

УДК 33 DOI: 10.14451/2.188.67

Смарт-контракты: основные принципы и их роль в современной строительной индустрии

© 2024 **Федяев Павел Павлович**

Заместитель генерального директора по строительству, эксплуатации и безопасности,
Национальный медико-хирургический центр им. Н. И. Пирогова Минздрава России.

E-mail: p.fedyaev@gmail.com

Ключевые слова: смарт-контракты, блокчейн, строительная индустрия, государственные закупки, цифровизация, устойчивое строительство.

Смарт-контракты – это инновационная технология, основанная на технологии блокчейн, которая нашла широкое применение в различных отраслях, включая строительную отрасль. В этой статье рассматриваются основные принципы смарт-контрактов и их важность в современной строительной отрасли. Мы рассмотрим, как смарт-контракты управляют и автоматизируют ключевые процессы в строительстве, обеспечивая более эффективное управление проектами, снижая риски и повышая прозрачность. Также в статье рассматривается роль смарт-контрактов в снижении государственных расходов и повышении качества государственных закупок в строительстве.

Введение

В наше время цифровые технологии переписывают правила игры в мире бизнеса и управления. Среди этих технологических инноваций смарт-контракты выделяются как одно из ключевых достижений блокчейн-технологии. Они обеспечивают новый уровень эффективности и прозрачности в различных отраслях, включая строительство.

Смарт-контрактами являются автоматизированные программные коды, способные выполнять условия контракта без посредничества третьих лиц. В строительстве, где проекты сложны, бюджеты крупны, и сроки жесткие, соблюдение контрактных обязательств и минимизация рисков играют решающую роль.

Цель этой статьи – рассмотреть суть смарт-контрактов и их ключевые принципы. В работе

рассмотрено как смарт-контракты управляют и автоматизируют важные процессы в строительстве, обеспечивая более эффективное управление проектами, снижая риски и повышая уровень прозрачности. Также в рамках работы будет исследована взаимосвязь между снижением государственных расходов и улучшением качества государственных закупок в строительной сфере благодаря применению смарт-контрактов.

Результаты исследований

Смарт-контракт – это небольшая программа на основе блокчейна, которая используется для установления определенных условий или соглашений между участниками. При соблюдении заранее запрограммированных параметров контракты блокчейна исполняются автоматически, и соглашение считается выполненным.

Смарт-контракты можно использовать в качестве расширенных традиционных контрактов. Помимо законодательства, они также полагаются на компьютерный код и применяются автоматически, что обеспечивает большую надежность и выполнение закона. Например, страховые компании используют эти контракты для предоставления страховых выплат при возникновении определенных событий, таких как наводнения или задержки рейсов и др. Таким образом, им удастся свести к минимуму возможные ошибки при оплате большому количеству клиентов, обеспечивая при этом быстрые выплаты без каких-либо задержек [4].

Поскольку смарт-контракты исполняются на блокчейне, они приобретают преимущества этой технологии, в том числе:

- повышенная безопасность – для защиты контрактов разработчики программного обеспечения используют криптографию; это помогает предотвратить любое изменение записей, а также любые хакерские атаки, например, несанкционированный вывод средств, подделку, замену контракта и другие;
- прозрачность – блокчейн – это публичный реестр, в котором все записи транзакций, совершенных между участниками, хранятся визуально в сети; любой пользователь в блокчейне может увидеть, какие контракты были исполнены; при этом узлы могут оставаться анонимными в сети;
- исключение посредников – посреднику не нужно проверять ход исполнения договора; следовательно, процесс становится намного быстрее и дешевле;
- моментальная операция – контракты исполняются мгновенно, как только будут выполнены включенные в них условия;
- децентрализация и автономия – операции смарт-контрактов исключают необходимость вмешательства человека; таким образом, участвующим сторонам не придется ждать, контролировать или «нажимать кнопку» для выполнения операций;
- точность – контракты, написанные в коде,

требуют точного языка и исключают любую неопределенность или двусмысленность; следовательно, стороны не могут недобросовестно истолковывать содержание договора в свою пользу, а также изменять или дополнять его.

Сегодня смарт-контракты продолжают развиваться и все чаще используются в бизнесе и государственных организациях. Они предоставляют потенциал для повышения прозрачности, безопасности и эффективности управления контрактами и исполнения обязательств, что делает их ключевым элементом цифровой трансформации в различных сферах деятельности [2].

Заинтересованные стороны подписывают умный контракт, используя крипто-методы, благодаря которым всем участникам сети становится доступна информация о том, что две стороны заключили контракт. После данного процесса подписания контракт вступает в силу.

Для обеспечения автоматизированного исполнения обязательств контракта требуется среда существования контракта, которая позволяет полностью автоматизировать выполнение составленных пунктов. Это означает, что умные контракты смогут существовать только внутри среды, имеющей беспрепятственный доступ исполняемого кода к объектам умного контракта.

Соответственно, для существования смарт-контракта необходимы следующие условия:

1. Использование широко распространенных методов электронной подписи на основе публичных и приватных ключей, так называемое асимметричное шифрование.
2. Существование открытых, децентрализованных и доверительных сторонам контракта баз данных для исполняемых транзакций, работа которых полностью исключает человеческий фактор. Как правило, в качестве баз данных обозначается система распределенного реестра – блокчейн.
3. Децентрализация среды исполнения умного контракта.
4. Достоверность источника цифровых данных,

которые будут учитываться при проверке исполнения условия контракта. В качестве объектов у смарт-контракта принято обозначать следующие элементы.

Подписанты – это стороны умного контракта, принимающие или отказывающиеся от условий контракта при помощи цифровых подписей.

Предмет договора – это объект, как правило, находящийся внутри среды существования самого умного контракта. В противном случае смарт-контракт должен иметь беспрепятственный доступ к объекту, который расположен внутри другой среды.

Однако в данном случае должно соблюдаться условие неучастия человека в осуществлении доступа, поскольку это нарушит саму концепцию заключаемого контракта.

Условия контракта. Условия смарт-контракта должны иметь полное математическое описание, которое возможно запрограммировать в среде существования умного контракта. При этом данные условия должны иметь простую логику исполнения, не оставляя вариантов развития событий, при которых в смарт-контракте не заложен соответствующий алгоритм.

Смарт-контракт может самостоятельно обновить данные в блокчейне в соответствии с изначально заданными правилами, например, перевести активы от одного участника другому. Предполагается, что смарт-контракты можно создать частично или полностью самостоятельно. Соответственно, основной принцип умного контракта состоит в полной автоматизации и достоверности исполнения договорных отношений между людьми [1].

Также считается, что смарт-контракты, основанные на криптографии, способны обеспечивать лучшую безопасность, чем традиционные контракты, основанные на праве, и снизить прочие транзакционные издержки, связанные с заключением договоров и возможных судебных издержек.

Так, общий порядок работы смарт-контракта

выглядит следующим образом [3]:

1. Составление смарт-контракта. На данном этапе при помощи программного кода прописываются условия сделки, санкции за невыполнение данных условий и подписание данного контракта при помощи цифровых подписей.

2. Запуск смарт-контракта. Стороны инициируют старт прописанного алгоритма, задачей которого является отслеживание факта наступления/ненаступления тех или иных событий.

3А. Исполнение обязательств. В случае исполнения обязательств одной из сторон, то есть фиксации фактического наступления обозначенного ранее события, смарт-контрактом инициируется запуск действия, отражающего исполнение ответных обязательств другой стороной. Для проверки наступления события используются сторонние источники информации.

3Б. Неисполнение обязательств. В случае неисполнения обязательств алгоритмом будет запущено действие, обозначенное как санкционное. Например, это могут быть начисление штрафа, заморозка средств на счете одной из сторон или завершение работы алгоритма, соответственно, обозначая разрыв контракта.

4. Повторение итераций 2–3. В зависимости от прописанного алгоритма смарт-контрактом выполняются дальнейшие действия.

5. Завершение работы смарт-контракта. Принцип работы смарт-контракта представлен на рисунке 1.

Соответственно, внедряя концепцию смарт-контрактов взамен традиционной, организации стремятся достичь следующих эффектов [6].

1. Повышение безопасности хранимых данных. Отсутствие третьих сторон при заключении соглашения в смарт-формате защищает детали договора и прочую конфиденциальную информацию от утечек. За обеспечение данного эффекта отвечают механизмы криптографии, которые используются при составлении смарт-контрактов.

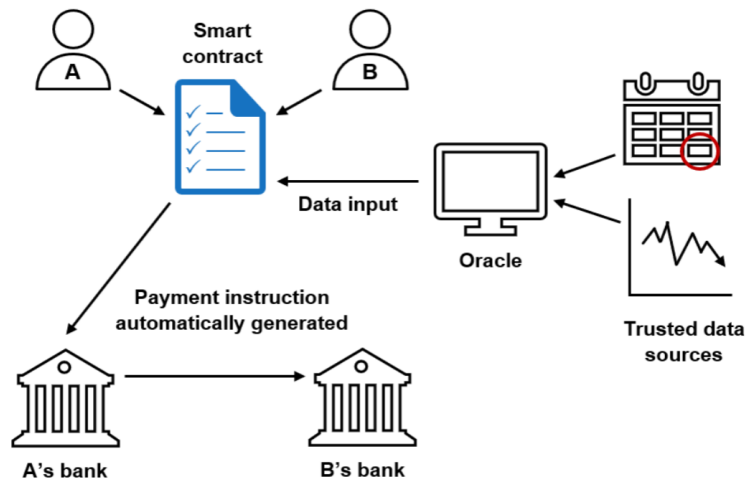


Рис. 1. Принцип работы смарт-контракта [5].

2. Обеспечение непрерывности исполнения контрактов. После развертывания смарт-контракта его положения будут исполняться непрерывно, поскольку возможность вмешательства третьей стороны отсутствует, за исключением тех случаев, когда она специально была включена в алгоритм на этапе его составления.
3. Повышение надежности и прозрачности при исполнении соглашений. Когда между сторонами достигнуты компромиссы в соглашении, и они зафиксированы в виде алгоритма, предполагается, что возможность отказа какой-либо из сторон от исполнения обязательств отсутствует, поскольку с момента «подписания» за это отвечают уже не субъекты, а сам алгоритм. Также благодаря используемой криптографии, факт наступления события строго фиксируется, не позволяя какой-либо из сторон вносить изменения, благодаря чему достигается повышение прозрачности при исполнении соглашения.
4. Сокращение сопутствующих затрат, возникающих при исполнении условий контракта. Как уже отмечалось выше, при исполнении условий смарт-контракта предполагается отсутствие посредников в лице финансовых организаций, которые будут взимать некие комиссии при совершении переводов.

В свою очередь это обуславливает отсутствие

необходимости в принятии данных сопутствующих затрат одной или обеими сторонами, что ведет к более низким издержкам поддержания функционирования сделки. Также стоит отметить, что смарт-контракт, составляясь единожды, уже имеет условия, которые закреплены в соглашении, при этом их трактовка однозначна и не может быть пересмотрена, так как при составлении используется логический математический язык. В случае традиционной формы сложных контрактов необходимо также и дополнительное юридическое сопровождение сделки, поскольку используемый язык и трактовки могут быть подвергнуты оспариванию и пересмотру.

В рамках исследования представим различные типы смарт-контрактов и их потенциальное применение в сфере строительства и государственных закупок. Каждый тип смарт-контракта обладает уникальными характеристиками и преимуществами, которые могут быть очень полезны для снижения государственных расходов и повышения эффективности процессов закупок.

Анализ типов смарт-контрактов:

1. Смарт-контракты, основанные на времени и материалах. Этот тип смарт-контрактов используется в тех случаях, когда точный объем работ или материалов трудно определить заранее. Это обеспечивает гибкость в процессе

строительства, поскольку оплата производится в зависимости от затраченного времени и используемых материалов. Это позволяет учитывать изменения в проекте и экономить бюджетные средства.

2. Фиксированные смарт-контракты.

В таких контрактах заранее оговариваются строгие условия и сроки выполнения работ. Они подходят для проектов с четкими требованиями и минимальными изменениями в процессе строительства. Это обеспечивает предсказуемость бюджета и графика работ.

3. Смарт-контракты с несколькими подрядчиками.

Этот тип контракта позволяет вам управлять сложными проектами с участием нескольких подрядчиков. Смарт-контракты автоматизируют распределение средств и контроль над выполнением работ каждым участником проекта, что снижает риски и повышает эффективность сотрудничества.

Давайте рассмотрим более конкретные типы смарт-контрактов, приведем примеры и рассмотрим их преимущества, недостатки и особенности. В этом случае рассмотрим «Смарт-контракты, основанные на времени и материалах» как один из типов.

Пример: в рамках государственного строительного проекта может быть составлен контракт, основанный на затратах на рабочую силу и материалы, где оплата производится по фактическим затратам.

Преимущества.

1. Гибкость.

Этот тип контракта позволяет вам адаптироваться к изменяющимся условиям проекта. Если требования изменятся, контракт может быть пересмотрен без необходимости повторных переговоров.

2. Прозрачность.

Поскольку все затраты являются частью контракта и записываются в блокчейн, это обеспечивает высокую степень прозрачности, что помогает снизить коррупцию.

3. Снижение рисков.

Используя смарт-контракты, основанные на сроках и материалах, заказчик может снизить финансовые риски, связанные с неопределенностью объема работ.

Недостатки.

1. Сложность оценки бюджета. Из-за отсутствия жесткой цены бюджет проекта может быть трудно оценить заранее, что может вызвать трудности при планировании.

2. Возможные злоупотребления. Недобросовестные участники могут манипулировать данными о затратах, чтобы получить больше средств, чем необходимо.

3. Сложность в управлении. Этот тип контракта требует более активного управления проектом для контроля затрат и обеспечения выполнения требований.

Особенности.

1. Смарт-контракт содержит логику для отслеживания рабочего времени и использования материалов.

2. Оплата производится автоматически при выполнении определенных условий, например, по завершении этапов работы или достижении определенных контрольных показателей.

Следующий тип смарт-контрактов, который мы рассмотрим, – это «Фиксированные смарт-контракты».

Пример: В случае строительства небольшого государственного объекта, такого как школа, заказчик и подрядчик могут заключить фиксированный смарт-контракт, в котором указывается жесткая цена за выполнение всех работ и устанавливается жесткий срок завершения проекта.

Преимущества.

1. Предсказуемость бюджета. Заказчик может заранее точно оценить бюджет проекта, поскольку стоимость определена в контракте. Это помогает избежать непредвиденных финансовых расходов.

Таблица 1. Сравнение типов смарт-контрактов в строительстве и государственных закупках.

Тип смарт-контракта	Описание	Преимущества	Недостатки	Особенности
Смарт-контракты, основанные на времени и материалах	Гибкий контракт, позволяющий адаптироваться к изменениям и учету фактических затрат.	1. Гибкость. 2. Прозрачность. 3. Снижение рисков.	1. Сложность оценки бюджета. 2. Возможные злоупотребления. 3. Сложность в управлении.	Смарт-контракт содержит логику отслеживания рабочего времени и материалов.
Фиксированные смарт-контракты	Контракт с жестко определенной стоимостью и сроками.	1. Предсказуемость бюджета. 2. Сжатые сроки. 3. Простота управления.	1. Ограниченная гибкость. 2. Риски перерасхода бюджета. 3. Возможные конфликты.	Смарт-контракты обычно включают подробное описание работы и требования к качеству.
Смарт-контракты с несколькими подрядчиками	Распределение обязанностей между несколькими подрядчиками и автоматическая оплата.	1. Распределение обязанностей. 2. Прозрачность и автоматизация. 3. Снижение риска.	1. Сложность управления. 2. Высокие технические требования.	Смарт-контракты с несколькими подрядчиками включают механизмы распределения средств между подрядчиками и механизмы разрешения конфликтов.

2. Сжатые сроки. Фиксированный срок завершения проекта обеспечивает дисциплину при выполнении работ и позволяет заказчику планировать следующие этапы проекта.

3. Простота управления. Поскольку условия контракта ясны и неизменяемы, управление проектом становится менее сложным.

Недостатки.

1. Ограниченная гибкость. Фиксированные смарт-контракты становятся менее гибкими при изменении требований проекта. Любые изменения могут потребовать дополнительных согласований и внесения изменений в контракт.

2. Риски перерасхода бюджета. Если подрядчик столкнется с неожиданными трудностями, которые могут увеличить расходы, перерасход бюджета ляжет на плечи заказчика.

3. Возможные конфликты. Неясная формулировка в договоре или разногласия в толковании его условий могут привести к конфликтам

между заказчиком и исполнителем.

Особенности.

1. Фиксированные смарт-контракты обычно включают подробное описание работы и требования к качеству, чтобы уменьшить возможные конфликты.

2. Оплата производится в несколько этапов, связанных с достижением определенных этапов или завершением этапов проекта.

3. Для предотвращения споров смарт-контракты обычно включают механизмы разрешения конфликтов и санкции за невыполнение условий контракта.

Этот смарт-контракт создается клиентом с указанием суммы контракта и срока его завершения в днях. Подрядчик может быть назначен клиентом, и только подрядчик может пометить проект как завершенный при условии, что прошло меньше времени, чем указано в сроке завершения. Это простой пример, который можно

доработать и адаптировать к конкретным требованиям проекта.

Следующий тип смарт-контрактов, который мы рассмотрим, — это «Смарт-контракты с несколькими подрядчиками».

Пример: предположим, что государственный проект строительства крупной инфраструктуры, например, мост, включает в себя различные этапы, такие как проектирование, возведение фундамента, возведение конструкций и т.д. В этом случае для каждого этапа могут быть наняты разные подрядчики, а смарт-контракт может автоматизировать оплату и контроль каждого подрядчика.

Преимущества.

1. Распределение обязанностей. Смарт-контракты с несколькими подрядчиками позволяют разделить проект на подзадачи и контролировать выполнение каждой из них.
2. Прозрачность и автоматизация. Благодаря смарт-контрактам все финансовые транзакции и рабочие статусы становятся прозрачными и автоматизированными.
3. Снижение риска. В случае неудовлетворительного выполнения работ одним из подрядчиков могут быть быстро приняты меры для минимизации негативного воздействия на проект.

Недостатки.

1. Сложность управления. Управление смарт-контрактами с несколькими подрядчиками требует тщательной координации и мониторинга для обеспечения согласованности и успеха проекта.
2. Высокие технические требования. Разработка и внедрение смарт-контрактов требует высоких технических навыков, что может быть проблематично для некоторых организаций.

Особенности.

1. Смарт-контракты с несколькими подрядчиками обычно включают механизмы распределения средств между подрядчиками на основе

завершенных этапов работы или достижения контрольных показателей.

2. Они также могут содержать механизмы разрешения конфликтов и дополнительные условия, связанные с согласованными изменениями в проекте.
3. Каждый подрядчик может иметь свой собственный адрес Ethereum или другой публичной блокчейн-платформы для получения платежа.

Пример кода смарт-контракта с несколькими подрядчиками будет намного сложнее, чем предыдущие примеры, поскольку в нем должны учитываться различные этапы, подрядчики и механизмы распределения средств. Это требует более глубокого анализа требований конкретного проекта и более сложного программирования.

Приведем сводную таблицу по сравнению типов смарт-контрактов в строительстве и государственных закупках.

Основываясь на анализе различных типов смарт-контрактов, можно сделать следующие выводы:

1. Выбор типа смарт-контракта зависит от конкретных условий проекта: не существует универсального типа смарт-контракта, который подходил бы для всех строительных проектов. Необходимо проанализировать характер проекта, его уровень сложности и потенциальные изменения в ходе работы, чтобы выбрать наиболее подходящий тип смарт-контракта.
2. Смарт-контракты способствуют повышению эффективности государственных закупок: автоматизация и прозрачность процессов, обеспечиваемых смарт-контрактами, помогают снизить коррупцию и обеспечить справедливое распределение государственных средств.
3. Смарт-контракты могут значительно снизить государственные расходы: снижая риски, оптимизируя процессы и более эффективно используя ресурсы, смарт-контракты способствуют экономии бюджета и повышению качества строительных проектов.

Таким образом, смарт-контракты являются мощным инструментом для улучшения управления строительством и государственными закупками. Они позволяют вам выбрать наиболее подходящий тип контракта в зависимости от конкретных

потребностей проекта, тем самым обеспечивая более эффективное использование бюджетных средств и повышая качество выполняемых работ.

Библиографический список

1. Автономность и безопасность: как работают смарт-контракты / РБК. — URL: <https://www.rbc.ru/crypto/news/600bd6409a79473b23a6d3c4> (дата обр. 16.08.2023).
2. Варнавский А. Что такое технология блокчейн? Простыми словами / НИ Томский государственный университет. — URL: <http://www.tsu.ru/podrobnosti/cto-takoe-tehnologiya-blokcheynprostymi-slovami> (дата обр. 31.08.2023).
3. Исполнение смарт-контрактов / Документация проекта Hyperledger – Fabricdocs Master. — URL: <https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/ru/latest/developapps/smartcontract.html> (дата обр. 16.09.2023).
4. Меретукова С. К., Чундышко В. Ю., Меретуков Ш. Т. Особенности применения смарт-контрактов в блокчейн-сети для оптимизации современных экономических процессов // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 4: Естественно-математические и технические науки. — 2023. — 1 (316). — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-primeneniya-smart-kontraktov-v-blokcheyn-seti-dlya-optimizatsii-sovremennyh-ekonomicheskikh-protsessov>.
5. Смарт-контракты: умное будущее договорных отношений / Центральный Банк России. — URL: <http://www.cbr.ru/press/event/?id=2132> (дата обр. 16.08.2023).
6. Levi S. D. An Introduction to Smart Contracts and Their Potential and Inherent Limitations / Skadden, Arps, Slate, Meagher & Flom LLP, Affiliates. — URL: <https://www.skadden.com/insights/publications/2018/05/an-introduction-to-smart-contracts> (visited on 08/16/2023).