

УДК 334.012.74
ББК 65.050.253

DOI: 10.25683/VOLBI.2019.48.361

Skvortsov Egor Artemovich,
Candidate of Economics,
Engineer,
Ural Federal University,
Yekaterinburg,
easkvortcov@mail.ru

Скворцов Егор Артемович,
канд. экон. наук, инженер,
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина,
Екатеринбург,
easkvortcov@mail.ru

Beznosov Gennadiy Anatolyevich,
Candidate of Economic,
Associate Professor of the Department of Economics
and Organization of Enterprises,
Ural State Agrarian University,
Yekaterinburg,
beznosov-ga@mail.ru

Безносков Геннадий Анатольевич,
канд. экон. наук,
доцент кафедры экономики и организации предприятий,
Уральский государственный
аграрный университет,
Екатеринбург,
beznosov-ga@mail.ru

Skvortsova Ekaterina Gennadyevna,
Lecturer,
Ural State
Agrarian University,
Yekaterinburg,
uralmash91@list.ru

Скворцова Екатерина Геннадьевна,
преподаватель,
Уральский государственный
аграрный университет,
Екатеринбург,
uralmash91@list.ru

Kholmanskikh Maxim Viktorovich,
Lecturer,
Ural State Agrarian University,
Yekaterinburg,
kholmanskikh_mv@rambler.ru

Холманских Максим Викторович,
преподаватель,
Уральский государственный аграрный университет,
Екатеринбург,
kholmanskikh_mv@rambler.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ: ОБЗОР ЗАРУБЕЖНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ

APPLICATION OF THE BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN AGRICULTURE: REVIEW OF FOREIGN PUBLICATIONS

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством
08.00.05 – Economics and management of national economy

Блокчейн представляет собой распределенную базу данных, которая поддерживает постоянно растущий список записей данных, защищенных от подделки и пересмотра благодаря алгоритмическим процедурам. Технологии блокчейн имеют существенные возможности по трансформации национальных экономик и отдельных отраслей, в том числе такой традиционной, как сельское хозяйство. Однако теоретические аспекты применения технологии блокчейн в сельском хозяйстве недостаточно разработаны, что повышает актуальность исследования. В качестве методического инструментария исследования использован библиографический метод. В общей сложности обнаружено 17 статей в сети Web of Science начиная с 2017 г., что указывает на новизну изучаемой проблемы. Центральное место в рубежных исследованиях занимает применение технологии блокчейн в обеспечении безопасности продуктов питания с использованием прослеживаемых цепочек поставок сельскохозяйственной продукции. Прослеживаемость и идентификация продукции необходима для того, чтобы определить происхождение продуктов, предотвратить появление подделок, определить место производства, повысить защиту товарных знаков и обеспечить государственный надзор за аграрным сектором экономики. Технологии блокчейн

могут применяться для повышения безопасности и конфиденциальности генерируемых данных, что особенно актуально в условиях цифровизации отрасли и применения интернета вещей (IoT). Возможно применение технологии блокчейн для создания устойчивой и надежной среды в торговле продуктами питания. Существуют перспективы применения различных систем электронного сельского хозяйства с инфраструктурой блокчейна. Теоретические аспекты применения технологии блокчейн в зарубежной и отечественной науке недостаточно разработаны и требуют особого внимания в виду их фундаментальной значимости в мировом масштабе.

Blockchain is a distributed database that maintains an ever-growing list of data records that are protected from tampering and revision through algorithmic procedures. Blockchain technologies have significant opportunities for the transformation of national economies and individual industries, including such traditional as agriculture. However, the theoretical aspects of the use of technology blockchain in agriculture are not well developed, which increases the relevance of the study. The bibliographic method was used as a methodological toolkit. A total of 17 articles found on the Web of Science since 2017, indicating the novelty

of the problem under study. Central to research in frontier studies is the use of blockchain technology in food safety with the use of traceable supply chains for agricultural products. Traceability and identification of products is necessary in order to determine the origin of products, prevent counterfeiting, determine the place of production, enhance trademark protection and provide state supervision over the agricultural sector of the economy. Blockchain technologies can be used to improve the security and confidentiality of the generated data, which is especially important in the conditions of industry digitalization and the Internet of Things (IoT) application. Perhaps, the use of blockchain technology to create a stable and reliable environment in the food trade. There are prospects for the use of various e-agriculture systems with blockchain infrastructure. The theoretical aspects of the use of the blockchain technology in foreign and domestic science are not sufficiently developed and require special attention due to their fundamental significance on a global scale.

Ключевые слова: блокчейн, сельское хозяйство, прослеживаемость продукции, Web of Science (WoS), интернет вещей (IoT), идентификация продуктов питания, цифровая экономика, цифровое сельское хозяйство, защита данных, интеллектуальное производство.

Keywords: blockchain, agriculture, product traceability, Web of Science (WoS), Internet of Things (IoT), food identification, digital economy, digital agriculture, data protection, intelligent manufacturing.

Введение

В настоящее время осуществляется цифровая трансформация различных отраслей экономики, в том числе сельского хозяйства. Сельское хозяйство сталкивается с рядом вызовов, которые влекут за собой как новые возможности, так и глобальные риски. Рост сельскохозяйственного производства в условиях повышения уровня жизни вызывает необходимость радикальных изменений агробизнеса. Технология блокчейн может стать важной опорой для этой трансформации. Новизна научных исследований по предложенной теме состоит в том, что существуют большие возможности технологии блокчейн по изменению многих отраслей, и сельское хозяйство может стать одной из них. В данном исследовании рассматриваются возможности использования технологии блокчейн в сельском хозяйстве.

Целью исследования является обобщение результатов научных публикаций в сети Web of Science по применению технологии блокчейн в сельском хозяйстве.

Задачами исследования являются:

- выявление основных направлений исследований в сети Web of Science применения технологий блокчейн в сельском хозяйстве;
- обобщение результатов основных публикаций в сети Web of Science;
- определение перспектив применения технологий блокчейн в сельском хозяйстве по результатам исследования в сети Web of Science.

Актуальность выбранного направления исследования **связана** с необходимостью осмыслить имеющийся зарубежный опыт применения цифровых технологий, в частности технологии блокчейн в сельском хозяйстве, включающей в себя различные аспекты хозяйственной деятельности. **Теоретическая значимость** результатов

исследования определяется приращением теоретического знания в части применения цифровых технологий в экономике сельского хозяйства в контексте применения технологий блокчейн. **Практическая значимость** полученных результатов исследования определяется разработкой направлений и механизмов применения технологии блокчейн в сельском хозяйстве.

Методы исследования. Технология блокчейн представляет собой организованный в виде линейной последовательности зашифрованный набор данных, который можно назвать «блоками информации», содержащий временные пакеты транзакций [1]. При этом каждый блок содержит ссылку на предыдущий блок и ответ на определенную математическую задачу, которая служит для проверки транзакций. Сложный децентрализованный процесс, при помощи которого блок историй транзакций проверяется и добавляется к постоянной записи, называется майнинг [2]. Каждый раз актуализируется блок, который содержит наибольшую цепочку записей. Часть мощностей в сети блокчейна постоянно занята майнингом. Данные распределяются по сети таким образом, что каждый узел майнера имеет только часть от всего объема данных, и ни один узел может получить доступ к данным в полном объеме.

В качестве методического инструментария исследования использован библиографический метод. На первом этапе выполнен анализ контента публикаций по применению технологий блокчейн в различных секторах экономики. При этом была проанализирована библиографическая база данных Web of Science по контенту статей за период с 2010 по 2018 г. включительно. Произведен скрининг литературы и проанализирован текст статей с целью уточнения, имеют ли они отношение к вопросам исследования. На втором этапе при этом в поисковом запросе будут использованы комбинации двух групп ключевых слов, из которых первая группа содержит слово Blockchain, а вторая группа содержит слово Agriculture.

Результаты исследования. Технологии блокчейн имеют потенциал к перестройке мировой экономики, хотя зачастую результаты их применения имеют противоречивый характер. Некоторые блокчейн-приложения позволяют повысить безопасность и устойчивость финансовой сферы, сферы услуги и управления даже такой традиционной отрасли, как сельское хозяйство [3; 4]. Однако блокчейн также имеет потенциал к углублению неравенства и способен ослабить демократические институты. Необходимо определить перспективы и тенденции развития блокчейн-технологий в такой консервативной отрасли, как сельское хозяйство, и обозначить условия, которые определяют их развертывание [5].

Результаты поиска литературы в базе данных Web of Science с использованием ключевых слов Blockchain и Agriculture показывают, что данная технология является междисциплинарной, которая практически не употребляется в отношении сельского хозяйства (рис. 1 на стр. 173). В общей сложности в сети Web of Science обнаружено 17 статей по применению технологии блокчейн в сельском хозяйстве.

Центральная тема зарубежных исследований применения блокчейн-технологии в сельском хозяйстве — это обеспечение безопасности продуктов питания с применением прослеживаемых цепочек поставок сельскохозяйственной продукции.

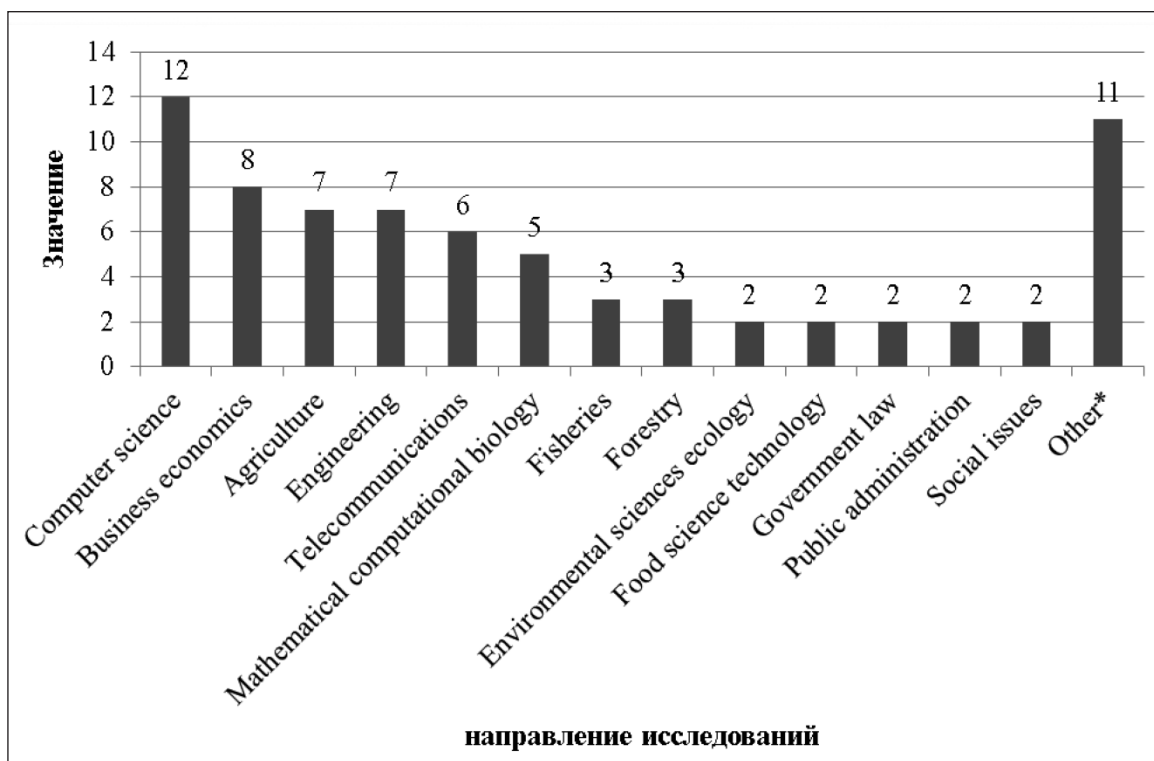


Рис. 1. Результаты поиска в сети Web of Science для Blockchain и Agriculture

*Категория Other не включает сельскохозяйственные дисциплины.

В настоящее время рынок сельскохозяйственной продукции существует в условиях наличия ряда технологических проблем. Например, практически невозможно повысить эффективность транзакций и сохранить рыночную стабильность. Исследователи разработали систему торговли продуктами питания с применением технологии блокчейн (FTSCON) для устранения информационной асимметрии в торговле продуктами питания. Для создания устойчивой и надежной торговой среды система использует технологию блокчейн для решения задач различных аутентификаций и разрешений для разных ролей в торговле продуктами питания. В частности, использован механизм двойного аукциона для устранения непродуктивной конкуренции [6].

Анализ показывает, что сельскохозяйственный сектор остро нуждается в информации, которая поддерживает прослеживаемость. Каждая из заинтересованных сторон должна обратиться к другой части цепочки создания стоимости, чтобы лучше понять возможные внешние факторы и разрушительные появляющиеся технологии [7].

Результаты исследований показывают, что цепочка поставок сельскохозяйственной продукции, основанная на двухуровневой структуре записи, может повысить открытость и безопасность информации о транзакциях, а также конфиденциальность информации о предприятии. Это позволяет самостоятельно адаптировать поиск и сопоставление ресурсов, значительно повысить уровень доверия к органам государственной власти, занимающимся сбором информации, и общую эффективность системы [8].

В последнее время с расширением технологии блокчейн, применяемой в межотраслевой сфере, неизменяемые возможности хранимых данных открывают новые перспективы обеспечения безопасности хранения отслеживаемых данных. Зачастую технология блокчейн применяется непосредственно в отслеживании и хранении

сельскохозяйственных продуктов, при этом сложно автоматизировать хранение и получение хэш-данных, имеющих в блокчейне. Для решения этой проблемы исследователями предложена структура хранения с двойной цепью на основе блокчейна. Это гарантирует, что данные о сельскохозяйственной продукции не будут подделаны или уничтожены [9].

Другие исследователи отмечают наличие информационной асимметрии среди заинтересованных сторон в цепочке поставок продуктов питания. Это может происходить по причине отсутствия стандартизации в формате данных, отсутствия правил и разрозненных информационных систем. Представлена комплексная теоретическая модель, позволяющая производить сквозное отслеживание продуктов питания, интегрирующая блокчейн Ethereum и устройства IoT. Цель состоит в том, чтобы создать распределенную базу данных, доступную для всех заинтересованных сторон в цепочке поставок [10].

Безопасность пищевых продуктов становится все более серьезной темой во всем мире. Исследователи из Тайваня предложили надежную, самоорганизующуюся, открытую и экологическую систему отслеживания пищевых продуктов, основанную на технологиях блокчейн и интернета вещей (IoT). Данная система функционирует с использованием устройств интернета вещей, что позволяет заменить значительное количество записей и верификаций, производимых вручную, что, в свою очередь, способствует снижению вмешательства человека в систему. Кроме того, предполагается использовать технологию смарт-контрактов для своевременного обнаружения и обработки возникающих проблем [11].

Кроме проблемы идентификации и прослеживаемости продуктов питания, в аграрном секторе существуют другие направления исследований с применением технологии блокчейн.

Стремительно развивается тепличная технология в сельском хозяйстве на основе IoT, используемая для дистанционного мониторинга и автоматизации. Применение IoT связано с генерированием большого потока различной информации от датчиков и устройств. Для решения проблем безопасности исследователями представлено приложение на основе блокчейнов для интеллектуальных теплиц, позволяющее обеспечить безопасность и конфиденциальность обработки и хранения данных. Данная система имеет инфраструктуру безопасности, которая сочетает технологию блокчейна с устройствами IoT, позволяя обеспечить безопасную коммуникационную платформу в интеллектуальном тепличном хозяйстве [12].

Находят развитие концепции, связанные с цифровыми платформами, основанными на блокчейне. Исследователями предлагается использовать на местном и региональном уровнях модель системы электронного сельского хозяйства с инфраструктурой блокчейна. В частности, данная модель может быть использована для экологического мониторинга, сбора различных данных и управлении ими. Предлага-

емая система и инструменты могут быть использованы для дальнейшего развития систем электронного сельского хозяйства [13].

В последнее время, с расширением технологии блокчейна, неизменяемые возможности хранимых данных дают новое видение обеспечения безопасности хранения отслеживаемых данных. Для решения некоторых аспектов хранения и отслеживания данных о сельскохозяйственной продукции исследователями предложена структура хранения с двойной цепью на основе блокчейна. При этом существует гарантия, что данные о сельскохозяйственной продукции не будут преднамеренно подделаны или уничтожены [14].

Таким образом, на сегодняшний день существуют различные проблемы сбора, обработки и хранения данных, отслеживания происхождения и идентификации сельскохозяйственной продукции для повышения гарантий ее безопасности. Однако теоретические аспекты применения технологии блокчейн в зарубежной и отечественной науке слабо разработаны и требует особого внимания ввиду их фундаментальной значимости в мировом масштабе.

Таблица 1

Основные направления исследований применения технологии блокчейн за рубежом

Направление исследования	Сущность предлагаемого решения	Авторы
Поставки продуктов питания	Система торговли продуктами питания с блокчейном для устранения информационной асимметрии в торговле продуктами питания	Mao D.H.; Hao Z.H.; Wang F.; Li H.S.
Прослеживаемость и идентификация продуктов питания	Сбор, хранение и управление информацией о происхождении продукции. Предоставление гарантий в процедурах сертификации, подтверждение качества и происхождения продукции	Faye P. S.
Открытость и безопасность информации	Публичный блокчейн системы цепочек поставок сельскохозяйственной продукции, основанный на архитектуре двойной цепи, включающий режим хранения, механизм поиска и сопоставления ресурсов	Leng K.J., Bi Y., Jing L.B., Fu H.C.
Прослеживаемость продуктов питания	Использование блокчейна с применением устройств интернета вещей (IoT) и смарт-контрактов для отслеживания происхождения пищевых продуктов	Lin J., Shen Z.Q., Zhang A.T., Chai Y.T.
Прослеживаемость продуктов питания	Приложение для отслеживания продуктов питания, интегрирующее блокчейн Ethereum и устройства IoT	Kim M, Hilton B., Burks Z., Reyes J.
Защита данных	Обеспечение безопасности и конфиденциальности данных при применении IoT в тепличном хозяйстве	Patil A.S., Tama B.A., Park Y., Rhee K.H.
Система электронного сельского хозяйства	Модель с применением блокчейна для экологического мониторинга, сбора различных данных и управлении ими	Lin Y.P., Petway J.R., Anthony J, Mukhtar H., Liao S.W., Chou C.F., Ho Y.F.
Защита и хранение данных	Хранение и отслеживание данных о сельскохозяйственной продукции на основе структуры хранения с двойной цепью	Xie C., Sun Y., Luo H.

Заключение

В ходе исследования установлено, что блокчейн имеет широкий потенциал применения в экономике сельского хозяйства с точки зрения имеющихся экономико-социальных прецедентов. Технология позволяет выстраивать экономико-кооперативные связи как на основе территориального признака, так и в гло-

бальном масштабе [15]. Исследование показывает, что сельскохозяйственный сектор остро нуждается в информации, которая поддерживает прослеживаемость. Каждая из заинтересованных сторон должна обратиться к другой части цепочки создания стоимости, чтобы лучше понять возможные внешние факторы и являющиеся разрушительные технологии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Nakamoto S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. URL: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
2. Zhao J. L., Fan S., Yan J. Overview of business innovation and research opportunities in the blockchain and introduction to the special issue // Financial innovation. 2016. 2 (1). P. 28.
3. Варганова М. Л., Дробот Е. В. Регулирование цифровых финансовых активов и применение блокчейн-технологий в сельском хозяйстве // Креативная экономика. 2019. № 1. С. 37–48.
4. Чухлебов А. Применение технологий блокчейн для модернизации системы управления компаниями сферы «сельское хозяйство» // Управление в России: проблемы и перспективы. 2018. № 2. С. 3–13.

5. Manski, S Building the blockchain world: Technological commonwealth or just more of the same? // *Strategic change-briefings in entrepreneurial finance*. 2017. Vol. 26. No. 5, SI. Pp. 511–522. DOI: 10.1002/jsc.2151.
6. Mao, DH;Hao, ZH; Wang, F; Li, HS Innovative Blockchain-Based Approach for Sustainable and Credible Environment in Food Trade: A Case Study in Shandong Province // *China Sustainability*. 2018. Vol. 10. No. 9. Pp. 31–49.
7. Faye P. S. Use of Blockchain Technology in Agribusiness: Transparency and Monitoring in Agricultural Trade. *Proceedings of the 2017 international conf. on management science and management innovation (MSMI 2017)*. 2017. Vol. 31. Pp. 38–40.
8. Leng K.J., Bi Y., Jing L.B., Fu H.C. Van Nieuwenhuysse, I Research on agricultural supply chain system with double chain architecture based on blockchain technology // *Future generation computer systems-the international journal of science*. 2018. Vol. 86. Pp. 641–649. DOI: 10.1016/j.future.2018.04.061.
9. Xie C., Sun Y., Luo H. Secured Data Storage Scheme based on Block Chain for Agricultural Products Tracking. 2017 // *3RD International conference on big data computing and communications (BIGCOM)*, 2017. Pp. 45–50. DOI: 10.1109/BIGCOM.2017.43.
10. Kim M, Hilton B., Burks Z., Reyes J. Integrating Blockchain, Smart Contract-Tokens, and IoT to Design a Food Traceability Solution // *9th IEEE Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON)*, 2018. Pp. 335–340.
11. Lin J., Shen Z.Q., Zhang A.T., Chai Y.T. Blockchain and IoT based Food Traceability for Smart Agriculture // *Proceedings of the 3rd international conference on crowd science and engineering (ICCSE 2018)*. 2018. DOI: 10.1145/3265689.3265692.
12. Patil A.S., Tama B.A., Park Y., Rhee K.H. Framework for Blockchain Based Secure Smart Green House Farming // *12th KIPS International Conference on Ubiquitous Information Technologies and Applications (CUTE)*. 2018. Vol. 474. Pp. 1162–1167. DOI: 10.1007/978-981-10-7605-3_185.
13. Lin Y.P., Petway J.R., Anthony J., Mukhtar H., Liao S.W., Chou C.F., Ho Y.F. Blockchain: The Evolutionary Next Step for ICT E-Agriculture // *Environments*. Vol. 4. No. 3. DOI: 10.3390/environments4030050.
14. Xie C., Sun Y., Luo H. Secured Data Storage Scheme based on Block Chain for Agricultural Products Trackin // *3RD International conference on big data computing and communications (BIGCOM)*. 2017. Pp. 45–50. DOI: 10.1109/BIGCOM.2017.43.
15. Семин А. Н., Кислицкий М. М., Агнаева И. Ю., Ворона В. Ю. Отечественный опыт формирования локального уровня сельской экономики средствами цифровых технологий // *ЭТАП*. 2018. № 6. С. 73–85.

REFERENCES

1. Nakamoto S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System, 2008, URL: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
2. Zhao J. L., Fan S., Yan J. Understanding. *Financial innovation*, 2016, no. 2, p. 28.
3. Vartanova M. L., Drobot E. V. Regulation of digital financial assets and the use of blockchain technologies in agriculture. *Creative Economy*, 2019, no. 1, pp. 37–48. (In Russ.).
4. Chukhlebov A. Application of blockchain technologies for the modernization of the management system of companies in the agriculture. *Management in Russia: problems and prospects*, 2018, no. 2, pp. 3–13. (In Russ.).
5. Manski S. Building the blockchain world: Technological commonwealth or just more of the same? *Strategic change-briefings in entrepreneurial finance*, 2017, 26 (5) SI, pp. 511–522. DOI: 10.1002/jsc.2151.
6. Mao D. H., Hao Z. H., Wang F., Li H. S. Innovative Blockchain-Based Approach for Sustainable Agriculture, China. *Sustainability*, 2018, 10 (9), pp. 31–49.
7. Faye P. S. *International Conference and Management Innovation (MSMI 2017)*, 2017, vol. 31, pp. 38–40
8. Leng K. J., Bi Y., Jing L. B., Fu H. C. Van Nieuwenhuysse, I research and development of agricultural products. *Future generation computer systems-international journal of science*, 2018, vol. 86, pp. 641–649. DOI: 10.1016/j.future.2018.04.061.
9. Xie C., Sun Y., Luo H. Secured Data Storage Scheme for Agricultural Products Tracking. 2017. *3RD International Conference on Data Processing and Communications (BIGCOM)*, 2017, pp. 45–50. DOI: 10.1109/BIGCOM.2017.43.
10. Kim M, Hilton B., Burks Z., Reyes J. Integrating Blockchain, Smart Contract-Tokens, and IoT to Design a Food Traceability Solution. *9th IEEE Annual Information Technology (IEMCON)*, 2018, pp. 335–340.
11. Lin J., Shen Z. Q., Zhang A. T., Chai Y. T. Blockchain and IoT based Food Traceability for Smart Agriculture. *International Conference on crowd science and engineering (ICCSE 2018)*, 2018. DOI: 10.1145/3265689.3265692.
12. Patil A. S., Tama B. A., Park Y., Rhee K. H. Framework for Blockchain Based Secure Green. *Green House Farming*. 12th KIPS International Conf. on Ubiquitous Information Technologies and Applications (CUTE), 2018, vol. 474, pp. 1162–1167. DOI: 10.1007/978-981-10-7605-3_185.
13. Lin Y. P., Petway J. R., Anthony J., Mukhtar H., Liao S. W., Chou C. F., Ho Y. F. Blockchain: The Evolutionary Next Step for ICT E-Agriculture. *Environments*, 4 (3). DOI: 10.3390/environments4030050.
14. Xie C., Sun Y., Luo H. *3RD International Conference on Data Processing and Communications (BIGCOM)*, 2017, pp. 45–50. DOI: 10.1109/BIGCOM.2017.43.
15. Semin A. N., Kislitsky M. M., Agnayeva I. Yu., Vorona V. Yu. Domestic experience of forming the local level of the rural economy by means of digital technologies. *STAGE*, 2018, no. 6, pp. 73–85. (In Russ.).

Как цитировать статью: Скворцов Е. А., Безносков Г. А., Скворцова Е. Г., Холманских М. В. Применение технологии блокчейн в сельском хозяйстве: обзор зарубежных публикаций // *Бизнес. Образование. Право*. 2019. № 3 (48). С. 171–175. DOI: 10.25683/VOLBI.2019.48.361.

For citation: Skvortsov E. A., Beznosov G. A., Skvortsova E. G., Kholmanskikh M. V. Application of the blockchain technology in agriculture: review of foreign publications. *Business. Education. Law*, 2019, no. 3, pp. 171–175. DOI: 10.25683/VOLBI.2019.48.361.