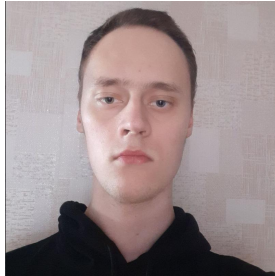


УДК 338.681:336.768

СМАРТ-КОНТРАКТЫ И ИХ РОЛЬ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ДОВЕРИЯ В ФИНАНСОВЫХ ТРАНЗАКЦИЯХ



С.Н. Барсукевич
Инженер-программист в ОИТ
ЦИИР БГУИР
mx2002bsn0307@gmail.com



С.Н. Нестеренков
Декан факультета
компьютерных систем и
сетей БГУИР, кандидат
технических наук, доцент
s.nesterenkov@bsuir.by



П.С. Жуковец
Инженер-программист в ОИТ
ЦИИР БГУИР, ассистент
кафедры ЭВМ
pzhukovets@gmail.com

С.Н. Барсукевич

Окончил Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники по специальности “Информатика и технологии программирования”. Работает инженером-программистом в отделе информационных технологий ЦИИР БГУИР.

С.Н. Нестеренков

Кандидат технических наук, доцент, декан факультета компьютерных систем и сетей Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники, доцента кафедры программного обеспечения информационных технологий. Автор публикаций на тему машинного обучения, алгоритмов принятия решений, искусственных нейронных сетей и автоматизации.

П.С. Жуковец

Окончил Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. Работает инженером-программистом в отделе информационных технологий ЦИИР БГУИР, ассистент кафедры ЭВМ.

Аннотация. Смарт-контракты, основанные на блокчейн-технологии, представляют собой программный код, который автоматизирует и обеспечивает выполнение условий соглашений между участниками в децентрализованной среде. В данной статье рассматривается сущность смарт-контрактов, их роль в финансовых отношениях. С их помощью устраняется необходимость в посредниках и традиционных финансовых учреждениях, что сокращает риски мошенничества и снижает операционные издержки. Автоматизированный характер смарт-контрактов обеспечивает прозрачность и надежность исполнения соглашений, повышая уровень доверия среди сторон. Обозреваются возможности применения смарт-контрактов в финансовой системе и их влияние на эффективность и безопасность финансовых транзакций, определяются перспективы развития децентрализованных финансовых отношений.

Ключевые слова: смарт-контракт, блокчейн, цифровая экономика.

Введение. Цифровая экономика становится все более важной в современном мире, изменяя способы ведения бизнеса, взаимодействия и потребления. Развитие цифровой экономики открывает огромные возможности, но также накладывает свои особенные вызовы, которые требуют внимания и инноваций.

Одной из ключевых составляющих развития цифровой экономики является цифровая трансформация. Компании во всех отраслях ищут новые способы улучшения производственных процессов, обогащаются клиентским опытом, создают новые

продукты и услуги. В свою очередь, цифровая экономика непосредственно связана с четвертой промышленной революцией, которая означает период интеграции передовых технологий в производственные процессы и общество в целом. Искусственный интеллект, интернет вещей, блокчейн и облачные вычисления играют ключевую роль в этом процессе, открывая новые горизонты и возможности для бизнеса [1].

Однако развитие цифровой экономики также влечет за собой вопросы безопасности и приватности данных. Все большее количество информации становится доступным в цифровой форме, что создает необходимость в эффективной защите данных от киберугроз и злоупотреблений.

Несмотря на вызовы, развитие цифровой экономики предлагает множество потенциальных преимуществ для бизнеса, общества и экономики в целом. Открытие большинства новых возможностей требует эффективного регулирования, инвестиций в инновации и образование, а также стимулирования предпринимательской активности и развития цифровой инфраструктуры.

Развитие цифровой экономики представляет собой важный этап в эволюции бизнеса и общества. Однако для успешной реализации этого потенциала необходимо принимать новые решения в области безопасности, доступности и эффективности и продолжать инвестировать в инновации и развитие.

Основная часть. Финансовые отношения в традиционной форме в значительной степени зависят от документооборотных систем и сторонних посредников. Соответственно, при этом процессы усложняются множеством этапов и вовлечением человеческих ресурсов так, что это может привести к неэффективности, мошенничеству и отсутствию конфиденциальности.

Так появилась новая технология смарт-контрактов, которая позволяет автоматизировать, упростить и обезопасить договорной процесс сторон.

Однако проблемным местом оставались системы платежей, которые раньше всегда имели доверенных посредников, что не позволяло сделать систему абсолютно автоматической, действующей лишь согласно выполненным условиям вне зависимости от воли какого-либо исполнителя. Практические реализации концепции смарт-контракта стали возможными благодаря появлению технологии блокчейн, что обеспечило контрактам полную автономность и позволило отказаться от третьей стороны, выполнявшей роль контролёра и арбитра [2].

При помощи первых смарт-контрактов уже можно было выстраивать сложную бизнес-логику на основе блокчейна, но были и особенности, не позволяющие им конкурировать с традиционными инструментами. В частности, весь смарт-контракт должен был помещаться в одну транзакцию, так как взаимодействие в блокчейн-сети реализовано при помощи них. В дальнейшем это ограничение преодолели. Также смарт-контракты не имели доступа к данным вне блокчейн-сети. Сейчас это решается с помощью оракулов. Оракул (*Oracle*) – это внешний источник данных или сервис, который предоставляет информацию из «внешнего мира». Оракулы предоставляют механизм для передачи внешних данных в смарт-контракт. Эти данные могут включать в себя информацию о ценах активов, результаты спортивных событий, погодные условия и многое другое. Оракулы могут быть реализованы как программные компоненты, *API* или узлы, которые могут предоставлять информацию о внешних событиях [3].

Сравним традиционный контракт и смарт-контракт (представлены на рисунке 1). Обычный контракт – это письменное или устное соглашение между двумя или более сторонами, в котором они определяют права, обязанности и условия, согласно которым они согласны взаимодействовать друг с другом. Он включает множество шагов, требующих человеческого вмешательства. Традиционные контракты обычно осуществляются через централизованные органы или институты, такие как правительство,

адвокаты или нотариусы, а их исполнение и регулирование требуют дополнительных шагов и вмешательства третьих сторон в случае нарушения. Как видно на схеме, смарт-контракт упрощает процесс заключения сделки, облегчая задачу для сторон договора.



Рисунок 1. Сравнение контракта со смарт-контрактом

Далее рассмотрим природу смарт-контрактов. Обозначим основные объекты смарт-контракта [3]:

1 Подписанты – стороны смарт-контракта, принимающие условия с использованием электронных подписей или отказывающиеся от них. Прямым аналогом является подпись отправителя средств в сети *Bitcoin*, которая подтверждает внесение транзакции в цепочку блоков.

2 Предмет договора. Предметом договора может являться только объект, находящийся внутри среды существования самого смарт-контракта, или же должен обеспечиваться беспрепятственный, прямой доступ смарт-контракта к предмету договора без участия человека.

3 Условия. Условия смарт-контракта должны иметь полное математическое описание, которое возможно запрограммировать в среде его существования. Именно в условиях описывается логика выполнения пунктов предмета договора.

4 Децентрализованная платформа. Для распределенного хранения смарт-контракта необходима его запись в блокчейне этой платформы.

Создание смарт-контракта предполагает следующие пункты:

1 Определение положений и условий: вовлеченные стороны принимают решение о сроках и условиях контракта, включая правила, действия и любые триггеры для его выполнения.

2 Выбор среды развертывания: выбирается блокчейн-платформа, поддерживающая смарт-контракты (например, *Ethereum*, *Binance Smart Chain* и т. п.).

3 Реализация кода: как только положения и условия определены, программист пишет код смарт-контракта, используя определенный язык программирования, совместимый с выбранным блокчейном (например, *Solidity* для *Ethereum*).

4 Развертывание смарт-контракта: закодированный смарт-контракт развертывается в выбранной платформе, создавая для него уникальный адрес.

Смарт-контракты предоставляют функции, которые могут вызывать пользователи. Эти функции могут считывать или изменять состояние контракта. Пользователи или другие смарт-контракты могут инициировать транзакции с помощью текущего развернутого смарт-контракта, отправив транзакцию на его адрес. Транзакции транслируются в сеть и проверяются узлами с помощью механизма консенсуса (например, *proof-of-work* или *proof-of-stake*). Как только транзакция подтверждена, выполняется код смарт-контракта, и состояние контракта может быть обновлено на основе определенных правил. Состояние смарт-контракта обновляется в соответствии с правилами, закодированными в контракте. Это может включать передачу прав собственности, обновление балансов или другие изменения. Обновленное состояние сохраняется в блокчейне, обеспечивая прозрачность и неизменность. Жизненный цикл смарт-контракта представлен на рисунке 2.

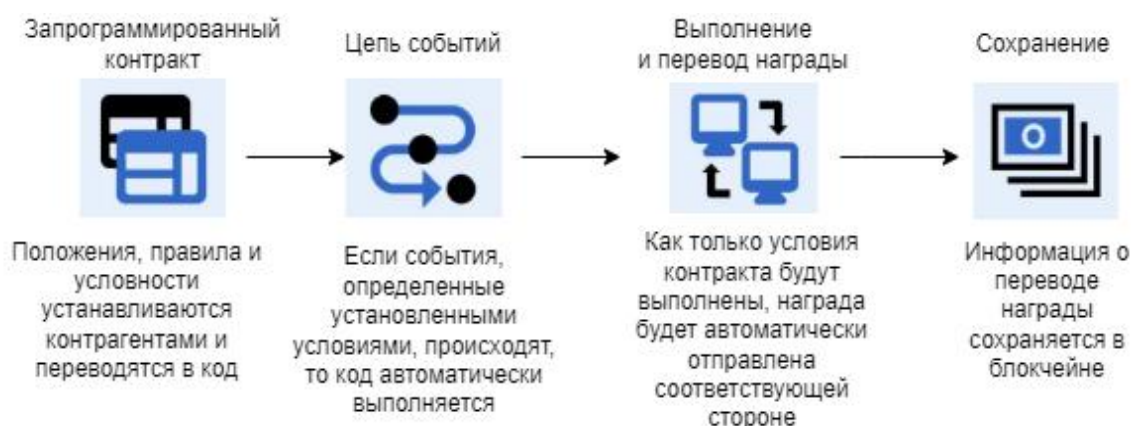


Рисунок 2. Жизненный цикл смарт-контракта

Смарт-контракты могут генерировать события во время выполнения для регистрации определенных событий или запуска внешних систем. Пользователи или другие контракты могут прослушивать эти события, чтобы получать уведомления об изменениях в состоянии контракта. Если смарт-контракту требуются данные реального мира, он может использовать оракулы для получения внешней информации. Код смарт-контракта содержит инструкции о том, как взаимодействовать с оракулами для получения необходимых данных. Пользователи платят комиссию за транзакции майнерам или валидаторам за обработку и подтверждение транзакций в блокчейне.

Смарт-контракты уже оказывают значительное влияние на различные аспекты финансовых услуг. Реализация этих контрактов в реальных сценариях демонстрирует их преобразующий потенциал.

Существует разные типы смарт-контрактов в зависимости от их свойств [3]:

- среда выполнения: централизованные и распределенные;
- анонимность: конфиденциальные, частично открытые и полностью открытые;
- механизм инициирования: ограниченные и предустановленные;
- степень автоматизации:

1 полностью автоматизированные – смарт-контракт хранится только в блокчейне и не требует физического подтверждения;

2 частично автоматизированные – договор хранится в блокчейне, а также имеет бумажный вид;

3 автоматизированные преимущественно в хранилище.

Тип смарт-контракта, который будет использоваться, зависит от проводимой сделки.

Поскольку смарт-контракты выполняют соглашения, их можно использовать для самых разных целей. Одним из простейших применений является обеспечение совершения транзакций между двумя сторонами, таких как покупка и доставка товаров. Например, производитель, нуждающийся в сырье, может настроить платежи с помощью смарт-контрактов, а поставщик может настроить отгрузки. Затем, в зависимости от соглашения между двумя предприятиями, средства могут быть автоматически переведены поставщику при отгрузке или при доставке груза.

Одним из заметных применений смарт-контрактов является торговля ценными бумагами, где традиционный процесс расчетов часто занимает большое количество времени и включает в себя множество посредников. Смарт-контракты могут автоматизировать весь процесс расчетов, начиная заключением сделки и заканчивая передачей ценных бумаг.

Смарт-контракты преобразуют страховую отрасль, автоматизируя обработку претензий. При выполнении заранее определенных условий, таких как задержка рейса или погодные условия, смарт-контракты могут автоматически инициировать выплату страховых возмещений. Это не только ускоряет процесс урегулирования претензий, но и снижает административные издержки страховых компаний.

Децентрализованные кредитные платформы (сервисы, предлагающие займы под залог без участия посредников) используют смарт-контракты для облегчения однорангового кредитования без необходимости в традиционных финансовых посредниках.

Смарт-контракты также используются в финансировании цепочки поставок для автоматизации и обеспечения безопасности транзакций между различными ее участниками. Это включает автоматическое выделение средств при выполнении заранее определенных условий, таких как успешная доставка товаров. Смарт-контракты оцифровывают и автоматизируют эти процессы, тем самым снижая риск мошенничества и повышая эффективность финансирования цепочки поставок.

Смарт-контракты играют решающую роль в токенизации активов, когда физические активы, такие как недвижимость или предметы искусства, представлены в виде цифровых токенов на блокчейне. Эти токены программируются с помощью смарт-контрактов, что позволяет автоматизировать такие процессы, как распределение дивидендов и передача права собственности. Это повышает ликвидность и доступность для более широкого круга инвесторов.

Поскольку внедрение смарт-контрактов продолжает расти, будущее финансовых услуг, вероятно, будет все более децентрализованным, автоматизированным и эффективным.

Появление децентрализованных кредитных платформ, поддерживаемых смарт-контрактами, является важной тенденцией в финансовой сфере. Децентрализованный характер этих платформ обеспечивает пользователям больший контроль над своими активами и финансовой деятельностью.

В то время как децентрализованные платформы набирают обороты, существует также потенциал интеграции смарт-контрактов с традиционными финансовыми институтами. Эта интеграция может привести к созданию гибридных систем, в которых преимущества технологии блокчейн и смарт-контрактов будут использоваться в рамках существующих финансовых структур. Это могло бы привести к более эффективным и прозрачным финансовым процессам, приносящим пользу как учреждениям, так и их клиентам.

Смарт-контракты потенциально могут упростить и ускорить трансграничные транзакции. Автоматизация процессов исполнения контрактов и расчетов может значительно сократить время и затраты, связанные с международными транзакциями. Это

особенно перспективно для предприятий, занимающихся глобальной торговлей, где задержки и сборы при трансграничных платежах могут быть существенными.

Внедрение смарт-контрактов в финансовых транзакциях сопряжено с определенными нюансами. Хотя технология блокчейн известна своими функциями безопасности, смарт-контракты не застрахованы от уязвимостей. Одной из проблем является обеспечение безопасности и исправности программного кода и устойчивости к кибератакам. Стоит учитывать, что те же оракулы влияют на доверие в системе, так как они могут быть подвержены взлому или манипуляциям. Разработчики смарт-контрактов должны выбирать оракулы с осторожностью и учитывать вопросы безопасности.

Другой из проблем является юридическая сторона, а именно то, что он будет исполняться даже при наличии пороков воли или недобросовестности. Если компьютерная программа не оставляет возможности вмешательства с целью разрешения возможных споров, то наиболее эффективным средством правовой защиты была бы подача кондикционного иска в суд, но уже после исполнения смарт-контракта. Таким образом, смарт-контракты потенциально могут значительно ограничить вариативность судебных разбирательств. Так, если в настоящее время большинство исков подаются с целью возмещения убытков вследствие неисполнения (ненадлежащего исполнения) договорных обязательств, то исходя из того, что алгоритм смарт-контракта не допускает такого варианта развития событий, иски будут подаваться уже для того, чтобы отменить исполнение договора и с требованием возмещения убытков [4].

В дополнение, высокая цена разработки умного контракта может стать причиной отказа от его использования. Также после разработки важно провести аудит третьей стороной, чтобы убедиться, что всё работает правильно – это тоже дорогостоящая услуга.

Заключение. Современный мир находится в постоянной динамике, поэтому принципы «*pacta sunt servanda*» («договоры должны соблюдаться») и «*rebus sic stantibus*» («договор остается в силе до тех пор, пока остаются неизменными обстоятельства, обусловившие его заключение и действие») действуют одновременно [5].

Следует признать, что не все традиционные принципы гражданского права подходят для смарт-контрактов, тем не менее стороны договора по-прежнему будут нуждаться в традиционной правовой защите. Возможно, речь должна идти о разработке специальных принципов в сфере применения смарт-контрактов наряду с совершенствованием самого программного кода. Правовая природа смарт-контракта неоднозначна и до настоящего времени является предметом дискуссий в юридическом сообществе. В связи с этим большинство государств мира до сих пор законодательно не регламентировали этот вопрос. К сожалению, отсутствуют и соответствующие международно-правовые акты, способствующие единообразному восприятию и регулированию. Однако инновационные технологии не стоят на месте, процессы глобализации и цифровизации в значительной степени влияют на общество и экономику, а с развитием технологий неизбежно следует преобразование права.

По мере того, как внедрение смарт-контрактов становится все более распространенным, регулирующие органы, вероятно, эволюционируют, чтобы обеспечить четкие рекомендации по их использованию. Соответственно, нормативно-правовая база должна будет адаптироваться с учетом уникальных характеристик смарт-контрактов, решая такие вопросы, как действительность контрактов, разрешение споров и защита потребителей. Четкие и поддерживающие нормативные акты сыграют решающую роль в содействии широкому внедрению смарт-контрактов в сфере финансовых услуг.

В целом, смарт-контракты открывают новые перспективы для обеспечения доверия в финансовых транзакциях. Не смотря на проблемы и риски, они представляют

собой мощный инструмент для повышения безопасности, прозрачности и эффективности в проведении финансовых операций в современном цифровом мире.

Список литературы

- [1] Marcelo Corrales Compagnucci , Mark Fenwick , Stefan Wrbka. Technological, Business and Legal Perspectives. 2021.
- [2] Mentsiev, A. U., E. R. Guzueva, S. M. Yunaeva, M. V Engel, and M. V Abubakarov. Blockchain as a technology for the transition to a new digital economy. Journal of Physics: Conference Series 1399. 2019.
- [3] Zheng, Z.; Xie, S.; Dai, H.-N.; Chen, W.; Chen, X.; Weng, J.; Imran, M. An overview on smart contracts: Challenges, advances and platforms. Future Gener. Comput. Syst. 2020.
- [4] Чурилов А. Ю. К проблеме понятия и правовой природы смарт-контракта // Юрист. 2020. № 7.
- [5] Одинцов С. В., Зырянова О. И. Особенности правового регулирования цифровых технологий // Современное право. 2021. № 2. С. 125–130. DOI: 10.25799/NI.2021.35.10.019.

Авторский вклад

Барсукевич Сергей Николаевич – составление плана исследования, описание сущности смарт-контракта, сравнительный анализ с традиционным контрактом, исследование роли смарт-контракта в финансовых транзакциях, поиск материалов исследования.

Нестеренков Сергей Николаевич – постановка задачи и составление плана исследования.

Жуковец Петр Сергеевич – оценка цифровой экономики, анализ проблематики использования смарт-контрактов.

SMART CONTRACTS AND THEIR ROLE IN ENSURING TRUST IN FINANCIAL TRANSACTIONS

S.N. Barsukevich
Software engineer at Information Technologies Department, CIIE BSUIR

S.N. Nesterenkov
Dean of the Faculty of Computer Systems and Networks of BSUIR, PhD of Technical Sciences, Associate Professor

P.S. Zhukovets
Software engineer at Information Technologies Department, CIIE BSUIR

Abstract. Blockchain-based smart contracts are software code that automates and enforces the terms of agreements between participants in a decentralised environment. This article discusses the essence of smart contracts and their role in financial relationships. They eliminate the need for intermediaries and traditional financial institutions, thereby reducing fraud risks and lowering transaction costs. The automated nature of smart contracts ensures transparency and reliability of execution of agreements, increasing the level of trust among the parties. The possibilities of smart contracts in the financial system and their impact on the efficiency and security of financial transactions are reviewed, and the prospects for the development of decentralised financial relations are identified.

Keywords: smart-contract, blockchain, digital economy.