

УДК 004.09

DOI 10.48612/agat/space\_economics/2023.02.05.06

## О перспективах применения блокчейн-технологии в ракетно-космической отрасли

### *About prospects of using blockchain technology in the rocket and space industry*

Рассмотрена перспектива внедрения блокчейн-технологии в работу предприятий ракетно-космической промышленности. Проанализирован потенциально возможный функционал блокчейн-платформ с точки зрения ведения договорной работы, управления финансовыми операциями, управления рисками и принятия управленческих решений. Рассмотрен опыт российских компаний по работе с данной технологией, приведены основные препятствия массовому внедрению данной технологии.

The prospect of introducing blockchain technology into the work of enterprises of the rocket and space industry is considered. The potential functionality of blockchain platforms is analyzed from the point of view of contract work, financial operations management, risk management and managerial decision-making. The experience of Russian companies in working with this technology is considered, the main obstacles to the mass introduction of this technology are given.

**Ключевые слова:** блокчейн, смарт-контракты, распределенный реестр, ракетно-космическая промышленность, управление промышленными предприятиями, договорная работа, финансовый контроль.

**Keywords:** blockchain, smart contracts, distributed registry, rocket and space industry, management of industrial enterprises, contractual work, financial control.



#### ПОЛУЭКТОВ РУСЛАН МАРАТОВИЧ

Главный специалист службы заместителя генерального директора по экономике и финансам, АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева»

ORCID: 0009-0005-9709-465X

E-mail: One@tygrey.ru

#### POLUEKTOV RUSLAN

Chief Specialist of the Service of the Deputy General Director for Economics and Finance Khrunichev State Research and Production Space Center

#### Введение

Ракетно-космическая промышленность играет одну из главенствующих ролей в обеспечении военной, экономической безопасности государства и существенно влияет на уровень научного, экономического и военного потенциалов. Основная её задача – это разработка, производство, запуск, эксплуатация космических

аппаратов различного назначения. Для достижения стратегических целей отрасли невозможно обойтись без применения передовых технологий. Одним из таких инновационных инструментов является децентрализованная система блокчейн, привносящая перспективу внедрения новых управленческих решений, создания новых способов финансирования и повышения уровня

информационной безопасности космической отрасли.

Блокчейн (от англ. blockchain – «цепочка блоков») – технология шифрования и хранения данных, которые распределены по множеству компьютеров, объединенных в общую сеть. При этом каждое устройство хранит всю информацию, опубликованную в отдельно взятой блокчейн-сети. Дополнение цепочки на одном компьютере сразу же влечет такое же изменение на всех компьютерах сети, а каждый компьютер в сети может подключиться к любому другому без узлов-посредников (рис. 1). Одна из самых революционных и значимых характеристик блокчейна заключается в преобразовании представления о доверии между устройствами в сети. Вся информация о транзакциях сохраняется на всех компьютерах и защищена от возможных изменений, подделок или манипуляций. В блокчейн-сетях не существует какого-либо главного узла, который мог бы контролировать информацию. Когда каждый компьютер в сети хранит одинаковую информацию, любая попытка подделки сразу же становится очевидной. Это технологическое новшество имеет огромное практическое значение для экономики.

Фактически, блокчейн является цифровой базой данных, которая отражает все проведенные транзакции. Каждая запись в блокчейне представлена в виде блока, который связан с предыдущим блоком при помощи специальных ключей. Каждый новый блок также содержит информацию о предыдущем блоке. Блокчейн может быть использован для хранения как финансовых, так и нефинансовых активов. Важно отметить, что каждая новая запись проходит проверку на подлинность, прежде чем она может быть включена в блокчейн. Для включения в цепочку проверка должна быть произведе-

на большинством участников сети. Также стоит подчеркнуть: данные, размещенные в блокчейне, не могут быть изменены или удалены без нарушения целостности всей цепи блоков.

Коммуникации между участниками блокчейн-сети выстраиваются напрямую, что значительно экономит время и ресурсы, ускоряет процессы взаимовыгодного обмена. Данная технология, начавшая свой путь в финансовой индустрии, уже используется в здравоохранении и логистике и продолжает охватывать различные сферы деятельности, и может найти применение в космической отрасли и принести ряд преимуществ, например:

1. Повышение уровня безопасности и защиты данных: блокчейн-технология позволяет хранить информацию в распределенной базе данных, которая защищена от несанкционированного доступа и манипуляций. Это особенно актуально для проектов космической промышленности, где безопасность и защита данных являются критически важными.
2. Обеспечение прозрачности и оптимизация управления производством: блокчейн-технология позволяет создавать цепочки блоков, содержащие информацию о каждом этапе производства и использования космических систем и технологий, доступ к которым будет предоставлен всем участникам производства и эксплуатирующим изделие организациям. Данные факторы позволят повысить прозрачность и оптимизировать управление в ракетно-космической промышленности, что в свою очередь должно привести к повышению эффективности деятельности и снижению затрат.

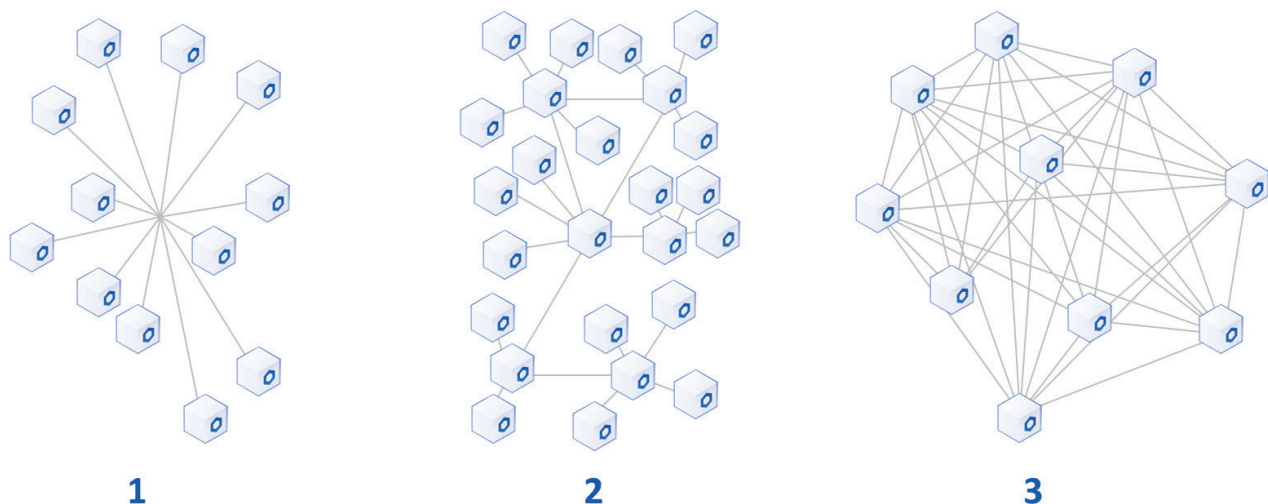


Рис. 1. Сравнение централизованных (1, 2) и децентрализованных (3) сетей.  
Источник: составлено автором на основе собственных данных

3. Оптимизация логистики и управление поставками: блокчейн может быть использован для создания системы управления логистикой, которая позволяет отслеживать перемещение материалов и оборудования на различных этапах производства изделий. Данная технология позволяет создавать цепочки поставок, которые могут быть отслежены от начала до конца, что позволит повысить прозрачность и безопасность процесса, а также уменьшить вероятность ошибок и мошенничества.
4. Совершенствование системы управления интеллектуальной собственностью: блокчейн-технология может быть использована для управления интеллектуальной собственностью в ракетно-космической промышленности. Например, блокчейн может использоваться для защиты патентов и авторских прав на инновационные технологии и разработки.
5. Повышение финансовой прозрачности: блокчейн может быть использован для улучшения финансовых процессов в ракетно-космической индустрии, например, для отслеживания расходов на проекты и контроля бюджета, обеспечивая тем самым прозрачность и надежность в управлении финансовыми потоками и инвестициями в космические проекты.

Другой важной областью, в которой блокчейн может быть задействован в космической отрасли, — это управление данными. Космические проекты генерируют огромные объемы данных, как при производстве изделий, так и при их эксплуатации, которые необходимо хранить, обрабатывать и анализировать. Блокчейн может помочь обеспечить безопасное и прозрачное хранение информации, а также обмен ею между различными участниками того или иного проекта. Кроме того, технология может быть использована для улучшения процессов контроля за космическим мусором [1]. Однако данная задача является скорее глобальной, подлежащей решению в кооперации космических агентств из разных стран.

На сегодняшний день некоторые крупные российские компании внедрили блокчейн-технологии в свою работу, например:

- Компания «Норникель», крупнейший в мире производитель никеля и палладия, применяет децентрализованные принципы для упрощения процесса торговли металлами. Компания применяет распределенный реестр для учета сырья и продает партнерам токен, поддерживаемый палладием, медью и кобальтом. Токены служат единицами учета баланса участника криптовалют-

ной сети. Эти активы передаются между контрагентами с помощью смарт-контрактов. В 2020 году созданный компанией Global Palladium Fund выпустил первые токены на основе платформы Atomyze – цифровой платформы, разработанной на основе технологии распределенных реестров. Выпущенные на платформе Atomyze токены позволяют Глобальному палладиевому фонду эффективно и прозрачно продавать продукцию «Норникеля» широкой аудитории покупателей, заинтересованных в цифровых решениях [2].

- «Газпромнефть», одно из крупнейших нефтедобывающих предприятий России, разработала блокчейн-систему Smart Fuel для оплаты авиатоплива. По информации пресс-службы, разработанная система обеспечивает возможность мгновенной оплаты заправки самолётов, сокращая время взаиморасчетов между поставщиком топлива и авиакомпанией с 4-5 дней до 15 секунд. С использованием приложений на планшетах пилота и оператора топливозаправщика процедура подачи заявки на заправку, оплата и обмен отчетными документами осуществляются онлайн. Благодаря применению технологии блокчейн информация о сделках надежно хранится в системе и доступна всем участникам процесса. Данные из системы Smart Fuel синхронизируются с электронным бортовым журналом авиакомпании и цифровой системой учета авиатоплива на топливозаправщиках [3].
- Компании «Северсталь» и Загорский трубный завод создали единый отраслевой реестр сертификатов на металлопродукцию на базе блокчейна, что позволяет упростить документооборот между поставщиками и заказчиками и обеспечить проверку подлинности сертификата по номеру. Дальнейшей перспективой является создание возможности полной сертификации без участия независимых третьих сторон, что позволит устранить причины недополучения прибыли и сократить бюрократию.

Резюмируя вышеизложенное, можно сделать вывод, что внедрение блокчейн-технологии способно оказать глубокое влияние на ракетно-космическую отрасль, финансовые и управленческие решения в ней, создавая преимущества как для крупных предприятий, так и для небольших частных компаний. Блокчейн-решения способны вывести на новый уровень качество поставок продукции, расчеты между контрагентами, внутренние бизнес-процессы.

### Потенциал блокчейн-технологии с точки зрения договорной работы

Блокчейн может быть использован в области договорной работы для хранения, обработки и передачи цифровых контрактов и документов, что позволит сэкономить время и трудозатраты подразделений договорной работы предприятий ракетно-космической промышленности. В контексте блокчейна существует понятие смарт-контракта, представляющего из себя универсальный механизм взаимодействия двух и более сторон, имеющих взаимные обязательства. Смарт-контракты являются запрограммированным в блокчейне алгоритмом действий, активирующемся при выполнении определенных условий, они выполняют роль гаранта того, что условия договора будут соблюдены, причем в автоматическом режиме. Поскольку правила смарт-соглашений прописаны в блокчейне, их нельзя изменить, что обеспечивает корректное выполнение договорных условий и исключает возможность мошенничества. Проще говоря, смарт-контракты функционируют на блокчейне и представляют из себя фрагменты программного кода, в которых задаются условия, выполнение которых приведет к осуществлению сделки. После этого результаты операции сохраняются в цепочке блоков и становятся частью распределенного реестра. Важнейшим фактором для любого смарт-контракта является полное и точное описание условий соглашения.

Очевидно преимущество применения смарт-контрактов с точки зрения контроля поставок. Система логистики поставок требует обработки большого объема данных о поставщиках, получателях, перевозках, маршрутах и т.д. Объединение всех этих данных в одну единую блокчейн-систему значительно упростит их обработку, что убережет от возможных ошибок, связанных с человеческим фактором. Если произойдут изменения во время планирования, в цепочку поставок интегрируется новое звено или изменится стоимость определенного элемента системы. При этом история всех изменений будет доступна для всех участников блокчейн-сети, поскольку все договоренности между партнерами будут вноситься в цифровое соглашение. Платежи за осуществленные поставки будут перечисляться автоматически после доставки продукции. Данное обстоятельство устраним споры и проблемы, которые могут возникать из-за утраты отчетной документации. В целом, система смарт-контрактов позволит сформировать эффективный механизм управления рисками, возникающими при заключении договоров поставок.

Смарт-контракты снижают количество рутинных процессов и повышают их эффективность, а также в отдельных случаях устраняют потребность в присут-

ствии посредников. Технология смарт-контрактов на базе блокчейна представляет собой всеобъемлющий инструмент, области применения которого постоянно расширяются и при должном уровне проработки в будущем смогут прийти на замену контрактам в их привычном виде. Примером реального смарт-контракта является взаимодействие российской авиакомпании S7 и «Газпромнефти» в рамках платформы Smart Fuel, упомянутой ранее. Результатом работы в таком формате стала автоматизация планирования поставок топлива и расчетов за него.

Ещё одним преимуществом смарт-контрактов может стать возможность контроля происхождения приобретаемых готовых изделий у поставщиков. На сегодняшний день в отраслях промышленности присутствует колоссальное количество элементов, механизмов и товаров, что делает использование традиционных методов отслеживания их перемещения неэффективным и нерациональным. Распределенная технология предлагает решение данной проблемы, предоставляя предприятиям нечто вроде интерактивного журнала активности производителей и другие инструменты, которые помогут им отслеживать передвижение изделий между поставщиками. Такой подход обеспечивает абсолютную прозрачность и минимизирует риски приобретения контрафактных изделий, что особенно актуально при исполнении контрактов, заключенных в целях обеспечения гособоронзаказа, к которым в условиях неблагоприятной международной обстановки предъявляются особые требования в части происхождения комплектующих.

6 июля 2023 г. банк ВТБ представил свои варианты базовых сценариев использования смарт-контрактов с использованием цифрового рубля для физических и юридических лиц. Следующим шагом станет пилотирование операций в цифровых рублях на реальных деньгах, которое состоится после принятия соответствующих законопроектов по цифровому рублю.

24 июля 2023 г. президент России Владимир Путин подписал закон, согласно которому цифровым рублем можно будет осуществлять расчеты в соответствии с законодательством о национальной платежной системе. Пилотирование операций в цифровых рублях будет проводиться на ограниченном круге торгово-сервисных предприятий и физических лиц из числа сотрудников ВТБ и других банков-участников. Результаты работы на фокус-группе помогут оценить готовность к запуску платежей цифровым рублем в целом и перспективы массового внедрения смарт-контрактов в частности [4]. Внедрение цифрового рубля может стать толчком для популяризации и упрощения внедрения смарт-контрактов у широкого круга организаций,

однако, так как цифровой рубль будет базироваться на блокчейн-платформе Центробанка РФ, являющейся гибридной, использующей централизованный и децентрализованный подход одновременно, его введение не обеспечит в полной мере таких преимуществ блокчейн-платформ как отсутствие посредников, полная прозрачность и максимальная безопасность. Поэтому может стать целесообразной разработка собственных корпоративных блокчейн-платформ, учитывая опыт внедрения платформы Центробанка РФ.

На ранних стадиях внедрения смарт-контрактов могут возникать сложности и проблемы, поскольку данная технология недостаточно отработана и требует привлечения специалистов в области блокчейн-технологий для грамотного программирования смарт-контрактов, обучения и переквалификации персонала для работы с ними. Дополнительным препятствием является неготовность организаций работать с новой технологией по причине малой осведомленности и недоверия к ней. На ранних стадиях внедрения для плавного перехода на новый формат работы возможно использование смарт-контрактов с дублированием условий на бумаге. В данном случае контракт на блокчейне может быть использован для управления определенными аспектами сделки, в то время как бумажные дубликаты могут использоваться для обеспечения юридического статуса. Однако важно понимать, что такой подход может быть менее эффективным, чем полный переход на блокчейн-платформу. Это связано с тем, что контракты в их традиционном виде все еще будут требовать ручной обработки, сохраняя бюрократический элемент и сопутствующие ему недостатки. Тем не менее, на ранних стадиях внедрения блокчейна и смарт-контрактов данный подход может оказаться полезным, особенно с учетом того, что на первых этапах внедрения смарт-контрактов

не исключается вероятность ошибок при программировании из-за человеческого фактора.

### Блокчейн-оракулы

Поскольку смарт-контракты являются программным кодом не подлежащим изменению, предусмотреть все возможные условия и происшествия в ходе их исполнения невозможно (например, никто не мог спрогнозировать блокировку Суэцкого канала контейнеровозом Evergreen 23 марта 2021 г., спровоцировавшую коллапс мировых грузоперевозок). Для более эффективного использования данной технологии возможно предусмотреть возможность внесения внешних данных в смарт-контракт в процессе его исполнения с помощью так называемых оракулов – алгоритмов, являющихся посредниками между смарт-контрактом и внешними источниками данных. С их помощью доверенные пользователи из организаций-участников блокчейн-сети смогут вносить актуальную информацию в смарт-контракты. Оракулы по своей природе способны использовать различные источники данных (рис. 2).

Для упрощения восприятия рассмотрим пример функционирования смарт-контракта на поставку продукции с использованием оракулов.

У предприятия ракетно-космической промышленности появляется потребность в закупке режущего инструмента для токарных станков. После определения компании-поставщика осуществляется подготовка программного кода смарт-контракта, подразумевающего внесение внешних данных и их выдачу через оракулов. После инициирования смарт-контракта на криптовалютном счете заказчика блокируется максимальная предусмотренная контрактом цена поставки. Поставщик, с кем заключен контракт, осуществляет отгрузку инструмента у производителя, с которым он работает, через

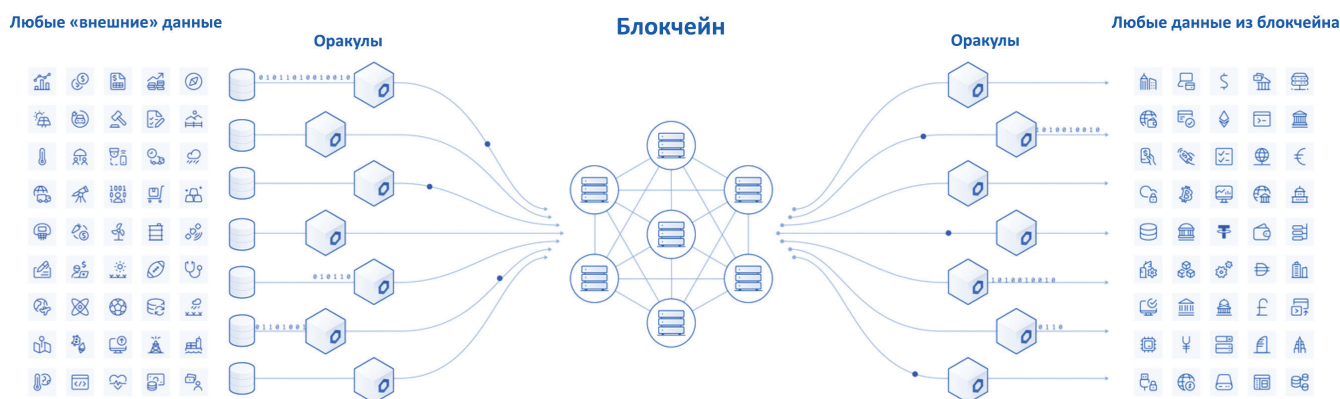


Рис. 2. Иллюстрация принципа передачи данных в блокчейн и из него с помощью оракулов  
 Источник: Oracle Labs LLC ([www.oraclelabs.ru](http://www.oraclelabs.ru)) [5]

оракул, передавая данные в смарт-контракт о номенклатуре получаемой продукции, её происхождении и так далее. По факту поступления продукции на склад поставщика через оракул в смарт-контракт также будет передана информация о данном факте. Далее, по факту осуществления поставки на склад заказчика складской работник проверяет соответствие позиций, указанных в товарной накладной, фактическому наличию режущего инструмента, после чего передает через оракул информацию о фактическом объёме поставки в смарт-контракт. Смарт-контракт обрабатывает полученную информацию и осуществляет перечисление замороженных на криптосчете средств в соответствии с фактическим объёмом поставки. Затем в нём генерируются отчётные документы и через оракула рассылаются в заинтересованные инстанции. В рассмотренном случае в качестве оракула может выступать специально разработанное приложение, установленное на мобильный телефон (для подтверждения фактов отгрузки товаров), либо на компьютер (для получения документации). Применение подобного подхода способно серьёзно снизить число бюрократических операций и сократить время расчётов за поставки от нескольких дней (с учетом передачи первичных документов и заявок на оплату между инстанциями) до нескольких минут (платежные операции происходят автоматически после поступления товаров).

Подход с использованием оракулов способен внести в реализацию смарт-контрактов множество преимуществ, например, устранить необходимость криптовалютных расчетов с поставщиками: смарт-контракт будет функционировать в своем обычном режиме, при достижении тех или иных условий, например, получения поставки от контрагента, передаст через оракул информацию о необходимости перечисления денежных средств со счета заказчика на счет поставщика в определенном контрактом размере по банковскому алгоритму (рис. 3). После произведения оплаты информация, опять же через оракул, попадет в смарт-контракт, завершая его выполнение.

В случае возникновения обстоятельств непреодолимой силы, препятствующих своевременному исполнению обязательств, поставщик может через оракул передать соответствующую информацию в смарт-контракт, где она может быть проверена на достоверность, ведь вся цепочка поставок фиксируется в смарт-контракте (например, не получится списать задержку поставки на блокировку Суэцкого канала, если в блокчейне был зафиксирован факт отгрузки товара со склада производителя в Нижнем Новгороде). После проверки информации заказчиком в случае её достоверности через оракул может быть введен новый срок поставки. На случай безосновательных просрочек поставок в смарт-контрак-

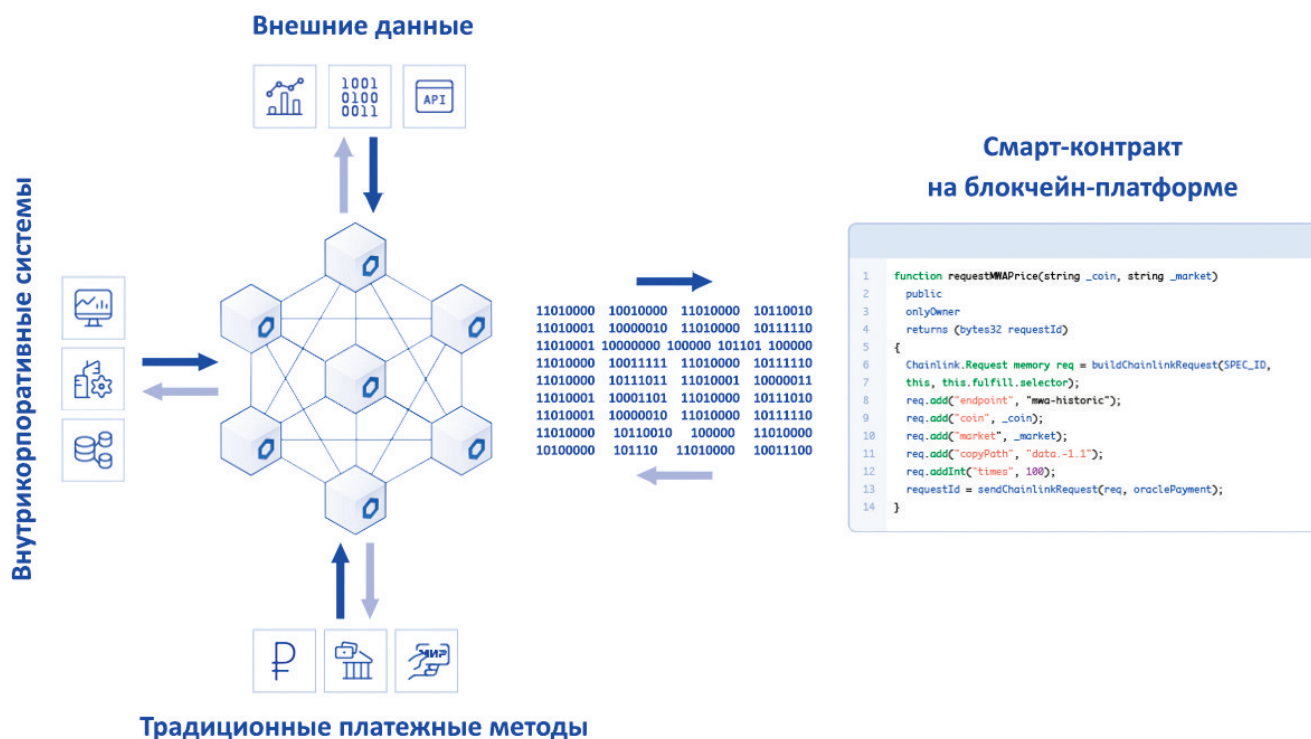


Рис. 3. Иллюстрация принципа передачи данных в смарт-контракт и из него с помощью сети оракулов. Источник: составлено автором на основе собственных данных

тах возможно предусмотреть снижение конечной суммы оплаты на определенную величину штрафных санкций. Данный фактор создает ещё одно преимущество – возможность избежания организации длительного процесса претензионно-исковой работы (от инициирования претензионной работы до взыскания денежных средств за просрочку поставки по судебному решению может пройти более года), а также полное исключение судебных издержек.

Наконец, с использованием оракулов и различных API<sup>1</sup> возможно организовать взаимодействие блокчейн-платформы с ERP-системами предприятий ракетно-космической отрасли, одновременно сглаживая переход на новые принципы работы и сокращая объёмы работы пользователей ERP-систем.

### Юридический статус смарт-контрактов

Одной из преград для массового внедрения смарт-контрактов является отсутствие проработанной правовой базы в этой сфере и неопределённый юридический статус цифровых соглашений данного типа. Различные точки зрения на смарт-контракты основываются на их разной правовой природе, которая может быть определена как обязательственная (исполнение обязательств) или договорная (автоматическое исполнение юридической конструкции). Определение правовой природы является ключевым в законодательном регулировании и определении перспектив развития данного явления. Кроме того, необходимо учитывать применяемое средство платежа, так как на платформе блокчейн используются платежные токены (криптовалюта). Федеральный закон «О цифровых финансовых активах, цифровой валюте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 31.07.2020 № 259-ФЗ [6] регламентирует правовой статус цифровых финансовых активов (ЦФА) и устанавливает необходимость закрепления записей об обороте ЦФА в силу самоисполняемой сделки (смарт-контракта). Однако данный закон не даёт полноценного определения данного явления и не конкретизирует сферу применения, ограничиваясь «исполнением обязательств». В связи с этим можно сделать вывод о преобладающей договорной природе смарт-контрактов (нежели обязательственной), которая может быть более детально регулирована только в случае закрепления их в качестве разновидности договоров, ключевыми признаками которых является существование в рам-

ках цифровых систем, применение платежных токенов в качестве средств платежа и автоматическое исполнение установленных обязательств с минимальными временными разрывами [7].

Обращаясь к зарубежной практике регулирования смарт-контрактов, отмечается, что в США отсутствуют единые акты или руководства, четко определяющие юридический статус смарт-контрактов. Однако Акт об электронных подписях в глобальной и национальной торговле 2000 года может обеспечить определенный юридический вес для применения смарт-контрактов в соответствии с действующим законодательством. На уровне штатов Комиссия по единообразному законодательству издала Единый Акт об электронных транзакциях («УЕТА») в 1999 году, который с тех пор был принят 47 штатами. Названный Акт гласит, что «записи или подписи не может быть отказано в юридической силе или возможности приведения в исполнение только потому, что они в электронной форме» и что «контракту не может быть отказано в юридической силе или возможности приведения в исполнение только потому, что при его формировании использовалась электронная запись». Отдельный закон, изданный внутри штата, также может предусматривать исполнение смарт-контрактов. Штат Аризона является первым, который принял закон, разрешающий использование смарт-контрактов. В Аризоне смарт-контракты определяются как «управляемая событиями программа с состоянием, которая работает в распределенной, децентрализованной, общей и реплицируемой бухгалтерской книге, и которая может осуществлять хранение и передачу активов в этой бухгалтерской книге». Другие два штата США – Невада и Вермонт – издали законы, которые признают юридическую значимость данных, хранящихся в блокчейне, что также может применяться к смарт-контрактам [8].

В Сингапуре также отсутствуют прямые нормы регулирования смарт-контрактов, однако в 2010 году издан Акт об электронных транзакциях 2010 года [9], гласящий, что «информации не может быть отказано в юридической силе, действительности или применимости исключительно на том основании, что она представлена в форме электронной записи», «в контексте заключения контрактов предложение и принятие предложения могут быть выражены посредством электронных коммуникаций. Если при заключении контракта используется электронное сообщение, этому контракту не может быть отказано в действительности или в возможности приведения в исполнение исключительно на том основании, что для этой цели использовалось электронное сообщение» и что «контракту, заключенному в результате взаимодействия автоматизированной системы сообщений

<sup>1</sup> API (англ. Application Programming Interface) – интерфейс взаимодействия между информационными системами или продуктами

и физического лица или взаимодействия автоматизированных систем сообщений, не должно быть отказано в действительности или возможности принудительного исполнения исключительно на том основании, что ни одно физическое лицо не проверяло или не вмешивалось в каждое из отдельных действий, выполняемых автоматизированными системами сообщений или результирующим контрактом».

В Евросоюзе отсутствует какая-либо специально разработанная под смарт-контракты правовая база, однако в соответствии со статьёй 9 Директивы Европейского парламента и Совета ЕС № 2000/31/ЕС от 08.06.2000 [10] о некоторых правовых аспектах информационных услуг на внутреннем рынке (Директива об электронной коммерции) к государствам-членам ЕС предъявляется требование, что их правовые системы должны обеспечивать возможность заключения контрактов с использованием электронных средств. Таким образом, определение термина «смарт-контракт» и его правовая природа в Европейском союзе подлежат регулированию государствами-членами.

В целом, правовое регулирование смарт-контрактов на блокчейне как в зарубежных государствах, так и в России находится на стадии развития и требует дальнейшей проработки и усовершенствования.

Итак, резюмируя вышеизложенное, рассмотрим плюсы и минусы смарт-контрактов (табл. 1).

**Применение блокчейн-технологии для модернизации финансовых процессов**

Блокчейн может предоставить прозрачность и безопасность в управлении денежными потоками и инвестициями в космической промышленности. В частности, блокчейн может быть использован для следующих задач:

1. Упрощенное управление транзакциями. При использовании описанных выше смарт-контрактов взаиморасчеты с контрагентами могут выполняться автоматически при подтверждении исполнения определенных условий. Затраты на транзакции, такие как комиссии за перечисления, также могут быть снижены за счет оперирования цифровыми активами напрямую, в отсутствие посредников.
2. Повышение инвестиционной привлекательности. Космическая отрасль в России имеет высокий потенциал для инвестирования [11]. Россия является одним из крупнейших производителей ракетно-космической техники и обладает многолетним опытом в этой области. Блокчейн может быть использован для создания децентрализованных фондов, которые позволяют инвесторам вкладывать средства в космические проекты без посредников. Создание децентрализованных фондов – это один из способов организации инвестиций, при котором деньги инвесторов собираются в единый пул и распределяются на различные проекты. Децентрализованные фонды используют технологию блокчейн для обеспечения прозрачности и безопасности операций. Это может снизить затраты на управление инвестициями и повысить доступность инвестиционной деятельности для широкой аудитории. Децентрализованный фонд может быть создан как автономный смарт-контракт на блокчейне, который автоматически выполняет инвестиционные операции в соответствии с заранее определенными правилами и условиями. Инвесторы смогут вносить свои вклады в фонд и получать долю прибыли в зависи-

ПЛЮСЫ	МИНУСЫ
Возможность исключения посредников при взаиморасчетах	Плохая осведомленность о технологии, сложность внедрения
Условия договора не подлежат изменению, отчетная документация не может быть подделана, так как хранится в децентрализованном формате	Неопределенный юридический статус
Высокая степень автоматизации выполнения условий контракта	Вероятность ошибок при программировании контракта из-за человеческого фактора
Прозрачность – в любой момент любой участник сети может проверить статус исполнения контракта	Взаиморасчеты в криптовалюте
Перспективность для создания новых бизнес-моделей	Необходимость создания оракулов для расширения функционала контрактов

Табл. 1. Плюсы и минусы смарт-контрактов.  
 Источник: составлено автором по результатам проведенного исследования



мости от размера своего вклада.

3. Эффективное управление бюджетом. Блокчейн может оптимизировать управление бюджетом проектов ракетно-космической отрасли и предоставить прозрачность в расходах, снижая риски нецелевого расходования средств. За счет прозрачности денежных потоков значительно упростится процедура проведения финансовых проверок со стороны государственных заказчиков и непосредственно Госкорпорации Роскосмос на предприятиях, входящих в её состав. Также блокчейн применим с точки зрения контроля за расходом выплаченных авансов субподрядчикам, в дальнейшем упрощая процедуру приёмки работ, а также снижая риски мошенничества со стороны недобросовестных контрагентов.

С помощью смарт-контрактов можно создать цепочку блоков, в которой будет прослеживаться каждая транзакция. Каждый участник сети блокчейн будет иметь доступ к этой цепочке и сможет проверить, как именно были использованы выделенные денежные средства. Кроме того, смарт-контракты могут быть настроены на автоматическое выполнение определенных условий, например, если проект не достигает определенного этапа развития в заданный срок или через оракул в смарт-контракт попадает информация о нецелесообразности продолжения работ (что имеет место при выполнении составных частей опытно-конструкторских работ), то смарт-контракт может автоматически вернуть оставшиеся средства заказчику.

#### **Потенциал блокчейна в решении отдельных вопросов управления предприятием**

Блокчейн-платформа внутри отдельного предприятия может быть создана для оптимизации документооборота. Это позволит ускорить процесс обмена документами между сотрудниками, а также повысить прозрачность и безопасность этого процесса. Поскольку блокчейн по своей природе не может быть изменен, исключается вероятность утраты документов, а процесс передачи дел от переходящего на другую должность или увольняющегося к принимаемому на должность может быть серьезно упрощен – все данные находятся в блокчейне, а вся история изменений зафиксирована.

Такой формат документооборота способен исключить спорные ситуации, связанные в отдельных случаях с невозможностью установления точной даты поступления отчетных материалов по договорам, когда они передаются нарочно. Факт безусловности информации может быть крайне полезен при организации претензионно-исковой работы по договорам, а наличие всего

перечня документов в доступе работников поможет упростить её организацию.

С точки зрения учета оборудования и инструмента блокчейн также может быть полезен. Прозрачность, обеспечиваемая технологией, позволит получать данные о фактическом наличии и местонахождении оборудования и инструмента на отдельно взятом предприятии, что позволит избежать приобретения избыточных изделий и позволит эффективно распределять имеющиеся в наличии в соответствии с потребностями. Данное обстоятельство может быть полезным, поскольку известны факты, когда электронный учёт ведется только на складах, а при выдаче в работу инструмент оказывается учтенным только в локальных документах отдельно взятого цеха. В результате при формировании списка закупок проверка фактической потребности цехов становится проблематичной и затратной по времени. Также блокчейн-платформа может использоваться для фиксации фактов поломки оборудования, ускоряя, тем самым, принятие решений по ремонту или покупке новых устройств, минимизируя простои и оптимизируя производственный процесс.

Наконец, блокчейн может использоваться для повышения уровня информационной безопасности на предприятиях, он может быть использован для отслеживания доступа к отдельной информации ограниченного распространения и защиты от несанкционированного доступа к ней.

В целом, блокчейн-технология имеет большой потенциал для управления ракетно-космическими предприятиями за счет повышения эффективности всего производственного процесса.

#### **Перспектива блокчейн-технологии с точки зрения управления рисками**

Блокчейн может быть использован для создания системы управления рисками в реальном времени. При заключении контрактов на поставку продукции управление операционными рисками связано с издержками, возникающими при взаимодействии сторон. В данном случае необходимо обеспечить гарантии поставки или оплаты, а также предотвратить потери, которые могут возникнуть в результате недобросовестного поведения сторон или действия внешних обстоятельств, препятствующих выполнению контракта. Блокчейн-платформа может быть использована для улучшения этого процесса путем создания системы одновременного информирования участников сети о фактическом наличии складских остатков, формируя у заказчика мнение о способности поставщика организовать передачу продукции.

Управление рисками неплатежей является одним из

наиболее критических аспектов выполнения контрактов. Однако с помощью смарт-контрактов можно точно контролировать платежи и нивелировать риск неконтролируемого роста дебиторской задолженности. Блокчейн-платформы также позволяют накапливать информацию о сделках в режиме реального времени и обеспечивать доступ к информации для всех участников сети. Данное обстоятельство исключает возникновение спорных моментов, фактически, в рамках одного смарт-контракта могут быть отражены все взаиморасчеты, что исключает расхождения при их сверке. Такой подход позволяет минимизировать финансовые риски и издержки по урегулированию спорных ситуаций, а также повышает доверие сторон друг к другу.

Также благодаря использованию блокчейна возможно в значительной степени обеспечить управление рисками подлинности сделок. Данная технология позволяет подтверждать подлинность транзакций и сохранять записи о сделках в неизменном виде. Для достижения этой цели используется шифрование информации, гарантирующее подлинность сделки по отношению к товару и электронной подписи, которая обеспечивает легитимность сделки в отношении сторон. Таким образом, блокчейн может стать надежным механизмом для защиты от рисков подделки и мошенничества.

Помимо вышеизложенного, блокчейн-платформа может стать подходящим инструментом для управления рисками, возникающими из-за чрезвычайных ситуаций (обстоятельств непреодолимой силы). За счет прозрачности и доступности всех процессов, происходящих в рамках смарт-контрактов, стороны своевременно получают информацию о статусе поставок и местонахождении товара, что позволит анализировать риски и своевременно принимать управленческие решения. Например, как уже рассматривалось ранее, поставщик закупил товар у иностранного производителя, тот отправил груз морем и контейнеровоз оказался заблокирован в Суэцком канале. При традиционной контрактной работе заказчик не получит информацию о риске серьезной задержки поставки, поскольку информация о том, где поставщик заказал продукцию и как она к нему попадет нигде не зафиксирована, однако при использовании блокчейна в смарт-контракте может быть отмечен факт погрузки груза на морской транспорт и указан маршрут его следования, в результате чего станет возможным предсказание сбоя в цепочке поставки.

Управление рисками в космической промышленности является критически важным аспектом, поскольку сбой при исполнении отдельных этапов контрактов могут привести к серьезным последствиям, включая вред стратегическим целям государства и значительные

финансовые потери. Блокчейн может помочь улучшить систему управления рисками, предоставляя точную и своевременную информацию о происходящих изменениях и позволяя оперативно принимать решения.

#### **Препятствия для внедрения блокчейн-технологии**

Внедрение блокчейн-технологии в ракетно-космическую промышленность сталкивается с рядом препятствий, которые могут затруднить ее развитие. Некоторые из них:

1. Регуляторные ограничения. Ракетно-космическая промышленность подвержена жестким регуляторным ограничениям, которые могут затруднить внедрение блокчейн-технологии. Некоторые из этих ограничений могут касаться обеспечения безопасности информации ограниченного распространения.
2. Высокая стоимость. Внедрение блокчейн-технологии требует значительных инвестиций в разработку программного обеспечения и развертывание инфраструктуры.
3. Сложность внедрения. Внедрение блокчейн-технологии в ракетно-космическую промышленность может быть сложным процессом из-за необходимости интеграции существующих систем и процессов. Это может потребовать значительных усилий и времени. Решением может стать создание минимально жизнеспособного продукта (англ. *minimum viable product*, MVP), например блокчейн-платформы между двумя организациями, входящими в Роскосмос, позволяющей реализовывать выполнение типовых повторяющихся соглашений. В случае успешного опыта данную технологию можно будет развивать, включая в сеть новые компании и расширяя функционал. Разработка минимально жизнеспособного продукта может обойтись в сотни раз дешевле, чем создание полноценной работающей сети, и занимать месяцы вместо нескольких лет работы. В то же время такой подход позволит получить осязаемый физический результат – продукт, который можно продемонстрировать. Одним из важнейших свойств такого подхода является то, что большая часть ошибок при разработке будет совершена на ранних этапах работ и будет стоить значительно дешевле, чем провал масштабного проекта. И, что немаловажно, уже начиная с ранних стадий проекта появится блокчейн-платформа, которую можно применять (хоть и ограниченно).
4. Необходимость стандартизации. Блокчейн-технология требует стандартизации, чтобы

обеспечить совместимость между различными системами и платформами. При отсутствии стандартов могут возникнуть проблемы совместимости и безопасности.

5. Недостаток экспертов на рынке труда. Внедрение блокчейн-технологии требует опытных специалистов, которых на сегодняшний день мало на рынке труда, а их услуги – очень высокооплачиваемые (зарплаты блокчейн-разработчиков достигают до 800 тыс. рублей в месяц по данным hh.ru). Это может привести к задержкам в разработке и реализации проектов. В качестве альтернативы самостоятельному набору команды внутри корпорации возможно привлечь для разработки технических решений внешнюю компанию-исполнителя (например, АО «ПроКСи», принимавшее участие в разработке упомянутой ранее платформы «SmartFuel»), однако в дальнейшем всё равно возникнет необходимость в создании подразделений для обслуживания системы, поскольку привлечение внешних исполнителей создает риски для безопасности и конфиденциальности информации.

В целом, внедрение блокчейн-технологии в ракетно-космическую промышленность может стать сложным процессом, который требует значительных усилий и инвестиций. Однако при правильном подходе и сотрудничестве между компаниями и правительственными организациями блокчейн-технология может принести значительные выгоды для отрасли.

#### Заключение

Блокчейн-технологии имеют серьёзный потенциал для оптимизации управления отдельными аспектами деятельности предприятий ракетно-космической промышленности. Технология распределенного реестра способна обеспечить безопасность конфиденциальной информации, повысить доверие между заказчиками и исполнителями, снизить затраты на посредников и обеспечить полную прозрачность финансовой деятельности предприятий для высшего руководства корпорации и государственных заказчиков. Однако для реализации этого потенциала необходимо решить технические и организационные проблемы, связанные с внедрением новых, мало отработанных технологий.

#### Список литературы

1. НАСА планирует задействовать блокчейн Ethereum для исследования космоса // ForkLog [Электронный ресурс] forklog.com, 2018, URL: [forklog.com/news/nasa-planiruet-zadejstvovat-blokchejn-dlya-issledovaniya-kosmosa](https://forklog.com/news/nasa-planiruet-zadejstvovat-blokchejn-dlya-issledovaniya-kosmosa) (Дата обращения: 18.07.2023).
2. Цифровые инструменты // Норникель [Электронный ресурс] nor nickel.ru, URL: [www.nornickel.ru/innovation/tools/](https://www.nornickel.ru/innovation/tools/) (Дата обращения: 19.07.2023).
3. Заправка по блокчейн // Газпромнефть Аэро [Электронный ресурс] aero.gazprom-neft.ru, URL: [aero.gazprom-neft.ru/technology/zapravka-po-blokchejn/](https://aero.gazprom-neft.ru/technology/zapravka-po-blokchejn/) (Дата обращения: 19.07.2023).
4. ВТБ представил варианты применения смарт-контрактов с цифровым рублем // CNews [Электронный ресурс] cnews.ru, 2023, URL: [www.cnews.ru/news/line/2023-07-06\\_vtb\\_predstavil\\_variandy?erid=Kra23ZNH4](https://www.cnews.ru/news/line/2023-07-06_vtb_predstavil_variandy?erid=Kra23ZNH4) (Дата обращения: 24.07.2023).
5. Oracle Labs: официальный сайт. - URL: <https://www.oreclelabs.ru> ( дата обращения 08.08.2023).
6. Федеральный закон «О цифровых финансовых активах, цифровой валюте и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 31.07.2020 № 259-ФЗ.
7. Нестеров, А. Д. Правовое регулирование смарт-контракта / А. Д. Нестеров // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2020. – № 5-3(61). – С. 96-99. – EDN HWWZJ.
8. Скиперский, А. С. Правовое регулирование смарт-контрактов в зарубежных странах / А. С. Скиперский // Юридическая наука. – 2022. – № 2. – С. 92-95. – EDN NAVYRC.

9. THE STATUTES OF THE REPUBLIC OF SINGAPORE. ELECTRONIC TRANSACTIONS ACT 2010 [Электронный ресурс] sso.agc.gov.sg, URL: sso.agc.gov.sg/Act/ETA2010 (Дата обращения: 01.08.2023).
10. Directive 2000/31/EC of the European Parliament and of the Council of 8 June 2000 on certain legal aspects of information society services, in particular electronic commerce, in the Internal Market ('Directive on electronic commerce') [Электронный ресурс] eur-lex.europa.eu, URL: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32000L0031 (Дата обращения: 02.08.2023).
11. Роскосмос планирует привлечь до 50 млрд рублей на строительство двух новых заводов // ТАСС [Электронный ресурс] tass.ru, URL: tass.ru/ekonomika/16646153 (Дата обращения: 01.08.2023).

#### List of literature

1. NASA plans to use the Ethereum blockchain for space exploration // ForkLog [Electronic resource] forklog.com , 2018, URL: forklog.com/news/nasa-planiruet-zadejstvovat-blokchejn-dlya-issledovaniya-kosmosa (Accessed: 07/18/2023).
2. Digital tools // Norilsk Nickel [Electronic resource] nornickel.ru , URL: www.nornickel.ru/innovation/tools / (Accessed: 07/19/2023).
3. Refueling via blockchain // Gazpromneft Aero [Electronic resource] aero.gazprom-neft.ru, URL: aero.gazprom-neft.ru/technology/zapravka-po-blokchejn/ (Accessed: 07/19/2023).
4. VTB presented options for using smart contracts with a digital ruble // CNews [Electronic resource] cnews.ru , 2023, URL: www.cnews.ru/news/line/2023-07-06\_vtb\_predstavil\_varianty?erid=Kra23ZNH4 (Accessed: 07/24/2023).
5. Oracle Labs: official website. - URL: https://www.oreclelabs.ru ( accessed 08.08.2023).
6. Federal Law «On Digital Financial Assets, Digital Currency and on Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation» dated 31.07.2020 No. 259-FZ.
7. Nesterov, A.D. Legal regulation of a smart contract / A.D. Nesterov // Actual scientific research in the modern world. – 2020. – № 5-3(61). – Pp. 96-99. – EDN HWWZWJ.
8. Skipersky, A. S. Legal regulation of smart contracts in foreign countries / A. S. Skipersky // Legal science. – 2022. – No. 2. – PP. 92-95. – EDN HAVYRC.
9. THE STATUTES OF THE REPUBLIC OF SINGAPORE. ELECTRONIC TRANSACTIONS ACT 2010 [Electronic resource] sso.agc.gov.sg , URL: sso.agc.gov.sg/Act/ETA2010 (Accessed: 08/01/2023).
10. Directive 2000/31/EC of the European Parliament and of the Council of 8 June 2000 on certain legal aspects of information society services, in particular electronic commerce, in the Internal Market ('Directive on electronic commerce') [Electronic resource] eur-lex.europa.eu , URL: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT /?uri=CELEX:32000L0031 (Accessed: 08/02/2023).
11. Roscosmos plans to attract up to 50 billion rubles for the construction of two new plants // TASS [Electronic resource] tass.ru , URL: tass.ru/ekonomika/16646153 (Accessed: 08/01/2023).

Рукопись получена: 17.08.2023

Рукопись одобрена: 22.09.2023