. С. 63–66.
9. **Синельникова-Мурылева Е. В., Шилов К. Д., Зубарев А. В.** Сущность криптовалют: дескриптивный и сравнительный анализ // Финансы: теория и практика. 2019. № 6. С. 36–49. DOI 10.26794/2587-5671-2019-23-6-36-49
10. **Гребенкина А., Зубарев А.** Перспективы использования смарт-контрактов в финансовой сфере // Экономическое развитие России. 2018. № 12. С. 32–43.
11. **Крылов Г. О., Селезнёв В. М.** Состояние и перспективы развития технологии блокчейн в финансовой сфере // Финансы: теория и практика. 2019. № 6. С. 26–35. DOI 10.26794/2587-5671-2019-23-6-26-35

References

1. **Ivashchenko N. P., Shastitko A. Ye., Shpakova A. A.** Smart contracts throught lens of the new institutional economics. *Journal of Institutional Studies*, 2019, vol. 11 (3), pp. 64–83. (in Russ.) DOI 10.17835/2076-6297.2019.11.3.064-083

2. **Finogeev A. G., Vasin S. M., Gamidullaeva L. A., Finogeev A. A.** Blockchain-based smart contracts technology to minimize transaction costs in regional innovation systems. *Security Issues*, 2018, no. 3, pp. 34–55. (in Russ.)
3. **Aliev I. A.** Vulnerabilities of the ethereum Blockchain smart Contracts. *Scientific notes of young researchers*, 2019, no. 3, pp. 47–57. (in Russ.)
4. **Diadkin D., Usoltsev Yu., Usoltseva N.** Smart contracts in Russia: prospects for legislative regulation. *Universum: economics and law*, 2018, no. 5 (50), pp. 1–1. (in Russ.)
5. **Somova E. V.** Smart contract in contract law. *Journal of Foreign Law and Comparative Law*, 2019, no. 2, pp. 79–86. (in Russ.)
6. **Bogdanova E. E.** Problems of using smart contracts in transactions with virtual property. *Lex Russica*, 2019, no.7 (152), pp. 108–118. (in Russ.)
7. **Osmolovskaya A. S.** Smart contracts: functions and application. *Business education in the knowledge economy*, 2018, no. 2 (10), pp. 54–56. (in Russ.)
8. **Gryleva I. V.** Smart contracts and blockchain technology. *Economics and Business: Theory and Practice*, 2019, no. 4-2, pp. 63–66. (in Russ.)
9. **Sinelnikova-Muryleva E. V., Shilov K. D., Zubarev A. V.** The Essence of Cryptocurrencies: Descriptive and Comparative Analysis. *Finance: Theory and Practice*, 2019, no. 23 (6), pp. 36–49. (in Russ.) DOI 10.26794/2587-5671-2019-23-6-36-49
10. **Grebenkina A., Zubarev A.** Prospects for the use of smart contracts in the financial sector. *Economic Development of Russia*, 2018, no. 12, pp. 32–43. (in Russ.)
11. **Krylov G. O., Seleznev V. M.** Current State and Development Trends of blockchain Technology in the Financial Sector. *Finance: Theory and Practice*, 2019, no. 23 (6), pp. 26–35. (in Russ.) DOI 10.26794/2587-5671-2019-23-6-26-35

Информация об авторе

Дмитрий Юрьевич Нагорных, аспирант

Information about the Author

Dmitry Yu. Nagornykh, Postgraduate Student

Статья поступила в редакцию 10.09.2021;
одобрена после рецензирования 28.09.2021; *принята к публикации 28.09.2021*
The article was submitted 10.09.2021;
approved after reviewing 28.09.2021; *accepted for publication 28.09.2021*