

## **ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАК ЧАСТИ ИНДУСТРИИ 4.0**

Я.А. НЕСТЕРОВ, аспирант, Н.А. СЕМЕНОВ, д-р техн. наук

Тверской государственной технической университет, 170026, Тверь,  
наб. Аф. Никитина, д. 22, e-mail: nesterovyakov1@gmail.com

© Нестеров Я.А., Семенов Н.А., 2021

Рассматривается применение технологии блокчейн как части Индустрии 4.0. Приведены варианты использования технологии блокчейн в промышленности. Рассмотрен феномен квазиблокчейна, сформулированы критерии индустриального применения технологии блокчейн.

*Ключевые слова:* блокчейн, информационные технологии, квазиблокчейн, наукоемкие организации, промышленность.

**DOI: 10.46573/2658-5030-2021-93-98**

### **ВВЕДЕНИЕ**

Четвертая промышленная революция, более известная как Индустрия 4.0, подразумевает под собой усиленную интеграцию киберфизических систем в производство, а также изменение самых разных сторон жизни: рынка труда, окружающей среды, политических систем и др. [1].

Киберфизические системы являются комплексным понятием. На сегодняшний день общепринятого и однозначного определения таких систем не существует. Это связано с тем, что они находятся на пересечении нескольких научных дисциплин и направлений и поэтому в зависимости от способа их реализации затрагивают различные аспекты окружающего мира.

Главной определяющей чертой всех киберфизических систем является сопряжение и плотное взаимодействие между физическими и вычислительными процессами. Другими словами, кибернетические системы представляют собой комплекс физических и цифровых (вычислительных) элементов, предназначенный для получения данных из окружающей среды, которые в дальнейшем используются для оптимизации процессов управления.

Индустрия 4.0 характеризуется коренным изменением производственных процессов. Создание киберфизических систем является одним из ключевых достижений четвертой промышленной революции. Способность децентрализованно управлять различными процессами – производством, продажами, закупочной деятельностью, а также самообучаться и развиваться делает наличие киберфизических систем необходимым условием функционирования любого высокотехнологического предприятия.

Для максимальной эффективности функционирования самих киберфизических систем необходимы соответствующие «умные» технологии хранения, обработки и распространения информации. Технология блокчейн, способная гарантировать децентрализацию хранения данных, применяемая сегодня для создания «умных» контрактов и обеспечения кибербезопасности при работе с криптовалютами, стала рассматриваться как одна из ключевых для работы киберфизических систем.

## **ПРИМЕНЕНИЕ БЛОКЧЕЙН ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ДАННЫХ**

В октябре 2020 года консалтинговая компания Pricewaterhouse Coopers (PwC) представила анализ, согласно которому к 2030 году блокчейн-технологии обеспечат рост мировой экономики на 1,7 трлн долл. В отчете PwC отмечено, что «блокчейн способен помочь многим организациям восстановить и реорганизовать свою структуру» в новых условиях постпандемии [2].

Сегодня технологии блокчейн чаще применяются в банковской сфере – для трансформации финансовых инструментов и операций, корпоративный блокчейн в целом – для реорганизации документооборота и управления цепочками поставок. Однако относительно недавно стал четко прослеживаться новый тренд: слияние технологии блокчейн и других технологий распределенного реестра с процессами автоматизации на промышленных предприятиях.

Российские энергетические и добывающе-обрабатывающие промышленные корпорации по количеству запущенных проектов с использованием технологии блокчейн на 2 % уступают финансовым корпорациям. Эти цифры легко объяснимы: новые технологии в промышленности внедряются гораздо медленнее, поскольку этот процесс сопряжен с определенными трудностями технического характера, с которыми не сталкиваются финансовые организации. Для финансовых организаций внедрение корпоративного блокчейна является естественным этапом в развитии их инфраструктур. Для промышленных же предприятий использование технологии блокчейн и/или технологий распределенных реестров – это шанс подняться на несколько ступеней выше в процессе автоматизации своих структур.

Промышленный интернет, анализ больших объемов данных, технологии распределенных реестров – серьезные технологические лифты, которые активно встраивают в свои бизнес-процессы современные промышленные предприятия. При этом одной из точек взаимодействия может стать совместная работа всех заинтересованных подразделений предприятия с большим объемом данных, которые все активнее собирают на всех уровнях функционирования этого предприятия, однако в дальнейшем не могут использовать в силу специфичности технологических процессов. Проблема структуризации и хранения больших данных при одновременной передаче нескольким пользователям на сегодняшний день стоит достаточно остро. Промышленные данные очень динамичны, особенно данные, собираемые с поточных линий производств, и извлечь их быстро, безопасно и в полном объеме проблематично. Технологии блокчейн частично решают эту проблему и, таким образом, потенциально являются драйверами для построения новых моделей управления на основе доверенных технологических и бизнес-показателей.

Однако учет опыта внедрения технологии блокчейн в финансовом секторе для использования в секторе промышленном сопряжен с определенными трудностями. Некоторые из них могут быть преодолены в рамках существующего поколения технологии блокчейн, однако для полноценного внедрения необходима существенная трансформация технологии, ее комбинирование с другими информационными и промышленными инновациями.

Сложности такой трансформации порождают критику технологии блокчейн и нередко отказ от ее внедрения в полном объеме. Однако инновационную идею блокчейна – блочную организацию реестра транзакций – активно внедряют в традиционные технологии, генерируя тем самым гибридные решения для использования в реальных бизнес-процессах.

## ГИБРИДНЫЕ РЕШЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН

В марте 2018 году «Сургутнефтегаз», «Объединенная металлургическая компания» (ОМК) и ОАО «РЖД» запустили пилотный проект по использованию технологии блокчейн [3]. Технология блокчейна в данном случае используется в процессе поставки «Сургутнефтегазу» металлических труб от входящего в ОМК «Выксунского металлургического завода». В этом проекте на блокчейне реализован журнал аудирования этого процесса. Он включает отгрузку труб с завода, их транспортировку, приемку товара и определение наличия/отсутствия брака. В случае обнаружения брака товар отправляется обратно. Транспортировку труб от производителя к заказчику осуществляет ОАО «РЖД».

Задача блокчейна в данном случае – хранить в облаке всю информацию о транзакциях, которые осуществляются в рамках этого процесса. Производитель отмечает в облаке, что товар готов к отгрузке, со стороны РЖД вносится отметка, что товар находится в пути. Когда трубы доставляют в «Сургутнефтегаз», компания ставит отметку о получении. Если в товаре обнаружен брак, отметка об этом также заносится в блокчейн-облако для возврата труб производителю. В облаке хранятся и сертификаты продукции.

У всех участников процесса есть доступ к облаку и возможность посмотреть записи о произведенных транзакциях. Получать доступ к облаку можно с любого устройства (рис. 1).

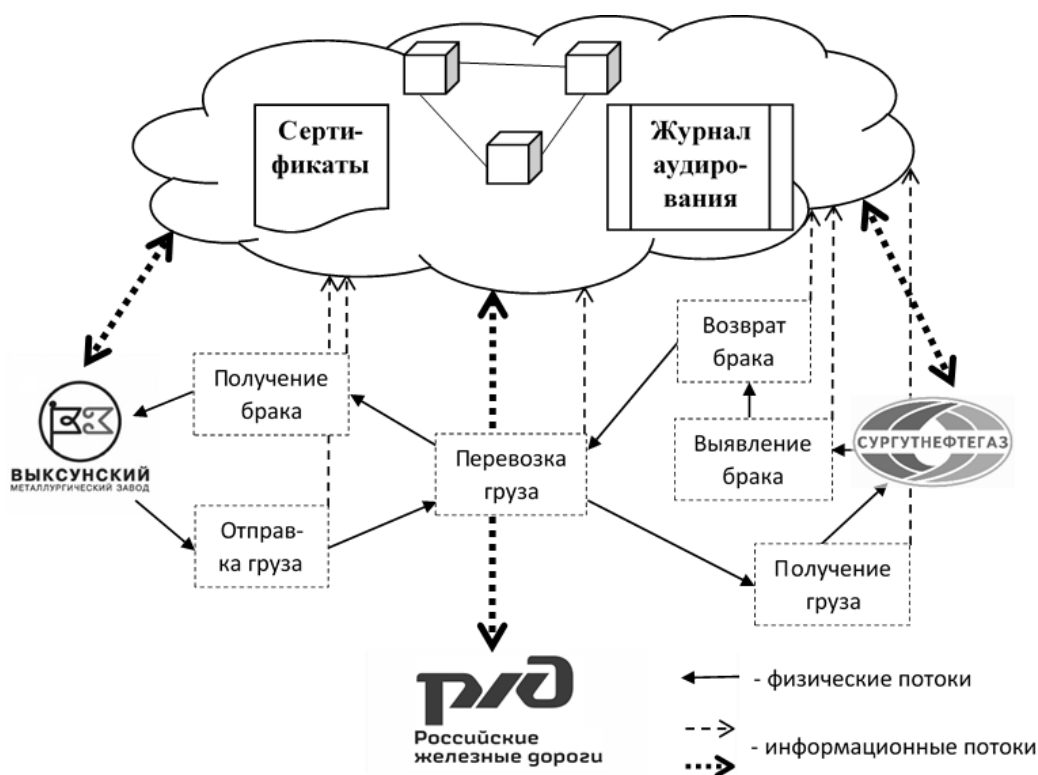


Рис. 1. Схема взаимодействия участников в процессе поставки металлических труб в пилотном проекте, реализованном с помощью технологии блокчейн

В данном случае за счет блокчейна решается задача аудита и контроля контрафакта. В любой момент времени можно поднять информацию об операциях, которые проводились с той или иной трубой и на уровне самого «Сургутнефтегаза», и на уровне поставщика и логистики. Такие решения положено считать неполноценной блокчейн-технологией, получившей в литературе термин «квазиблокчейн» [4].

В квазиблокчейне алгоритмы повышения надежности данных в целом не используются. Квазиблокчейн выступает в роли прикладного инструмента бизнеса, а не стимулом для дальнейшего развития технологии блокчейн. Доверие к содержимому реестра в квазиблокчейне по-прежнему зависит от доверия к хранителю реестра, однако теперь появилась возможность взаимного аудирования в целях повышения уверенности в контрагентах (см. рис. 1).

Такие частично масштабируемые системы сейчас вполне доступны для индустриального использования. Так, например, с июля 2020 года в России планировали ввести обязательную маркировку лекарственных средств. Однако из-за ситуации с пандемией COVID-19 и повышенным спросом на лекарственные препараты в связи с этим участники фармакологического рынка не успели подготовиться к новым правилам оборота и дату обязательной маркировки перенести на 1 января 2021 года [5].

Механизм для отслеживания лекарственных средств от производителя до потребителя также реализован в настоящее время с помощью технологии квазиблокчейн (рис. 2).

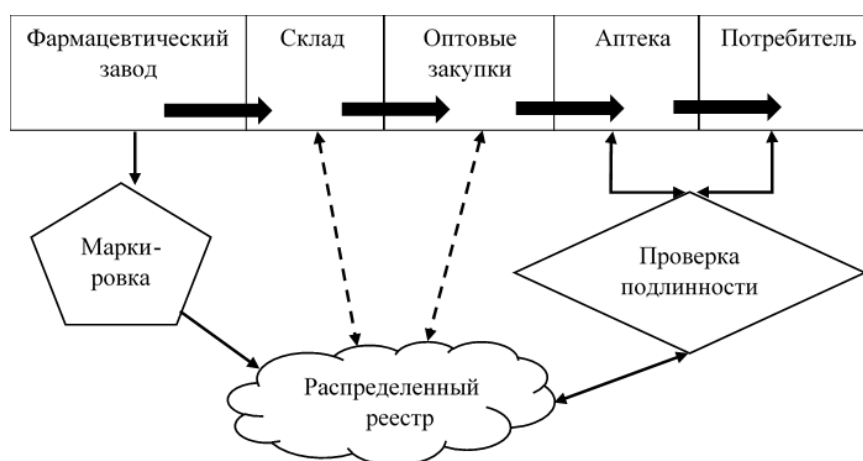


Рис. 2. Использование распределенного реестра для отслеживания лекарственных средств

Теперь любой из участников фармацевтического рынка, от производителя до потребителя, может удостовериться в подлинности препарата. С помощью QR-кода, размещенного на упаковке, стало возможным легко проследить весь путь движения препарата.

Существует мнение, что отслеживание цепочки поставок должно начинаться со стадии принятия сырьевого материала фармацевтическим заводом. Однако именование поставщиков в этом случае – коммерческая тайна, которую не все захотят размещать в открытом доступе. Эту проблему можно обойти, создав для поставщиков сырья либо отдельную цепочку поставок на блокчейне, либо в рамках эксклюзивного блокчейна, где доступ для чтения данных будет ограничен (например, публиковать только информацию о стране – импортере сырья и т.д.).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На практике важно не переоценивать технологию блокчейн в ее сегодняшнем виде, поскольку использование гибридных решений не является в полной мере проводником идеи этой технологии. Исходя из рассмотренных выше областей применения, сформулируем особенности индустриального использования технологии блокчейн:

замена многопользовательской базы данных на распределенный реестр, который будет сформирован с помощью технологии блокчейн. Реестр должен находиться в режиме полного доступа у сторон, которые имеют низкое доверие друг к другу;

квазиблокчейн является усовершенствованной децентрализованной базой данных, и выбор такой архитектуры оправдан при условии принятия верных решений о числе распределенных копий и механизмах консенсуса. При росте количества держателей реестра безопасность повышается, однако производительность снижается, а затраты на построение и эксплуатацию системы растут;

препятствием для использования блокчейна может стать сложная технологическая логика производственных объектов. Сегодняшний уровень развития технологии блокчейн вряд ли позволит автоматизировать все бизнес-кейсы промышленного предприятия. Кроме того, технология «умных» контрактов теряет свою универсальность и гибкость в процессе развития данной технологии;

остается проблема производительности и затратности технологии блокчейн. Все узлы необходимо постоянно вознаграждать за хранение ими реестра и проверку транзакций, поэтому технология становится высокочрезвычайно затратной. Если же таких узлов будет немного, то упадет производительность и встанет вопрос об устойчивости и безопасности.

Для того чтобы технологии блокчейн в сфере промышленности заработали в полном объеме в рамках Индустрии 4.0, необходимо обеспечить продвижение технологии в сторону распределенных, но при этом более высокопроизводительных и эффективных по затратам систем. Это небыстрый и не предопределенный еще путь компромиссных решений, требующих дальнейших исследований технологических и социально-экономических аспектов технологии блокчейн.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Конец аналогового мира: Индустрия 4.0, или что принесет с собой четвертая промышленная революция. URL: <https://theoryandpractice.ru/posts/14610-konets-analogovogo-mira-industriya-4-0-ili-chto-prineset-s-soboy-chetvertaya-promyshlennaya-revolyutsiya> (дата обращения: 02.01.2021).

2. Time for trust: How blockchain will transform business and the economy // Официальный отчет консалтинговой компании Pricewaterhouse Coopers. URL: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/technology/publications/blockchain-report-transform-business-economy.html> (дата обращения: 02.01.2021).

3. «Сургутнефтегаз», РЖД и ОМК запустили пилотный проект на блокчейне // Ежегодный международный форум «ЦОД». URL: <https://dcforum.ru/news/«surgutneftegaz»-rzh-d-i-omk-zapustili-pilotnyi-proekt-na-blokcheine> (дата обращения: 02.01.2021).

4. Липницкий Д.В. Возможности и вызовы для блокчейн в новой индустриализации // *Экономика промышленности*. 2019. № 1 (85). С. 82–100.

5. Постановление Правительства РФ от 02.11.2020 № 1779 «О внесении изменений в Положение о системе мониторинга движения лекарственных препаратов для медицинского применения» // Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» // URL: <http://www.consultant.ru/document/consdocLAW366581/> (дата обращения: 02.01.2020).

**Для цитирования:** Нестеров Я.А., Семенов Н.А. Применение технологии блокчейн в промышленности как части Индустрии 4.0 // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Технические науки». 2021. № 2 (10). С. 93–98.

## **APPLICATION OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN INDUSTRY AS PART OF INDUSTRY 4.0**

Ya.A. NESTEROV, Postgraduate, N.A. SEMENOV, Dr. Sc.

Tver State Technical University, 22, Af. Nikitin emb.,  
170026, Tver, Russian Federation, e-mail: nesteroviyakov1@gmail.com

The article studies the ways of applying blockchain as a part of Industry 4.0. It considers various options of blockchain industrial usage, reviews the phenomenon of quasi-blockchain and words out the criteria of blockchain industrial application.

*Keywords:* blockchain, information technologies, quasi-blockchain, knowledge-based organizations, industrial production.

### **REFERENCES**

1. The end of the analog world: Industry 4.0, or what the fourth industrial revolution will bring. URL: <https://theoryandpractice.ru/posts/14610-konets-analogovogo-mira-industriya-4-0-ili-chto-prineset-s-soboy-chetvertaya-promyshlennaya-revolyutsiya> (date accessed: 02.01.2021). (In Russian).

2. Time for trust: How blockchain will transform business and the economy. The official report of the consulting company Pricewaterhouse Coopers. URL: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/technology/publications/blockchain-report-transform-business-economy.html> (date accessed: 02.01.2021).

3. Surgutneftegaz, railways and OMK has launched a pilot project on the blockchain. The annual international forum «DPC». URL: <http://dcforum.ru/news/surgutneftegaz-rzhd-i-omk-zapustili-pilotnyi-proekt-na-blokcheine> (date accessed: 02.01.2021). (In Russian).

4. Lipnitsky D.V. Opportunities and challenges for blockchain in the new industrialization. *Ekonomika promyshlennosti*. 2019. No 1 (85), pp. 82–100. (In Russian).

5. Decree of the government of the Russian Federation from 02.11.2020 No 1779 «On amendments to the regulations on the system of monitoring the movement of medicinal products for medical use». Legal reference system «Konsultant Plyus». URL: <http://www.consultant.ru/document/consdocLAW366581/> (date accessed: 02.01.2020). (In Russian).

Поступила в редакцию/received: 02.03.2021; после рецензирования/revised: 05.04.2021;  
принята/accepted: 08.04.2021