

## EMERGENT BLOCKCHAIN SOLUTIONS IN SUPPLY NETWORKS

A. Romanovs, Yu. Merkurjev, G. Merkurjeva, J. Golosova (Riga, Latvia)

### Введение

Блокчейн – это распределительная и децентрализованная база данных, которая состоит из постоянно растущего списка упорядоченных блоков. Блоки добавляются в цепь с регулярным интервалом. В каждом блоке содержится информация: ид номер блока, время, когда блок был создан, хеш функция предыдущего блока и транзакция. Главные и отличительные преимущества блокчейна прозрачность и многократное копирование транзакций. Блокчейн достигает надежность за счёт криптографически-зашифрованной хеш функции. Каждому блоку присваивается своя криптографическая функция, но, поскольку это цепь блоков, то должна быть связь. Связь заключается в том, что криптографическая хеш функция каждого следующего блока включается в себя хеш функцию предыдущего блока. Блокчейн считается не взламываемой технологией, поскольку хеш функция создается автоматически, что не позволяет вносить какие-либо изменения людям. Еще один аспект, как упоминалось выше, это многократное копирование транзакций, что не дает изменить данные в цепи. В свою очередь, прозрачность, которой так же славится блокчейн технология, достигается за счет регистрации каждой транзакции. Объединив все эти преимущества блокчейн технологии вместе, в результате есть нерушимая связанная цепь надежной криптографической защитой, состоящая из блоков, которые и в которых невозможно удалить или изменить информацию после опубликования блока в цепи [1,6]. Наглядная структура отображена на рисунке 1.



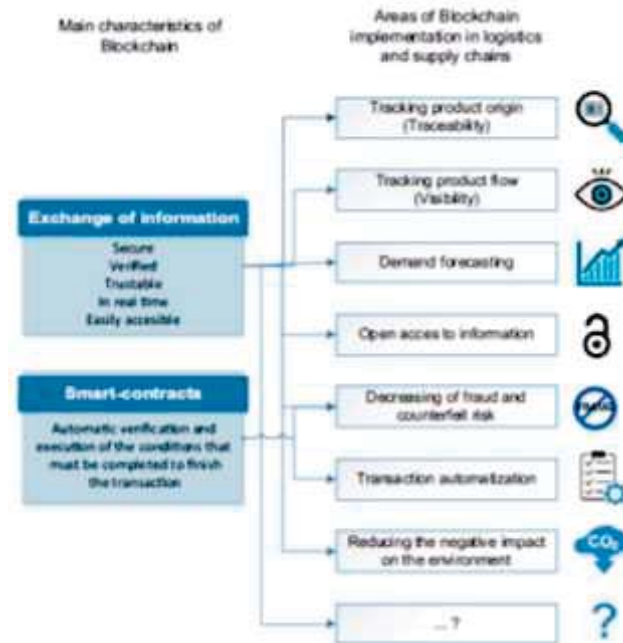
Рис. 1. Структура блокчейна [1]

Блокчейн технология классифицируется в 4 видах, в зависимости от доступа к данным [5]:

- публичный блокчейн – не имеет никаких ограничений в чтении блоков и по добавлению транзакций в блокчейн;
- приватный блокчейн – имеет заранее определенный список пользователей, у кого есть доступ к чтению блоков и добавлению транзакций;
- общедоступный блокчейн – не имеет ограничений, для пользователей, у которых есть права на создание блоков;
- эксклюзивный блокчейн – имеет определенный список пользователей, которые контролируют и допускаются к действиям с транзакциями.

### Блокчейн технология в цепях поставок

Применение блокчейн технологий в различных сферах, помимо криптовалют, с каждым годом все возрастает. Правда реализаций теоретическим доказательствам о преимуществах и превосходствах этой технологии не так уж много, но об этом чуть позже.



**Рис. 2. Области, где применяется блокчейн в логистике и цепях поставок [3]**

Сфера, в которой больше всего не хватает того, что дает блокчейн – это логистика, а конкретнее цепи поставок. На первый взгляд, может показаться, что ничего общего у этих двух терминов нет, кроме одного слова – цепь. Но все же, блокчейн может помочь в решении нескольких проблем в цепях поставок (рисунок 2) такие, как: экономия времени, более надежное управление данными, повышение доверия и прозрачности, эффективное отслеживание и повышение безопасности [2, 4, 10, 11, 14, 15].

Во-первых, и одно из главных, блокчейн технология помогает отследить продукцию от производства до потребителя. Это означает, что есть информация в доступе о том, как производился товар, как хранился и как транспортировался. Вся эта информация доступна любому участнику цепи от производства до потребителя, включая самого потребителя, а более привлекательно становится то, что информация доступна в режиме реального времени. Именно это приносит блокчейну большой плюс. Здесь важно понимать, что помимо информации получит человек. Если говорить о пищевой цепи поставок, то человек получает уверенность в качестве и натуральности продукта, который он собирается есть. Если говорить о других продуктах, то тут будет говориться о качестве, в первую очередь, а также о репутации производителя. Говоря проще, блокчейн делает цепь поставок отслеживаемой и прозрачной [2, 3, 4, 8, 9, 14, 13, 17, 18, 19, 20].

Во-вторых, автоматизирование транзакции, а именно удаление посредников, особенно где это требуется только лишь для оформления бумаг. С помощью смарт-контрактов есть отличная возможность улучшить, автоматизировать, ускорить процесс бюрократии и бумажной волокиты. От такого новшества компания остается только в плюсе, поскольку расходы можно уменьшить, от бумажных документов можно избавиться – что тоже несет свою экономию, сокращается во много раз количество сбоев, ошибок (человеческий фактор никто не отменял) в цепи поставок. Существует несколько реальных примеров применения смарт-контрактов во избежание мошенничества. Одна из ситуаций касается продуктов питания (в основном) или груз, требующий контроль за температурой во время перевозки. Если температура во время

перевозки падает ниже разрешаемой, то с помощью смарт-контрактов возможны несколько вариантов выхода – отгрузить заменяющие продукты в режиме реального времени, предложить страхование, наложить штраф на виновника, а так же оформить повторный заказ у поставщика [2, 3, 4, 9, 17, 18, 19].

В-третьих, предотвращение мошенничества и подлога (фальсификация) продукции. Этот пункт очень распространен в медицинской и ювелирной сферах. Две сферы, которые от потери оригинального продукта могут понести колоссальные убытки [3, 4, 17, 18, 19]. С этой проблемой поможет справиться смарт-контракты. В этом случае совершить передачу или продажу товара другому участнику цепи поставок, заменив товар на неоригинальный будет невозможно. Смарт-контракты позволяют видеть как информацию о каждом участнике блокчейна, так и о продукте. Не стоит забывать, что у каждого участника и продукта имеется свой профиль в блокчейне, который проходит проверку стандартизации и сертификации и, в связи с этим, любой участник блокчейна может видеть основную информацию о товаре или о участнике [12, 14].

Продолжая разговор о смарт-контрактах и расширяя их потенциал в использовании для улучшения цепей поставок, следует привести еще пару примеров применения. Один вариант – это применение смарт-контрактов для утверждения участников цепи поставок в блокчейне, а также для регулировки доступов участников к процессам. Другой вариант – закупка товаров, используя смарт-контракты. Преимущество состоит в том, что смарт-контракты хранит и обновляет всю информацию о транзакциях в режиме реального времени. Помимо этого, договор на основе смарт-контрактов является законным и это означает, что дополнительное юридическое подтверждение не требуется [3, 12].

### **Преобразование цепей поставок с блокчейном**

Каждая уважаемая себя логистическая компания обязана следить за новинками в технологическом мире, чтобы быть конкурентоспособными. Нельзя отрицать, что новейшие технологии могут упростить и улучшить цепь поставок, при этом работа бизнеса будет еще более эффективной. Но для этого необходимо и очень важно правильно выбрать технологию [2].

Как блокчейн технология работает в цепи поставок пока еще остается до конца не изученной темой, которой занимаются и совершенствуют для еще более эффективной работы цепочек поставок. В цепях поставок возможно применять как публичный, так приватный и ограниченный блокчейн. В зависимости от вида блокчейна или доступа у участника цепи поставок, существует различный уровень доступа к информации в блокчейне. Если блокчейн публичный, то все участники сети будут иметь доступ к информации, хранящейся в блокчейне. Но существует возможность создать цепь поставок с приватным блокчейном, и тогда доступ к информации будет только у тех, кто имеет ключ к сети. На данный момент это один из важнейших вопросов для решения. В блоках цепи блокчейна отображается вся необходимая информация о продукте: вид, состояние, требования или стандарты. На рисунке 3 отображена схема преобразования цепи поставок на основе блокчейна.

Как видно на рисунок 3, в цепи поставок с блокчейном присутствуют четыре основных роли, которые могут и не встретиться в стандартной цепи поставок [3]:

- организация регистрации – предоставляет актерам доступ к блокчейну;
- организация стандартизации – определяет схемы стандартов для цепей поставок;
- организация сертификации – предоставляет сертификаты актерам для участия в цепях поставок;

- актеры – участники цепей поставок, включая производителей, розничных продавцов и потребителей. Все актеры должны быть зарегистрированы аудитором или сертификатом, чтобы иметь доступ к блокчейну.

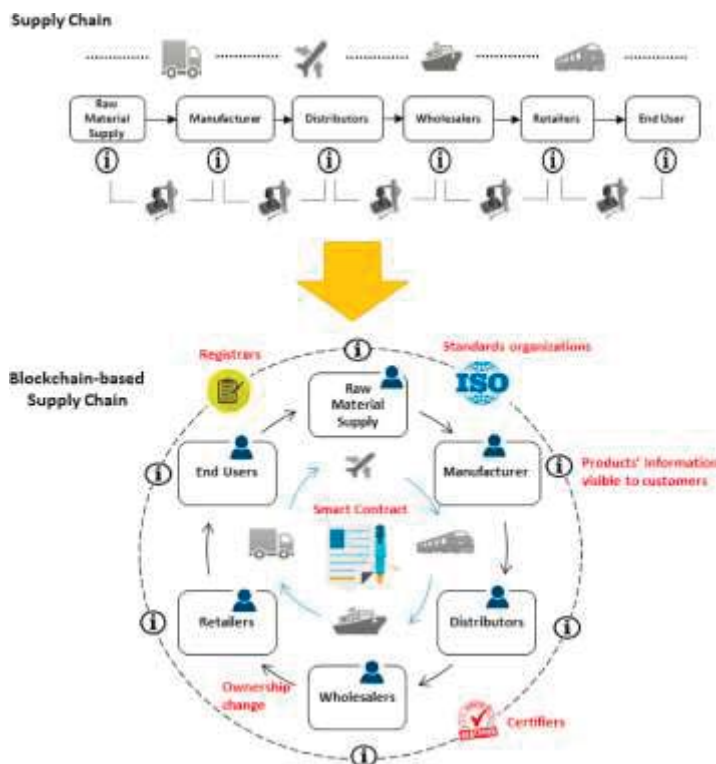


Рис. 3. Цепь поставок с блокчейном [3]

### Примеры проектов использования блокчейна в цепях поставок

Несмотря на то, что не все предприятия решаются на введение новой технологии в их систему или на замену системы в целом, все же есть те, кто идет в ногу со временем и следует новейшим технологиям.

Говоря конкретно о логистике и цепях поставок, следует выделить одних из крупнейших представителей логистики и ИТ сферы – “Maersk” и “IBM”, которые разработали и запустили совместный проект с использованием блокчейна для более эффективной и безопасной глобальной цепи поставок [6]. Также “IBM” и “Walmart” с другими партнерами работают над тестированием и внедрением блокчейна в цепь поставок для нескольких отобранных складских учетных единиц, включая бренды поставщиков [13].

Другой хороший пример разработан в Монголии – “Counterfeit medicine detection using Blockchain and AI”, идея которого заключается в отслеживании контрафактных лекарств на внутреннем и мировом рынке. Вторая цель проекта – выявлять, отслеживать и устранять поддельные лекарства на рынке. Польза от проекта – тысячи спасенных жизней, экономический вклад, как производителей, так и потребителей [15]. Еще одно применение блокчейна в медицинской сфере – “Two Invoice System” в Китае. Суть заключается в том, что производители лекарств отправляют их распространителям, а после в больницы. При получении лекарств государственные учреждения обязаны одновременно проверять счета, лекарства и количество лекарств, а еще должны быть проверены накладные, как от поставщика, так и от распространителя [7].

Представлена конкретная система отслеживания поставок в режиме реального

времени, с использованием блокчейна (смарт-контрактов и Ethereum). Целью данной работы является отслеживание действий, которые выполняют агенты погрузок в симуляции. Конкретно необходимы только действия погрузок – доставка груза, как курьерами, так и перевозчиками. Вся эта информация должна храниться в блокчейне. Соответственно у каждого агента имеется своя учетная запись, и он имеет право совершать транзакции. В свою очередь в транзакциях должна храниться следующая информация: ид номер отгрузки; дата и время транзакции; тип (самовывоз или доставка); имя, адрес учетной записи агента, выполняющего транзакцию; местоположение агента (координаты X-Y в зоне моделирования) [12].

В данной работе симулируется частный блокчейн, с использованием консенсуса proof-of-authority (PoA), что дает несколько взаимодействующих друг с другом узлов Ethereum, но сам блокчейн независим от других сетей. В результате было выявлено два преимущества такой системы: единая виртуальная идентификация поставки и доступ к данным; легкая система добавления новых агентов, которые могут и не быть людьми (например устройствами IoT). Но были также выявлены и недостатки – объем блокчейна и транзакций; низкая скорость транзакций в Ethereum. Еще одна потенциальная проблема вытекает из первоначальных настроек, что все агенты подключены к сети и имеет право на совершение транзакций. Среди этих агентов может быть и вредитель, который отправит ложную информацию в сеть или наоборот получит доступ к информации, которой не должен знать. Проблема может быть устранена при разумном шифровании данных и распространении ключей агентам или же при хранении данных во внешней системе, а в блокчейне сохранять только хэши [12].

### Преимущества и недостатки блокчейна в цепях поставок

Обобщая всю информацию о возможностях блокчейна в цепях поставок, напрашивается главный вывод, что полученные преимущества значительно преобладают над недостатками. Как уже упоминалось, на данный момент основная проблема – это реализация теоретических знаний и исследований. Многие предприятия боятся вводить новую и на практике почти не изученную технологию. Здесь же присутствует и другая проблема – объединение существующей цепи поставок и блокчейна. Многие специалисты придерживаются мнения, что ввести абсолютно новую систему гораздо проще, чем соединить существующую и блокчейн. Но это решение сильно бьет как по финансам, так и по времени [3, 17]. Суммировать все преимущества, недостатки, возможности и угрозы помог SWOT анализ [3], который отображен в таблице 1.

Таблица 1. SWOT анализ блокчейна в цепях поставок.

Strengths	Opportunities
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Decentralization</li> <li>-Transparency</li> <li>-Security</li> <li>-Stability</li> <li>-Automated trust-building system</li> <li>-Automatization of transactions</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Expanding features</li> <li>-New cryptographic functions</li> <li>-New trust-building protocols (proof-of-stake, etc.)</li> <li>-Integration within Internet of things</li> </ul>
Weaknesses	Threats
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Often not user-friendly</li> <li>-Complex to understand</li> <li>-Many features still in development phase</li> <li>-Achieving consensus regarding system wide changes within permissionless blockchain</li> <li>-Energy consumption</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Currently mostly unregulated</li> <li>-Lobbying for extensive regulation from intermediary corporations which are being threatened by DLT</li> <li>-Opposition from centuries-old institutions that could be wiped out by DLT</li> </ul>



## Выводы

В очень быстро развивающемся мире технологий нельзя оставаться в стороне, если есть желание присутствовать на рынке услуг. Надежные и прозрачные системы в наше время ценятся очень высоко, поскольку это позволяет избежать не только множество проблем, но и поднять рейтинг производителя в глазах потребителя.

Как бы хорошо и надежно не выглядела работа блокчейна, свои изъяны она тоже имеет. Основные из них это большие затраты финансовые, временные, а также извечный выбор для предпринимателей – внедрять блокчейн или менять полностью систему. Есть еще одна проблема – рабочие места, если говорить об удалении посредников, например.

Эффективность работы с блокчейном доказана уже многими проектами, которые постепенно начинают реализовываться из теоретических исследований. Улучшение качества цепей поставок необходимо, ведь потребители перестали верить на слово любимым производителям и хотят лично убедиться в качестве, натуральности, оригинальности продуктов. Это один из главных фактор. Второй фактор – это работа самих цепей поставок, циклы жизни продуктов, которые тянутся из-за передачи бумаг в основном или каких-либо допущенных людьми ошибок. Всего этого можно избежать и сократить, продуктивно работая с блокчейном. Блокчейн не дает возможности заменить товар на “левый”, что сокращает в разы убытки производителей и не позволяет обмануть потребителей. Стоит заметить, что блокчейн может бороться и теневой экономикой, коррупцией и несправедливым завоеванием чужого имущества. Все же для блокчейна впереди большое будущее и много вызовов для улучшения качества систем и не только в цепях поставок.

## References

1. **Bahga A., Madiseti V.** «Blockchain Platform for Industrial Internet of Things // Journal of Software Engineering and Applications, No. 9, pp. 533-546, 2016.
2. **Marathe A., Kalluru S.R., Awwad M.A.** Blockchain Technology for Efficient Management of Supply Chain // In Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Washington DC, September 27-29, 2018, USA. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/327979457\\_Blockchain\\_Technology\\_for\\_Efficient\\_Management\\_of\\_Supply\\_Chain](https://www.researchgate.net/publication/327979457_Blockchain_Technology_for_Efficient_Management_of_Supply_Chain).
3. **Dujak D., Sajter D.** Blockchain Applications in Supply Chain // In book SMART Supply Network, January, 2019, DOI: 10.1007/978-3-319-91668-2\_2.
4. **Alvarado J.A., Halgamuge M.N.** New Era in the Supply Chain Management with Blockchain: A Survey // In book: Industry 4.0 and Hyper-Customized Smart Manufacturing Supply Chains, January, 2019, DOI: 10.4018/978-1-5225-9078-1.ch001.
5. **Garzik J.** BitFury Group, Public versus Private Blockchains. Part 1: Permissioned Blockchains. White Paper, October 2015.
6. **Golosoza J., Romānovs A.** Overview of the Blockchain Technology Cases // In Proceedings of the 59th International Scientific Conference on Information Technology and Management Science of Riga Technical University (ITMS), October 10-12, 2018, Riga, Latvia. IEEE, 2018, pp.1-6. ISBN 978-1-7281-0098-2.
7. **Tseng J.H., Liao Y.C., Chong B., wei Liao S.** Governance on the Drug Supply Chain via Gcoin Blockchain // In International Journal of Environmental Research and Public Health, Vol. 15, No 6, May, 2018, DOI: 10.3390/ijerph15061055.
8. **Francisco K., Swanson D.** The Supply Chain Has No Clothes: Technology Adoption of Blockchain for Supply Chain Transparency, January, 2018, DOI: 10.3390/logistics2010002.

9. **Amr M.A., Eljazzar M.M., Kassem S.S., Ezzat M.** Merging Supply Chain and Blockchain Technologies // In The 28th International Conference for the International Association of Management of Technology (IAMOT), April 7-11, 2019, Mumbai, India. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/332571505\\_Merging\\_Supply\\_Chain\\_and\\_Blockchain\\_Technologies](https://www.researchgate.net/publication/332571505_Merging_Supply_Chain_and_Blockchain_Technologies).
10. **Petersen M., Hackius N.** Mapping the Sea of Opportunities: Blockchain in Supply Chain and Logistics // Information Technology, October, 2018, DOI: 10.1515/itit-2017-0031.
11. **Singh P.M., van Sinderen M.J., Wieringa R.J.** Smart logistics: An enterprise architecture perspective // In CAiSE 2017, September, 2018, Essen, Germany. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/327691921\\_Smart\\_logistics\\_An\\_enterprise\\_architecture\\_perspective](https://www.researchgate.net/publication/327691921_Smart_logistics_An_enterprise_architecture_perspective).
12. **Betti Q., Houry R., HalléS., Montreuil B.** Improving Hyperconnected Logistics with Blockchains and Smart Contracts, April, 2019. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/332300407\\_Improving\\_Hyperconnected\\_Logistics\\_with\\_Blockchains\\_and\\_Smart\\_Contracts](https://www.researchgate.net/publication/332300407_Improving_Hyperconnected_Logistics_with_Blockchains_and_Smart_Contracts).
13. **Osei R.K., Hingtey M., Canavari M.** An Exploration into the Opportunities for Blockchain in the Fresh Produce Supply Chain, November, 2018, DOI: 10.20944/preprints201811.0537.v1.
14. **Saberi S., Kouhizadeh M., Sarkis J., Shen L.** Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management // International Journal of Production Research, October 17, 2018, pp. 2117-2135, DOI: 10.1080/00207543.2018.1533261.
15. **Erdenebold T., Rho J.J., Hwang Y.M.** Blockchain Reference Model and Use Case for Supply Chains within Enterprise Architecture, March, 2019. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/332495000\\_Blockchain\\_Reference\\_Model\\_and\\_Use\\_Case\\_for\\_Supply\\_Chains\\_within\\_Enterprise\\_Architecture](https://www.researchgate.net/publication/332495000_Blockchain_Reference_Model_and_Use_Case_for_Supply_Chains_within_Enterprise_Architecture).
16. **Dasaklis T.K., Casino F., Patsakis C.** Defining granularity levels for supply chain traceability based on IoT and blockchain // In Proceedings of the International Conference on Omni-Layer Intelligent Systems, May 5-7, 2019, Crete, Greece, pp. 184-190, DOI: 10.1145/3312614.3312652.
17. **Sergeev V.I., Kokurin D.I.** Application of innovative technology “Blockchain” in logistics and supply chain management // In Journal of Creative Economy, February, 2018, Vol. 12, No 2, pp. 125-140, DOI: 10.18334/ce.12.2.38833.
18. **Kupriyanovsky V., Sinyagov S., Klimov A., Petrov A., Namiot D.** Digital supply chains and blockchain-based technologies in a shared economy // In International Journal of Open Information Technologies, Vol. 5, No 8, 2017. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-tsepi-postavok-i-tehnologii-na-baze-blokcheyn-v-sovmestnoy-ekonomike>.
19. **Niu X., Li Z.** Research on Supply Chain Management Based on Blockchain Technology // In Journal of Physics Conference Series 1176:042039, March, 2019, DOI: 10.1088/1742-6596/1176/4/042039.
20. **Cui Y., Hu M., Liu J.** «Values of Traceability in Supply Chains», November, 2018. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/329233804\\_Values\\_of\\_Traceability\\_in\\_Supply\\_Chains](https://www.researchgate.net/publication/329233804_Values_of_Traceability_in_Supply_Chains).