

оригинальная статья

Интеллектуальные контракты при управлении снабжением машиностроительного предприятия

Наталья Валентиновна Андрианова

Казанский инновационный университет им. В. Г. Тимирязова,
Россия, г. Казань; <https://orcid.org/0000-0002-8600-7195>

Полина Александровна Нечаева

Казанский инновационный университет им. В. Г. Тимирязова,
Россия, г. Казань; <https://orcid.org/0000-0002-3145-8546>;
polina23j@yandex.ru

Поступила в редакцию 10.11.2021. Принята после рецензирования 06.12.2021. Принята в печать 06.12.2021.

Аннотация: Рассматривается применение интеллектуальных контрактов, основанных на технологии блокчейн и способствующих повышению эффективности управления снабжением машиностроительного предприятия ПАО «КАМАЗ», в частности за счет формирования путей оптимизации транзакционных издержек в логистике снабжения. Предмет – интеллектуальные контракты в снабженческой деятельности машиностроительного предприятия. Цель – разработать механизм взаимодействия участников интеллектуального контракта в снабженческой деятельности КАМАЗа. Теоретической базой является анализ научных исследований российских и зарубежных ученых по проблемам применения интеллектуальных контрактов в различных сферах деятельности предприятий, повышения эффективности их снабженческой деятельности, сокращения транзакционных издержек, использования технологии блокчейн. В процессе исследования использовалась первичная информация, собранная на КАМАЗе. В результате исследования разработан механизм взаимодействия сторон интеллектуального контракта, основанный на технологии блокчейн, а также схема внесения изменений в интеллектуальный контракт, возникающих на различных этапах при взаимодействии инициатора с поставщиками. Представлено отличие в определении понятий *смарт-контракт* и *интеллектуальный контракт*. Интеллектуальный контракт, выступающий логическим развитием смарт-контрактов, позволяет вносить изменения в условия договора, что является важным критерием применимости на практике в современных условиях. Механизм взаимодействия сторон интеллектуального контракта позволит повысить эффективность снабженческой деятельности предприятия путем оптимизации величины транзакционных издержек, имеющих тенденцию к увеличению в настоящее время.

Ключевые слова: логистика снабжения, смарт-контракт, блокчейн, цепь поставок, транзакционные издержки, машиностроительное предприятие, общие логистические затраты

Цитирование: Андрианова Н. В., Нечаева П. А. Интеллектуальные контракты при управлении снабжением машиностроительного предприятия // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Политические, социологические и экономические науки. 2021. Т. 6. № 4. С. 496–505. <https://doi.org/10.21603/2500-3372-2021-6-4-496-505>

Введение

Смарт-контракты являются наиболее обсуждаемой технологией, созданной на основе блокчейн и применяемой сегодня в самых разных отраслях, в том числе в логистике. Смарт-контракты выступают основополагающим компонентом многих приложений, базирующихся на основе технологии распределенного реестра, т.е. блокчейна. Технология смарт-контрактов, благодаря своим преимуществам по сравнению с традиционными контрактами, привлекла широкое внимание разработчиков, а впоследствии и пользователей. С одной стороны, в основе преимуществ технологии блокчейн лежит сокращение транзакционных издержек (ТИ); автоматизация процесса исполнения договора; исключение посредников, необходимых для исполнения условий традиционных договоров; исключение человеческого фактора при исполнении договора [1]. С другой стороны, уверенность пользователей в сохранности данных и невозможность подделать и изменить данные контракта.

В статье подробно рассматриваются преимущества и недостатки использования смарт-контрактов на примере управления снабжением ПАО «КАМАЗ» (КАМАЗ). Представлены механизм взаимодействия сторон интеллектуального контракта, основанный на технологии блокчейн, роли участников договора и алгоритм их действий. Предложена схема порядка внесения изменений в интеллектуальный контракт при изменяющихся условиях окружающей среды, что служит поводом считать интеллектуальные контракты логическим продолжением развития смарт-контракта.

Обзор литературы

Проанализированы научные труды российских ученых, исследующих применение смарт-контрактов в экономике, в том числе в логистике (Н. П. Ивашенко, А. Е. Шаститко, А. А. Шпакова [1], А. Г. Финогеев, С. М. Васин, А. А. Гамидулаева, А. А. Финогеев [2], Т. Г. Шульженко [3]), в договорном праве (Ю. В. Трунцевский, В. В. Севальнев [4] и др.).

Кроме того, изучены научные труды иностранных авторов (А. Angrish, В. Craver, М. Hasan, В. Starly [5], L. Koh, A. Dolgui, J. Sarkis [6], L. Xu, P. Tu, Q. Tang [7], P. Bottoni, N. Gessa, G. Massa, R. Pareschi, H. Selim, E. Arcuri [8]), сделавших вклад в развитие понятийного аппарата блокчейна и смарт-контрактов.

Группа итальянских исследователей представила с алгоритмической и архитектурной точек зрения интеллектуальные смарт-контракты для управления цепями поставок, которые могут повысить прибыльность всех участников договора. При этом такой контракт должен быть полностью автоматизирован, а также обладать интеллектом (следует различать *интеллект человека* и *интеллект программы*, мы имеем в виду второе), который подразумевает оптимизацию и планирование. Ученые предложили алгоритм распределения доходов в смарт-контракте на основе платформы *Ethereum*, указав, что такой алгоритм может быть адаптирован и для других блокчейнов. Целью внедрения таких смарт-контрактов авторы называют сбалансированность рынка, свободного от олигополистического давления, где малые и средние компании тоже могут получать достойный доход [8].

Американские ученые предлагают децентрализованный подход к обработке производственной информации, созданной различными организациями с использованием технологии блокчейн. С этой целью авторы разработали платформу испытательного стенда *FabRec* для потенциальной интеграции с производственной инфраструктурой системы *ERP*, существующей на крупных и средних предприятиях. Система децентрализует важную информацию о производителе и делает ее доступной в одноранговой сети для обеспечения прозрачности происхождения данных [5].

Методологический интерес представляет исследование Т. Г. Шульженко, посвященное моделированию логистических процессов в транспортных цепях, формирующих основу для алгоритмизации процедур выполнения договорных условий смарт-контракта. Разработанная автором логико-временная структура методологии инжиниринга / реинжиниринга логистических бизнес-процессов в транспортных цепях при переходе на технологию смарт-контракта включает три фазы: фазу проектирования, технологическую и рефлексивную фазы. Методология подробно описывает совокупность задач при формировании содержания смарт-контракта, оценку необходимых условий, нормативов и потенциальной прибыльности, риски перехода на смарт-контракт. Кроме того, исследователь предлагает концептуальную схему взаимодействия участников, составленную с учетом принципов реинжиниринга логистических процессов в транспортных цепях при переходе на технологию смарт-контрактов. Автор считает, что моделирование бизнес-процессов на основе технологии смарт-контракта должно быть основано на принципе их последовательной детализации до уровня, который

позволит однозначно идентифицировать триггеры автоматически исполняемого контракта [3].

В результате анализа исследований мы пришли к выводу, что переход КАМАЗа на смарт-контракты не только возможен с технической точки зрения, но и имеет смысл для оптимизации логистических бизнес-процессов, протекающих в цепи поставок.

Методы и материалы

Теоретической базой исследования послужили публикации российских и зарубежных ученых по проблемам применения интеллектуальных контрактов в различных сферах деятельности предприятий, сокращения ТИ, использования технологии блокчейн. При проведении исследования использовались системный и контингентный подходы, методы сравнительного анализа, синтеза, наблюдения, экспертных оценок, классификации и группировок. Также мы опирались на методики информационного отражения ТИ в логистике снабжения, разработанные П. А. Шутовой [9].

К первичной информации, используемой в исследовании, относятся данные отчетов «Детализация расходов по статьям» КАМАЗа за 2020 г. и за январь – май 2021 г., в частности информация о величине командировочных, коммерческих и представительских расходов. Проведен сравнительный анализ ТИ в динамике: выявлен более низкий уровень затрат в 2020 г. по сравнению с первым полугодием 2021 г. Это связано со снижением представительских расходов КАМАЗа в 2020 г., обусловленных пандемией коронавируса COVID-19. В 2021 г. рост цен на сырье и материалы существенно увеличился, что привело к увеличению ТИ. Например, значительно возросли цены на дерево, в связи с чем КАМАЗ вынужден искать альтернативных поставщиков.

Применение указанных методов и подходов позволило авторам разработать механизм взаимодействия сторон интеллектуального контракта с целью повышения эффективности снабженческой деятельности КАМАЗа путем оптимизации величины ТИ, постоянно увеличивающихся в последнее время.

Теоретические основы

Усложнение хозяйственных связей в сложившейся обстановке, вызванной пандемией COVID-19, управление большим количеством поставщиков, рост стоимости сырья и комплектующих привели к увеличению ТИ корпорации, в дальнейшем также прогнозируется их рост, что отрицательно скажется на эффективности деятельности компании. В связи с увеличивающейся стоимостью сырья и материалов наиболее высоких значений ТИ достигают в логистике снабжения. В результате анализа общих логистических затрат корпорации и входящих в них ТИ в функциональной области «Логистика снабжения» выявлено, что доля ТИ в общих логистических затратах колеблется от 3 до 6 % (рис. 1).

ТИ в логистике снабжения на приведенном рисунке включают в себя издержки поиска информации, издержки на ведение переговоров и заключение контрактов, издержки измерения. В исследовании рассматривались издержки, имеющие явный характер – величина имплицитных ТИ не раскрывается, предполагается, что их величина достаточно высока.

Наиболее высоких значений достигают следующие виды ТИ: издержки, связанные с поиском информации, издержки на ведение переговоров и заключение контрактов. Особое внимание этим видам издержек уделяли Дж. Стиглер, одним из первых выделивший информационные издержки [10]; К. Далман, включивший в состав ТИ издержки сбора и переработки информации, издержки проведения переговоров и принятия решений, издержки контроля и юридической защиты выполнения контракта [11]; Й. Барцель, предложивший издержки по осуществлению и защите контракта [12]; П. Милгром с соавторами, уделявшие особое внимание издержкам по осуществлению и защите контракта, издержкам координации и мотивации деятельности экономических агентов [13–15].

В сложившейся в стране экономической ситуации в условиях пандемии COVID-19 ТИ поиска информации будут расти в связи с неполнотой и недостоверностью получаемой информации о наличии предметов снабжения на рынке, поставщиках, ценах на предметы снабжения, имеющихся логистических посредниках на рынке. У автомобилестроительных предприятий есть необходимость затрачивать определенные ресурсы при поиске недостающей информации для принятия решения о выборе лучшего варианта из множества альтернатив. Большое количество ресурсов затрачивается при проведении переговоров между контрагентами, составлении договоров, согласовании всех условий, что приводит к увеличению ТИ ведения переговоров и заключения контрактов.

В этой связи выявлена необходимость проведения оптимизационных мероприятий, которые позволят снизить долю ТИ в общих логистических затратах и тем самым поспособствуют повышению эффективности снабженческой деятельности корпорации. Одним из таких

мероприятий является внедрение смарт-контрактов. Эти компьютерные алгоритмы предлагают возможность заключить договор с неизвестными людьми без риска уклонения последних от исполнения договора, при этом установленные параметры поиска будут автоматически отсеивать не соответствующие им предложения. Это снижает затраты на поиск клиентов, а также сокращает вероятность их уклонения от исполнения обязательств.

Использование смарт-контрактов позволит его сторонам закодировать большинство аспектов договора, тем самым снижая затраты на переговоры. Двоичный код, используемый для написания смарт-контракта, состоит из строгого набора инструкций «если это, то то», которые могут быть прочитаны компьютером только исходя из логики их постановок, исключая человеческий фактор, что в большинстве случаев является абсолютной выгодой для сторон [5]. Отсутствие расплывчатых терминов в договоре снижает вероятность его неверного толкования (например, в судебных разбирательствах), а также повышает уверенность сторон в соблюдении условий договора [6].

Однако здесь раскрывается другая сторона смарт-контрактов: процесс его составления сводится к записи машиночитаемого кода и вложению в соглашение юридического смысла. На этом этапе появляется важная проблема практически всех смарт-контрактов: программисты в основном не обладают знаниями в области юрисдикции, а юристы не умеют записывать коды [7]. Поэтому существует большой риск расхождения намерений и результата, что повлечет судебные разбирательства и убытки вследствие реализации незапланированных условий контракта.

Затраты на принудительное исполнение условий смарт-контракта, учитывая, что оно происходит автоматически и стороны договора заранее берут на себя обязательства по их исполнению, должны сводиться к нулю. Однако стороны договора всегда могут воспользоваться своим конституционным правом: потребовать в суде пересмотра действий, реализованных в соответствии с условиями смарт-контракта [16]. Все это свидетельствует о том, что основные затраты на использование смарт-контрактов

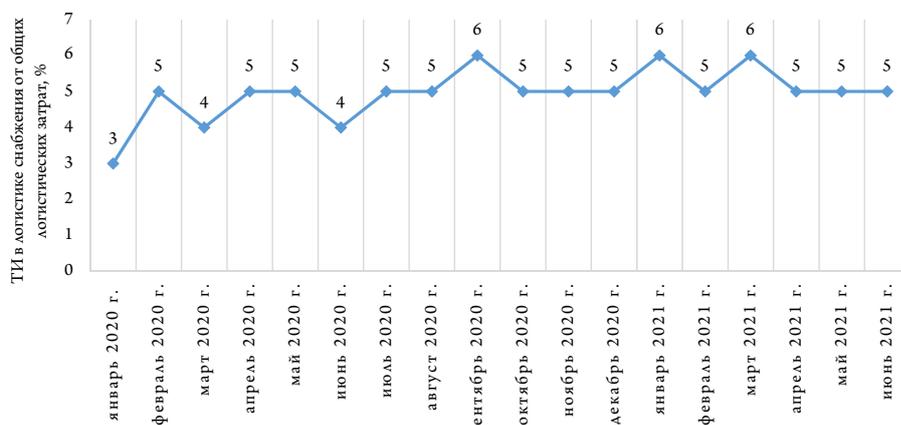


Рис. 1. Доля ТИ в логистике снабжения в общих логистических затратах КАМАЗа
Fig. 1. The share of transaction costs in supply logistics in the total logistics costs of KAMAZ PTC

связаны с процессом проектирования договора, а экономия ТИ проявляется при его исполнении. Однако утверждение, что применение смарт-контрактов вместо традиционных договоров создает для предприятий существенную экономию, является спорным [17], поскольку первоначальные издержки на установление приложения, переобучение персонала и возможные потери в результате ошибок кодирования будут значительны, особенно для малых и средних предприятий. То есть на первоначальном этапе будет происходить изменение структуры издержек, а не общее их снижение. Несмотря на большие вложения на первоначальном этапе, КАМАЗ как самое крупное предприятие в Республике Татарстан гораздо быстрее добьется экономии ТИ, чем средние и малые предприятия.

Еще одно характерное свойство для пользователей блокчейна и смарт-контрактов – это невозможность внесения изменений после подписания договора [2]. Этот факт можно рассматривать как с положительной стороны, что делает контракт защищенным от изменений и фальсификации данных. Но есть и обратная сторона современных смарт-контрактов – невозможность изменить условия договора при наступлении незапланированных обстоятельств [18]. Однако информационные технологии не стоят на месте. В качестве развития смарт-контрактов разрабатываются т. н. интеллектуальные контракты, которые помимо запрограммированной последовательности действий способны анализировать предоставленную информацию и предлагать к реализации варианты действий в непредвиденных в договоре ситуациях (например, при изменении законодательства в данной сфере) [8]. При этом *интеллект* данных контрактов должен быть соответствующим образом ограничен автоматизацией выполнения причинно-следственных транзакций, а не умением разумно совершать автономный выбор доступных альтернатив [19].

Таким образом, резюмируем основные особенности смарт-контрактов:

- автоматизация: могут автоматизировать все виды операций в пределах контекста их программирования [20];
- детерминизм: выполняют только те действия, для которых они предназначены; результаты полностью определяются вводимыми данными при возникновении соответствующих условий [21];
- неизменяемость: не могут быть изменены после реализации, что является ограничением, а также гарантией для пользователей, напрямую вытекающей из их реализации в блокчейне [22];
- прозрачность: содержат неизменяемый и видимый всем участникам договора исходный код [23];
- доверие: переводят цифровое доверие на уровень сложных договорных отношений; в результате не знающие друг друга стороны договора могут взаимодействовать посредством соглашений, не требующих

дорогостоящего управления и контроля со стороны третьих лиц [4].

Результаты

При рассмотрении возможности применения интеллектуальных контрактов на автомобилестроительном предприятии КАМАЗ отмечено, что реальные цепи поставок редко имеют простую структуру, когда продукция поставляется, производится и доставляется потребителю на одном уровне. В большинстве случаев они многоуровневые (от поставщиков сырья, производителя до поставщика продукции конечному потребителю). В связи с этим предлагается использование на предприятии интеллектуальных контрактов, которые не только управляют сложностью реализации алгоритма распределения доходов в многоуровневых цепях поставок, но и способствуют повышению эффективности, прозрачности, безопасности, отслеживаемости и упрощенной интеграции между различными уровнями цепи поставок. Наиболее интересной областью исследования является логистика снабжения компании в связи с возникновением в ней самых высоких затрат, обусловленных ростом цен на сырье, материалы, комплектующие изделия, а также сложностями в управлении большим количеством поставщиков. Работа с огромным массивом данных базы поставщиков КАМАЗа влечет за собой ошибки, не всегда поддающиеся быстрому вводу исправлений.

Представим в рамках данного подхода механизм взаимодействия участников, координации действий и обмена сообщениями (рис. 2). Стороны интеллектуального контракта назовем в зависимости от роли, которую они играют, – инициатор и поставщик. Конкретные категории товаров могут быть предоставлены разными поставщиками, по разным ценам и в разных количествах, и один участник может производить разные категории товаров, появляясь таким образом в разных узлах. Информация о поставщиках будет поступать из имеющейся базы поставщиков компании. Предложения, вносимые участниками в общий контракт, можно описать с точки зрения типа, количества, цены, условий и способа доставки поставляемого товара. В зависимости от текущего состояния предложения участника, например, на стадии рассмотрения или принятия, могут рассматриваться как временные или окончательные. Выручка рассчитывается только после продажи товара, на который был заключен контракт, по окончательной цене [3].

Согласно рис. 2, интеллектуальный контракт выполняется посредством четырех процессов:

- 1) инициализация;
- 2) определение;
- 3) вычисление оптимальных цен по заложенным компанией-инициатором алгоритмам;
- 4) фактическое выполнение выбора, доставки и распределения доходов (исполнение).

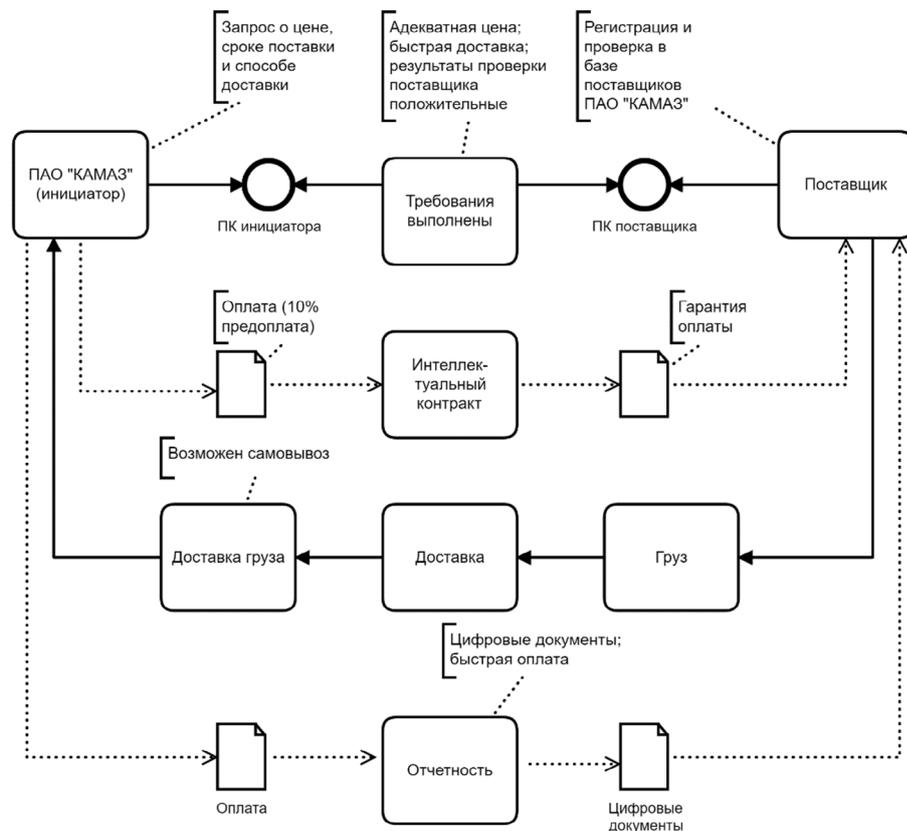


Рис. 2. Механизм взаимодействия участников интеллектуального контракта на базе блокчейна
Fig. 2. Mechanism of interaction between participants in a blockchain-based intelligent contract

Алгоритм интеллектуального контракта следующий:

1. Компания-инициатор (КАМАЗ) начинает процесс, запрашивая поставку продукта по определенным требованиям, т. е. определяя основные условия интеллектуального контракта.

2. Поставщик в рамках данного интеллектуального контракта размещает свое предложение по удовлетворению запроса компании-инициатора, указывая цену и соответствующие качественные, количественные и другие характеристики товара и его доставки. При этом каждый участник может играть в конкретном договоре только одну роль. Однако как компания-инициатор, так и поставщик могут одновременно участвовать в других интеллектуальных контрактах [24].

3. Компания-инициатор определяет запросы и создает интеллектуальный контракт в блокчейне, в котором будут опубликованы критерии участия и условия выполнения (например, необходимые детали, количество, качество, способы доставки, сроки и критерии выбора поставщика). Такой контракт будет устанавливаться для поставщиков конечную прибыль. Все подходящие по заданным критериям поставщики уведомляются о формировании нового интеллектуального контракта. Далее заинтересованные поставщики подают заявки на выполнение этого интеллектуального контракта. Кроме того, поставщики могут привлечь к рассмотрению

интеллектуальных контрактов субпоставщиков. Окончательный список поставщиков определяется путем сопоставления полученных заявок с критериями отбора.

4. Осуществляется предварительная оплата поставщику (10 % от стоимости контракта).

5. Реализуется процесс доставки товара, сопровождаемый загрузкой в систему всех соответствующих документов и уведомлений о доставке, приеме продукции и т.п. При этом каждый участник может видеть те документы, которые непосредственно относятся к его отношениям с другой стороной. Так, компания-инициатор видит документы, связывающие ее с поставщиком, однако она не может просматривать документы, связывающие отношения поставщика и субпоставщика. Исключение составляет документация, необходимая для какой-либо проверки (например, информация о стране происхождения товара).

6. Происходит окончательный мгновенный расчет с поставщиком и системой формируются цифровые документы. Если в сделке участвует несколько поставщиков, то доли их доходов рассчитываются исходя из стоимости всего контракта, а также доли участия конкретного поставщика.

В условиях пандемии первоочередной проблемой является необходимость внесения изменений в контракт. Интеллектуальные контракты КАМАЗа, выполняя запрограммированную последовательность действий, будут

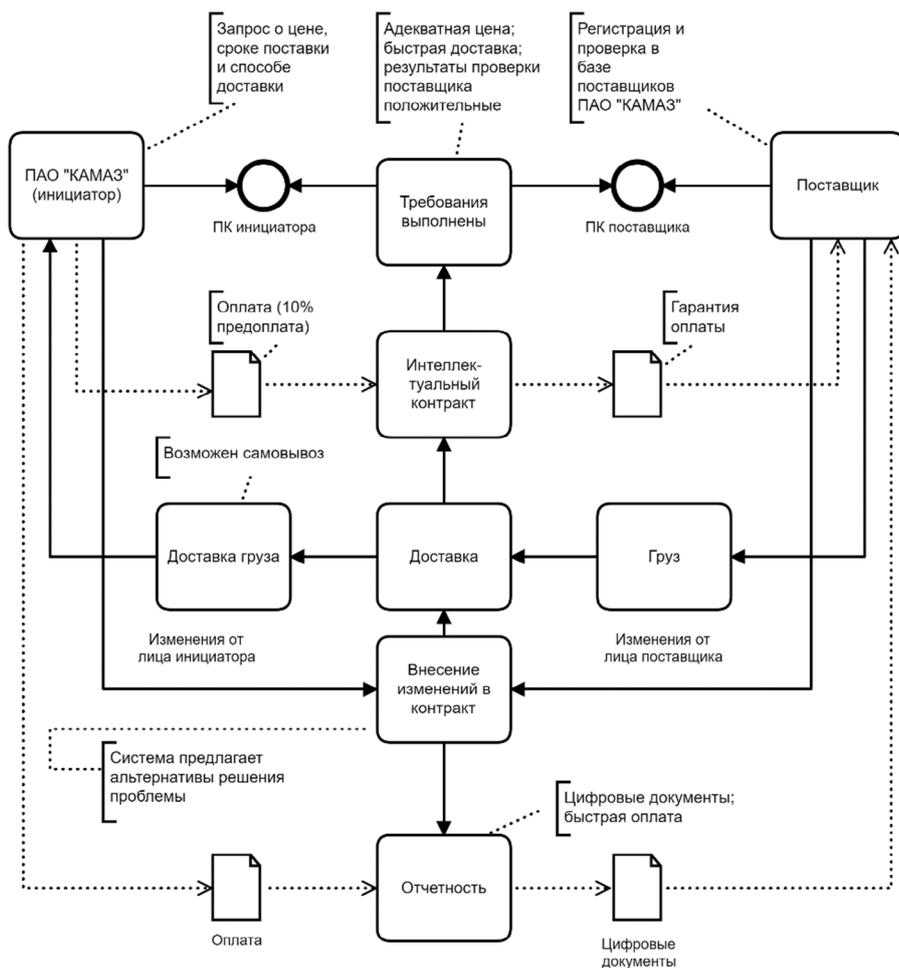


Рис. 3. Схема внесения изменений в интеллектуальный контракт
Fig. 3. Scheme of making changes to the intellectual contract

анализировать новую информацию, полученную в ходе заключения контракта, и предлагать различные варианты действий в непредвиденных в договоре ситуациях. На рис. 3 представлена схема внесения изменений в интеллектуальный контракт.

Внесение изменений в контракт возможно на любом этапе: информация, поступающая в систему от лица инициатора или от лица поставщика, анализируется, и система предлагает несколько вариантов действий по внесению изменений в договор. Лицо, принимающее решение, выбирает из имеющихся альтернатив наиболее подходящую, и изменения вносятся системой в контракт.

Заключение

Итак, интеллектуальный контракт, который является логическим продолжением развития смарт-контракта, основанного на технологии блокчейн, подходит для применения в практической деятельности автомобильно-строительного предприятия. Обладая такими особенностями, как автоматизация, детерминизм, прозрачность и доверие, интеллектуальные контракты позволяют КАМАЗу:

1. Автоматизировать те виды операций, которые необходимы при заключении сделки.
 2. Содействовать выполнению конкретных действий участниками сделки, которые на начальном этапе получат возможность знать результат договора при возникновении соответствующих условий.
 3. Вносить изменения в условия договора при необходимости.
 4. Обеспечить прозрачные условия сделки.
 5. Развивать цифровое доверие при усложняющихся хозяйственных связях, что в результате приведет к тому, что не знающие друг друга стороны договора смогут взаимодействовать посредством соглашений, не требующих дорогостоящего управления и контроля со стороны третьих лиц [25; 26].
 6. Работать с цифровыми документами и мгновенно осуществлять расчеты с контрагентами [27].
- Внедрение на КАМАЗе интеллектуальных контрактов позволит повысить эффективность снабженческой деятельности путем выстраивания деловых партнерских отношений без учета фактора доверия благодаря технологии блокчейн; сократить ТИ предприятия при управлении

снабжением, связанные с поиском поставщиков, логистических посредников, необходимых предметов снабжения на рынке; уменьшить ТИ ведения переговоров и заключения контрактов. Благодаря интеллектуальным контрактам у компании не будет необходимости осуществлять жесткий дорогостоящий контроль при осуществлении сделки и затрачивать большое количество ресурсов на поиск недостающей информации при принятии решения. По результатам проведенного анализа величина ТИ на КАМАЗе колеблется на уровне 3–6 %. Снижение уровня ТИ приведет к снижению общих логистических затрат, что обусловит сокращение затрат предприятия в целом.

Разработанный механизм взаимодействия сторон интеллектуального договора, а также алгоритм внесения

изменений в условия договора помогут КАМАЗу выйти на новый уровень и оставаться конкурентоспособным предприятием на рынке даже в условиях пандемии COVID-19. Предложенный механизм взаимодействия сторон интеллектуального договора, а также алгоритм внесения изменений в условия договора могут быть использованы в практике других машиностроительных предприятий, столкнувшихся с такими же проблемами, как и КАМАЗ.

Конфликт интересов: Авторы заявили об отсутствии потенциальных конфликтов интересов в отношении исследования, авторства и / или публикации данной статьи.

Критерии авторства: Авторы в равной степени участвовали в подготовке и написании статьи.

Литература

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. <https://doi.org/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 транзакционных издержек в региональных инновационных системах // Вопросы безопасности. 2018. № 3. С. 34–55. <https://doi.org/10.25136/2409-7543.2018.3.26619>
3. Шульженко Т. Г. Методологический подход к реинжинирингу логистических бизнес-процессов в транспортных цепях при внедрении технологии смарт-контрактов // Управленческие науки. 2020. Т. 10. № 2. С. 53–73. <https://doi.org/10.26794/2404-022X-2020-10-2-53-73>
4. Трунцевский Ю. В., Севальнев В. В. Смарт-контракт: от определения к определенности // Право. Журнал Высшей школы экономики. 2020. № 1. С. 118–147. <https://doi.org/10.17323/2072-8166.2020.1.118.147>
5. Angrish A., Craver B., Hasan M., Starly B. A case study for blockchain in manufacturing: «FabRec»: a prototype for peer-to-peer network of manufacturing nodes // Procedia Manufacturing: Proc. NAMRC 46 (College Station, Texas, 18–22 Jun 2018) College Station: Texas A&M University, 2018. Vol. 26. P. 1180–1192. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.07.154>
6. Koh L., Dolgui A., Sarkis J. Blockchain in transport and logistics – paradigms and transitions // International Journal of Production Research. 2020. Vol. 58. № 7. P. 2054–2062. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1736428>
7. Xu L., Tu P., Tang Q. Contract design for cloud logistics (CL) based on blockchain technology (BT) // Complexity. 2020. Vol. 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/5305808>
8. Bottoni P., Gessa N., Massa G., Pareschi R., Selim H., Arcuri E. Intelligent smart contracts for innovative supply chain management // Front. Blockchain. 2020. Vol. 3. <https://doi.org/10.3389/fbloc.2020.535787>
9. Шутова П. А. Совершенствование методов оценки и управления транзакционными издержками в логистике снабжения (на примере предприятий автомобилестроительной отрасли): дис. ... канд. экон. наук. М., 2011. 192 с.
10. Stigler G. J. The economics of information // Journal of Political Economy. 1961. Vol. 69. № 3. P. 213–225.
11. Dahlman C. J. The problem of externality // The Journal of Law & Economics. 1979. Vol. 22. № 1. P. 141–162.
12. Barzel Y. Measurement costs and the organization of markets // The Journal of Law & Economics. 1982. Vol. 25. № 1. P. 27–48.
13. Milgrom P. R., North D. C., Weingast B. R. The role of institutions in the revival of trade: the law merchant, private judges, and the champagne fairs // Economics & Politics. 1990. Vol. 2. № 1. P. 1–23. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0343.1990.tb00020.x>
14. Milgrom P. R., Roberts J. M. Economics, organization and management. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1992. 621 p.
15. Milgrom P. R., Roberts J. M. Bargaining costs, influence costs, and the organization of economic activity // Perspectives on positive political economy / eds. J. E. Alt, K. A. Shepsle. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. P. 57–89. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511571657.005>
16. Sklaroff J. M. Smart contracts and the cost of inflexibility // University of Pennsylvania Law Review. 2017. Vol. 166. № 1. P. 263–303.

17. Prause G. Smart contracts for smart supply chains // IFAC-PapersOnLine. 2019. Vol. 52. № 13. P. 2501–2506. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.582>
18. Nach H., Ghilal R. Blockchain and smart contracts in the logistic and transportation industry: the demurrage and maritime trade use case: Proc. 1st Annual Toronto FinTech Conf. (Toronto, 20–21 Oct 2017) Toronto, 2017.
19. Dietrich F., Palm D., Louw L. Smart contract based framework to increase transparency of manufacturing networks // Procedia CIRP: Proc. 30th CIRP Design 2020 Conf. (Pretoria, 5–8 May 2020) Amsterdam: Elsevier, 2020. Vol. 91. P. 278–283. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.02.177>
20. Feng T., Yu X., Chai Y., Liu Y. Smart contract model for complex reality transaction // International Journal of Crowd Science. 2019. Vol. 3. № 2. P. 184–197. <https://doi.org/10.1108/IJCS-03-2019-0010>
21. Neuburger J. D., Choy W. L., Milewski K. P. Smart contracts: best practices // Practical Law. 2019. Режим доступа: <https://prfirmppwwcdn0001.azureedge.net/prfirmstgacctpwwcdncont0001/uploads/dc2c188a1be58c8c9bb8c8ba bc91bbac.pdf> (дата обращения: 02.11.2021).
22. Philipp R., Gerlitz L., Prause G. Smart contracts for entrepreneurial collaboration in logistics networks // New Challenges of Economic and Business Development – 2019: Incentives for Sustainable Economic Growth: Proc. 11th Intern. Sci. Conf. (Riga, 16–18 May 2019) Riga: University of Latvia, 2019. P. 652–663.
23. Westerkamp M., Victor F., Küpper A. Tracing manufacturing processes using blockchain-based token compositions // Digital Communications and Networks. 2020. Vol. 6. № 2. P. 167–176. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2019.01.007>
24. Сергеев В. И., Кокурин Д. И. Применение инновационной технологии «блокчейн» в логистике и управлении цепями поставок // Креативная экономика. 2018. Т. 12. № 2. С. 125–140. <https://doi.org/10.18334/ce.12.2.38833>
25. Sadouskaya K. Adoption of blockchain technology in supply chain and logistics: bachelor's thesis. Kouvola: XAMK, 2017. 45 p.
26. Pati S. P., Pradhan B. B. Role of blockchain in Internet of things (BIoT): a review paper // International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology. 2020. Vol. 11. № 12. P. 142–149. <https://doi.org/10.34218/IJARET.11.12.2020.015>
27. Alharby M., Moorsel A. van. Blockchain-based smart contracts: a systematic mapping study // Computer Science & Information Technology (CS & IT): Proc. 4th Intern. Conf. CSIT-2017 (Dubai, 26–27 Aug 2017) Chennai: AIRCC Publishing Corporation, 2017. Vol. 7. № 10. P. 125–140. <https://doi.org/10.5121/csit.2017.71011>

original article

Intelligent Contracts in Engineering Enterprise Supply Management

Natalia V. Andrianova

V. G. Timiryasov Kazan Innovative University, Russia, Kazan;
<https://orcid.org/0000-0002-8600-7195>

Polina A. Nechaeva

V. G. Timiryasov Kazan Innovative University, Russia, Kazan;
<https://orcid.org/0000-0002-3145-8546>; polina23j@yandex.ru

Received 10 Nov 2021. Accepted after peer review 6 Dec 2021. Accepted for publication 6 Dec 2021.

Abstract: Intellectual contracts based on blockchain technology improve the efficiency of supply management of an automobile enterprise by optimizing the transactional costs of supply logistics. The present research featured KAMAZ PTC. The goal was to develop an interaction mechanism for all participants of an intellectual contract in supply activities. The article includes a review of Russian and foreign publications about intellectual contracts in various business spheres, supply management efficiency, optimization of transactional costs, and blockchain technology. The study made it possible to build an interaction mechanism of the parties involved in a blockchain intellectual contract. It also revealed a pattern of changes introduced to the intellectual contract at different stages of interaction between the initiator and suppliers. The authors also highlighted the difference between smart contract and intellectual contract. An intellectual contract appears as a logical development of a smart contract and allows the sides to change the terms. The party interaction mechanism can improve the supply efficiency as it optimizes the magnitude of transactional costs.

Keywords: supply logistics, smart contract, blockchain, supply chain, transaction costs, automotive company, general logistics costs

Citation: Andrianova N. V., Nechaeva P. A. Intelligent Contracts in Engineering Enterprise Supply Management. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Politicheskie, sotsiologicheskie i ekonomicheskie nauki*, 2021, 6(4): 496–505. (In Russ.) <https://doi.org/10.21603/2500-3372-2021-6-4-496-505>

Conflicting interests: The authors declared no potential conflicts of interests regarding the research, authorship, and / or publication of this article.

Contribution: All the authors contributed equally to the study and bear equal responsibility for information published in this article.

References

1. Ivashchenko N. P., Shastitko A. Ye., Shpakova A. A. Smart contracts through lens of the new institutional economics. *Journal of Institutional Studies*, 2019, 11(3): 64–83. (In Russ.) <https://doi.org/10.17835/2076-6297.2019.11.3.064-083>
2. Finogeev A. G., Vasin S. M., Gamidullaeva L. A., Finogeev A. A. The use of the blockchain-based smart contracts technology for minimization of transaction costs in regional innovation systems. *Voprosy bezopasnosti*, 2018, (3): 34–55. (In Russ.) <https://doi.org/10.25136/2409-7543.2018.3.26619>
3. Shulzhenko T. G. Methodological approach to the reengineering of logistics business processes in the transport chains with the implementation of smart contracts. *Upravlencheskie nauki*, 2020, 10(2): 53–73. (In Russ.) <https://doi.org/10.26794/2404-022X-2020-10-2-53-73>
4. Truntsevsky Yu. V., Sevalnev V. V. Smart contracts: from identification to certainty. *Pravo. Zhurnal Vyshey shkoly ekonomiki*, 2020, (1): 118–147. (In Russ.) <https://doi.org/10.17323/2072-8166.2020.1.118.147>
5. Angrish A., Craver B., Hasan M., Starly B. A case study for blockchain in manufacturing: "FabRec": a prototype for peer-to-peer network of manufacturing nodes. *Procedia Manufacturing: Proc. NAMRC 46*, College Station, Texas, 18–22 Jun 2018. College Station: Texas A&M University, 2018, vol. 26, 1180–1192. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.07.154>
6. Koh L., Dolgui A., Sarkis J. Blockchain in transport and logistics – paradigms and transitions. *International Journal of Production Research*, 2020, 58(7): 2054–2062. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1736428>
7. Xu L., Tu P., Tang Q. Contract design for cloud logistics (CL) based on blockchain technology (BT). *Complexity*, 2020, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/5305808>
8. Bottoni P., Gessa N., Massa G., Pareschi R., Selim H., Arcuri E. Intelligent smart contracts for innovative supply chain management. *Front. Blockchain*, 2020, 3. <https://doi.org/10.3389/fbloc.2020.535787>
9. Shutova P. A. *Improvement of methods for assessing and managing transaction costs in supply logistics in the automotive industry*. Cand. Econ. Sci. Diss. Moscow, 2011, 192. (In Russ.)
10. Stigler G. J. The economic of information. *Journal of Political Economy*, 1961, 69(3): 213–225.
11. Dahlman C. J. The problem of externality. *The Journal of Law & Economics*, 1979, 22(1): 141–162.
12. Barzel Y. Measurement costs and the organization of markets. *The Journal of Law & Economics*, 1982, 25(1): 27–48.
13. Milgrom P. R., North D. C., Weingast B. R. The role of institutions in the revival of trade: the law merchant, private judges, and the champagne fairs. *Economics & Politics*, 1990, 2(1): 1–23. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0343.1990.tb00020.x>
14. Milgrom P. R., Roberts J. M. *Economics, organization and management*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1992, 621.
15. Milgrom P. R., Roberts J. M. Bargaining costs, influence costs and the organization of economic activity. *Perspectives on positive political economy*, eds. Alt J. E., Shepsle K. A. Cambridge: Cambridge University Press, 1990, 57–89. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511571657.005>
16. Sklaroff J. M. Smart contracts and the cost of inflexibility. *University of Pennsylvania Law Review*, 2017, 166(1): 263–303.
17. Prause G. Smart contracts for smart supply chains. *IFAC-PapersOnLine*, 2019, 52(13): 2501–2506. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.582>
18. Nach H., Ghilal R. Blockchain and smart contracts in the logistic and transportation industry: the demurrage and maritime trade use case. *Proc. 1st Annual Toronto FinTech Conf.*, Toronto, 20–21 Oct 2017. Toronto, 2017.
19. Dietrich F., Palm D., Louw L. Smart contract based framework to increase transparency of manufacturing networks. *Procedia CIRP: Proc. 30th CIRP Design 2020 Conf.*, Pretoria, 5–8 May 2020. Amsterdam: Elsevier, 2020, vol. 91, 278–283. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.02.177>
20. Feng T., Yu X., Chai Y., Liu Y. Smart contract model for complex reality transaction. *International Journal of Crowd Science*, 2019, 3(2): 184–197. <https://doi.org/10.1108/IJCS-03-2019-0010>
21. Neuburger J. D., Choy W. L., Milewski K. P. Smart contracts: best practices. *Practical Law*, 2019. Available at: <https://prfirmpwwcdn0001.azureedge.net/prfirmstgacctpwwcdncont0001/uploads/dc2c188a1be58c8c9bb8c8bbabc91bbac.pdf> (accessed 2 Nov 2021).
22. Philipp R., Gerlitz L., Prause G. Smart contracts for entrepreneurial collaboration in logistics networks. *New Challenges of Economic and Business Development – 2019: Incentives for Sustainable Economic Growth: Proc. 11th Intern. Sci. Conf.*, Riga, 16–18 May 2019. Riga: University of Latvia, 2019, 652–663.
23. Westerkamp M., Victor F., Küpper A. Tracing manufacturing processes using blockchain-based token compositions. *Digital Communications and Networks*, 2020, 6(2): 167–176. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2019.01.007>

24. Sergeev V. I., Kokurin D. I. Application of innovative technology "Blockchain" in logistics and supply chain management. *Creative economy*, 2018, 12(2): 125–140. (In Russ.) <https://doi.org/10.18334/ce.12.2.38833>
25. Sadouskaya K. *Adoption of blockchain technology in supply chain and logistics*. Bachelor's Thesis. Kouvola: XAMK, 2017, 45.
26. Pati S. P., Pradhan B. B. Role of blockchain in Internet of things (BIoT): a review paper. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology*, 2020, 11(12): 142–149. <https://doi.org/10.34218/IJARET.11.12.2020.015>
27. Alharby M., Moorsel A. van. Blockchain-based smart contracts: a systematic mapping study. *Computer Science & Information Technology (CS & IT)*: Proc. 4th Intern. Conf. CSIT-2017, Dubai, 26–27 Aug 2017. Chennai: AIRCC Publishing Corporation, 2017, vol. 7, iss. 10, 125–140. <https://doi.org/10.5121/csit.2017.71011>