

Практика применения технологии блокчейн в экономике распределенного пользования регионов

**Калабина Елена Георгиевна,
Гафарова Энже Рафисовна,
Уральский федеральный университет
им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина
620002, г. Екатеринбург, ул.Мира, д.19**

В статье рассмотрены практики применения технологии блокчейн в экономике распределенного пользования для повышения экологической устойчивости регионов. Целью исследования является анализ влияния экологических проектов, основанных на применении технологии блокчейн, на устойчивость различных регионов мира. Произведен анализ цифровых платформ с открытым исходным кодом, позволяющих распределять экологические активы между пользователями и обеспечивающих прозрачность потребления энергетических ресурсов. Проведенное исследование позволяет сформировать представление об актуальных возможностях применения информационных технологий для трансформации региональных бизнес-процессов.

Ключевые слова: технология блокчейн, экономика распределенного пользования, устойчивое развитие регионов.

JEL коды: O13, O31, O33, Q01, Q55.

The practice of using blockchain technology in the economy of distributed use of regions

**Kalabina Elena Georgievna,
Gafarova Enzhe Rafisovna,
Ural Federal University
named after the First President of Russia B. N. Yeltsin (UrFU)
620002, Yekaterinburg, Mira str., 19**

The article discusses the practice of using blockchain technology in the distributed economy to improve the environmental sustainability of regions. The purpose of the study is to identify strengths and weaknesses, analyze the impact of environmental projects based on the use of blockchain technology on the sustainability of various regions of the world. A comparative analysis of open-source digital platforms that allow the distribution of environmental assets among users and ensure transparency of energy resource consumption is carried out. The conducted research allows us to form an idea about the current possibilities of using information technologies for the transformation of regional business processes.

Keywords: blockchain technology, distributed use economy, sustainable development of regions.

Введение

Проблемы ограниченности ресурсов и неограниченности человеческих потребностей привели к постепенному осознанию необходимости организации справедливого распределения ресурсов между поколениями для сбалансированности текущего и перспективного развития. В 2015 г. на саммите ООН были определены конкретные цели устойчивого развития до 2030 г., позволяющие максимально приблизиться к выполнению этого условия [5, с.32].

В рамках экологической направленности устойчивого развития большую популярность обретают идеи сбережения природных ресурсов путем ответственного потребления и повторного использования, также заключенные в экономике распределенного потребления. По мнению авторов Сагинова Ю.Л. и Завьялова Д.В., к экономике распределенного пользования относятся «экономические отношения между физическими лицами и (или) организациями по поводу предоставления доступа, передачи в собственность или совместного использования активов и ресурсов, как правило, обеспеченные цифровыми платформами и информационно-коммуникативными технологиями и позволяющие рационально использовать и распределять инвестиции, ресурсы, человеческий капитал и другие активы для поддержания гармоничного и устойчивого развития» [7, с.1424].

В экономике распределенного пользования активное развитие получили различные формы одноранговых обменов (например, P2P – peer-to-peer или C2C – consumer-to-consumer), на основании которых возникает множество сервисов, предоставляющих возможность распределять избыточные или неиспользуемые в текущее время активы и ресурсы между владельцами и потенциальными потребителями. К подобной возможности проявили интерес не только коммерческие компании, но и государственные и международные организации, желающие оптимизировать потребление энергетических и водных ресурсов, найти альтернативу традиционной централизованной модели электроснабжения в различных регионах мира.

Для реализации экологических проектов, основанных на распределении ресурсов между потребителями, требуется создание киберинфраструктуры, которая обеспечит высокий уровень конфиденциальности и автоматизации процессов обмена активами [6, с.69]. Технология распределенного реестра блокчейн наделяет каждого участника сети равной возможностью выступить в роли поставщика или покупателя активов, создав необходимую «цифровую» среду, исключая посредников. Технология выполняет распределенные вычисления с использованием адаптивных алгоритмов взаиморасчетов в режиме реального времени, обеспечивающих прозрачность сделки.

Известно, что блокчейн широко применяется в финансовом секторе – разработке криптовалют, NFT-токенов, кошельков и бирж для торговли виртуальными активами, но преимущества технологии дают возможность использовать ее также в экологических проектах. Блокчейн можно рассматривать как распределенную базу данных, организованную в виде списка упорядоченных блоков, где зафиксированные блоки являются неизменяемыми. Технология упорядочивает транзакции и группирует их в структуру ограниченного размера, называемую блоками, использующими одну и ту же временную метку. Узлы сети связывают блоки друг с другом в хронологическом порядке, причем каждый блок содержит хэш предыдущего блока для создания цепочки [14, с.61]. Так структуре блокчейна удается содержать надежный и проверяемый реестр всех транзакций.

Согласно проведенному в 2019 г. опросу Deloitte, блокчейн является одной из приоритетных технологий для применения в работе компаний в ближайшие 5 лет по мнению 53% респондентов [13, с.12]. Инновационность и популярность технологии объясняется возможностью обеспечить равный доступ пользователей к информации, безопасностью и прозрачностью изменения данных. В текущее время механизмы цепочек блоков широко применяются в различных сферах экономики. Согласно отчету Global Market Insights Inc. за 2019 год, технология блокчейн в электроэнергетике вырастет с \$200 млн в 2018 г. до примерно \$18 млрд к 2025 г. [16, с.16].

Таким образом, актуальность статьи обусловлена инновационностью и технологичностью рассматриваемых подходов к решению проблем природопользования и выявлением сильных сторон и недостатков проектов с применением блокчейна в рамках анализа онлайн-платформ.

Методология исследования и обзор литературы

Для выявления разработанности и неисследованного аспекта выбранной темы был проведен обзор литературы. Для отбора публикаций мы использовали наиболее доступный и открытый ресурс, позволяющий ознакомиться с работами исследователей из разных стран – электронную библиотеку рецензируемой литературы Sciencedirect [8]. Классификация по фактору отбора статей – тематическая, критериями для отбора стали: наличие определения и характеристики технологии блокчейн, экономики распределенного потребления и устойчивого развития регионов, издание статьи не более 7 лет назад.

Для формирования представления актуальных возможностей применения технологии блокчейн в региональных проектах был проведен анализ онлайн-платформ. Результаты анализа позволяют выявить сильные и слабые стороны для реализации проектов по повышению экологической устойчивости регионов в условиях экономики распределенного пользования.

Мы проанализировали изменение количества публикаций на тему применения технологии блокчейн в экономике распределенного потребления регионов с 2017 г. Согласно приведенным на рис. 1 результатам, в совокупности за это время было издано 633 публикации, при этом количество публикаций из года в год увеличивается, что указывает на возрастающий интерес к данной теме.

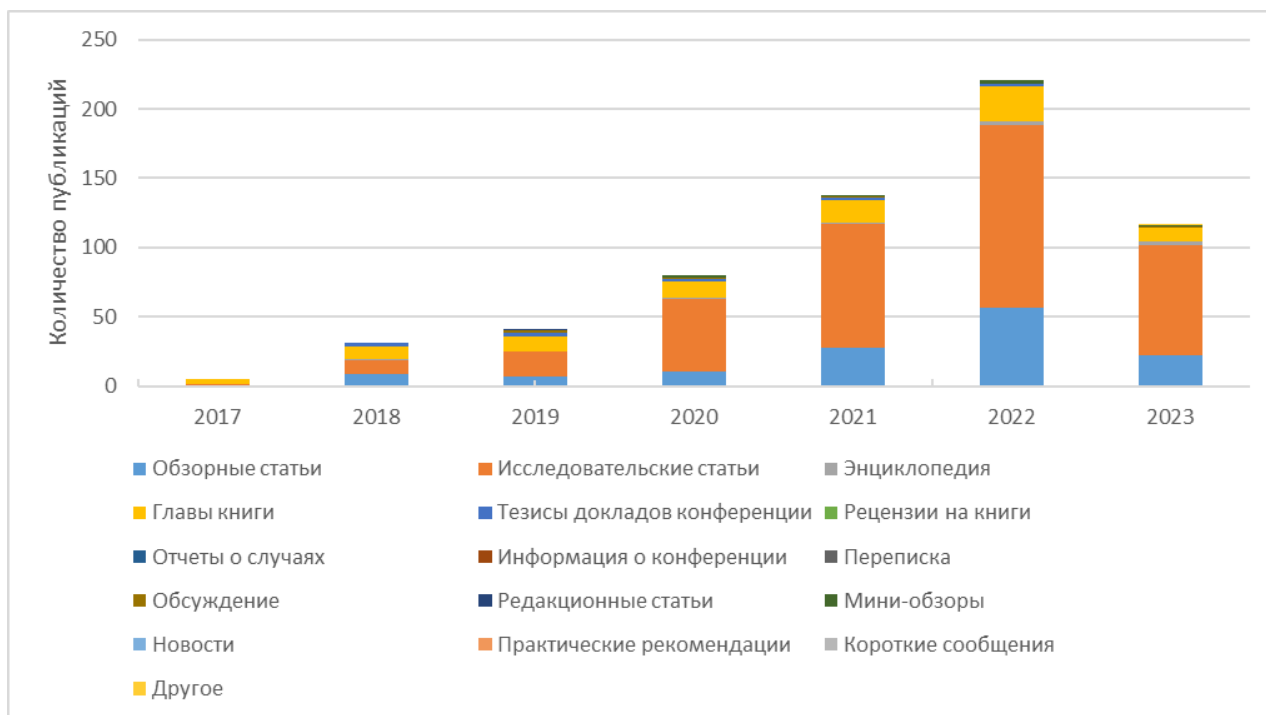


Рис. 1. Изменение количества публикаций на данную тему.

Источник: составлено авторами на основе [8].

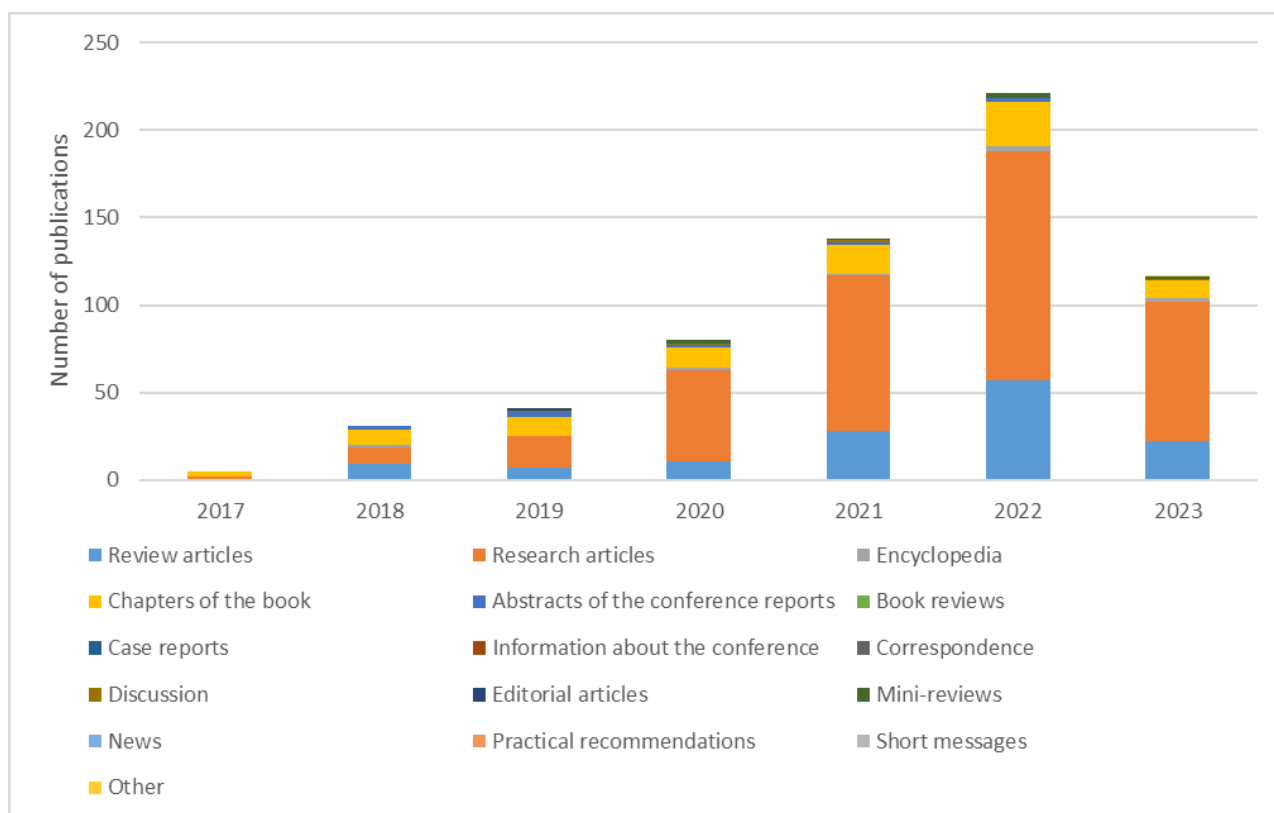


Fig. 1. Change in the number of publications on this topic.

Source: compiled by the authors on [8].

Тем не менее, следует отметить, что наиболее часто в публикациях упоминается применение блокчейна в экономике замкнутого цикла [9, с. 530], а также «зеленый» блокчейн, используемый в финансовых системах [20, с. 146] и для контроля прозрачности цепочек поставок [11, с. 128].

В публикациях в рамках темы применения блокчейна в экономике распределенного пользования наиболее распространенным является направление развития энергетических рынков и трансформации централизованной системы электроэнергии [9, с. 201; 13, с. 219; 15, с. 184]. Распределенная генерация относится к автономному производству электроэнергии на децентрализованных уровнях, и в последние годы она получила широкое признание благодаря своим благоприятным свойствам в повышении общей эффективности энергетической системы с точки зрения выработки энергии, экономики и окружающей среды [10, с. 703]. Согласно результатам исследования Ли Инань и других авторов [18, с. 391], при эффективном взаимодействии между участниками потребление электроэнергии всей энергетической системой точно отслеживает структуру генерации возобновляемых ресурсов, что приводит к значительному сокращению графика закупок электроэнергии в сети.

Электрическая сеть предназначена для надежной и экономичной транспортировки электрической энергии, обеспечивая тем самым надежность электроснабжения. Физический принцип баланса между потреблением и производством имеет важное значение, поскольку структура энергосистемы практически не имеет возможностей для хранения энергии. Это постоянная проблема для сетевых операторов. По мнению Берндта и других авторов [19, с. 218], принцип баланса будет по-прежнему применяться в будущем, но интеллектуальные системы управления вместе с эффективными технологиями хранения могут способствовать обеспечению сбалансированной подачи энергии и мерам по стабилизации сети.

Наименее исследованным аспектом в рамках темы применения технологии блокчейн в распределенной экономике является изучение практических

примеров взаимодействия государственных органов, коммерческих компаний и конечных потребителей для создания системы обмена природными ресурсами. Данному аспекту мы уделили внимание при рассмотрении онлайн-платформ с открытым исходным кодом, созданных для повышения экологической устойчивости регионов.

Применение технологии блокчейн в региональных экологических проектах

Российские разработчики создали децентрализованную экосистему DAO IPCI на основе блокчейна, позволяющую пользователям работать с экологическими активами, обязательствами и институтами углеродного рынка [1]. Платформа предоставляет пользователям возможность распределять экологические активы и обязательства и управлять ими с помощью распределенных реестров, хранящихся в блокчейне. Цель проекта DAO IPCI - обеспечить общее пространство, общую структуру пространства, общие инструменты и экосистему, которые были бы универсальными, надежными, простыми в использовании и прозрачными и позволяли бы различным заинтересованным сторонам, включая предприятия и частных лиц, регистрировать количественные воздействия и обязательства, инвестировать проекты по смягчению последствий, компенсировать углеродный след, приобретать результаты смягчения последствий и торговать ими, присоединяться к существующим программам или запускать новые программы.

В 2018 г. компания Energy Web Foundation совместно с энергетическими компаниями Total, Shell, General Electric, Siemens, а также Vodafone и Mastercard, и местными стартапами запустила блокчейн-платформу с целью развития альтернативных «зеленых» источников энергии [2]. Платформа позволяет входящим в сеть домохозяйствам продавать избыточную электроэнергию другим пользователям, таким образом проводя децентрализацию электроснабжения и делая региональную отрасль более устойчивой к отказам. В числе преимуществ простота использования платформы: после установки

«умных» счетчиков зарегистрированные идентификаторы могут участвовать в оптовом рынке и/или в обмене локальными услугами. В настоящее время проект сосредоточен на интеграции с распределенными энергетическими ресурсами через агрегаторы в Восточной Австралии.

В целях сокращения выбросов парниковых газов Городской совет Бристоля объединился с энергетической технологической компанией EnergiMine, базирующейся в Манчестере [3]. Жители города, предпринимающие действия для сокращения энергопотребления или переходящие на альтернативные источники энергии, награждаются цифровой валютой ЕТК, которой можно расплатиться за коммунальные услуги. При этом используется платформа EnergiToken, основанная на применении технологии блокчейн. Проект, направленный на популяризацию применения возобновляемых источников энергии, устойчивого транспорта, повышения энергоэффективности зданий, по расчетам представителей власти, должен принести городу инвестиции в энергетику в размере 1 млрд фунтов стерлингов.

Компания WATERIG разработала одноименную платформу на базе блокчейн технологии, способствующих достижению такой цели устойчивого развития, как доступ к качественной воде [4]. Пользователи децентрализованной системы имеют равный доступ к распределению собранной дождевой воды. Платформа поддерживает запуск краудфандинговых проектов для создания центров водоснабжения, помогающих снизить нагрузку на городские канализацию и систему водоснабжения.

Таким образом, возможности и преимущества применения блокчейна в региональных экологических проектах заключаются в следующих сценариях [19, с. 221]:

- обеспечение контроля энергии и мер по стабилизации сети;
- торговля электроэнергией на макро- и мезоуровнях;
- сертификация и подтверждение происхождения возобновляемых источников энергии;
- управление поведением энергопотребления пользователей;

- автоматизация процесса выставления счетов, включая оплату и /или вознаграждение сборов;
- прозрачное предоставление надежных данных из энергетического сектора (например, статистики потребления или статистики по производству энергии из возобновляемых источников);
- управление активами для операторов распределительных сетей и коммунальных служб.

Несмотря на высокие темпы развития информационных технологий, наличие потребности со стороны общества, компаний и государственных структур их применения в решении экологических проблем, проекты получают широкую огласку только в период запуска и первоначального развития. Недостаток информации о текущем состоянии и результатах проектов, сложность интерфейса цифровых платформ снижают их привлекательность с точки зрения потенциальных пользователей. Однако оригинальность проектов и реальная возможность организации эффективного и безопасного взаимодействия пользователей в целях повышения экологической устойчивости составляет вероятность дальнейшего применения блокчейна в региональных проектах.

Заключение

В повышении экологической устойчивости регионов значительную роль играет экономика распределенного пользования, позволяющая потребителям обмениваться излишними ресурсами, таким образом проявляя экологически эффективное поведение. Для создания условий безопасного и прямого обмена или продажи экологических активов применяется технология блокчейн. Актуальные проекты, основанные на применении цифровых платформ для распределения ресурсов между потребителями, поощряют переход на альтернативные источники энергии, способствуют децентрализации электроэнергии и водоснабжения, снижая нагрузку на региональную сеть. К преимуществам использования блокчейн-платформ относятся обеспечение

равного доступа к ресурсам для всех пользователей, возможность экономии природных ресурсов за счет перераспределения. Тем не менее, стоит отметить, что подобные проекты еще не получили широкого распространения и все еще требуют дополнения информации о текущих результатах компаниями, реализующими их.

Список литературы

1. Блокчейн-платформа DAO IPCI [Электронный ресурс]. URL: <https://ipci.io/> (дата обращения: 15.04.23)
2. Блокчейн-платформа EnergiToken [Электронный ресурс]. URL: <https://medium.com/energitokennews> (дата обращения: 15.04.23)
3. Блокчейн-платформа Energy Web Foundation [Электронный ресурс]. URL: www.energyweb.org/case-study-project-edge/ (дата обращения: 15.04.23)
4. Блокчейн-платформа WATERIG [Электронный ресурс]. URL: www.waterig.com/ (дата обращения: 15.04.23)
5. Канаева О.А. Социальные императивы устойчивого развития // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика и бизнес. – 2018. – Т. 34. – С. 26-52.
6. Перекальский И.Н., Кокин С.Е. Применение технологий распределенного реестра (blockchain) в электроэнергетических системах // Вестник ЮУрГУ. Серия: Энергетика. – 2020. – №1. – С. 64-74.
7. Сагинов Ю.Л., Завьялов Д.В., Сагинова О.В. Экономика распределенного пользования: основные понятия, определения, характеристики // Вопросы инновационной экономики. – 2020. – Т. 10. – № 3. – С. 1403-1424.
8. Электронная библиотека рецензируемой литературы [Электронный ресурс]. URL: www.sciencedirect.com (дата обращения: 07.05.2023)
9. Ahl A., Yarime M., Tanaka K., Sagawa D. Review of blockchain-based distributed energy: Implications for institutional development // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2019. – Vol. 107. – Pp. 200-211. DOI: 10.1016/j.rser.2019.03.002.

10. Ali O., Ally M., Clutterbuck, Dwivedi Y. The state of play of blockchain technology in the financial services sector: A systematic literature review // *International Journal of Information Management*. – 2020. – Vol. 54. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2020.102199.
11. Aslam J., Saleem A., Khan N.T., Kim Y.B. Factors influencing blockchain adoption in supply chain management practices: A study based on the oil industry // *Journal of Innovation & Knowledge*. – 2021. – Vol. 6. – Issue 2. – Pp. 124-134. DOI: 10.1016/j.jik.2021.01.002.
12. Bockel A., Nuzum A.-K., Weissbrod I. Blockchain for the Circular Economy: Analysis of the Research-Practice Gap // *Sustainable Production and Consumption*. – 2020. – vol. 25. – Pp. 525-539. DOI: 10.1016/j.spc.2020.12.006.
13. Budman M., Hurley B., Khan A., Gangopadhyay N. Deloitte's 2019 Global Blockchain Survey [Электронный ресурс]. URL: www2.deloitte.com/us/en/insights/topics/understanding-blockchain-potential/global-blockchain-survey-2019.html (дата обращения: 15.04.23)
14. Casino F., Dasaklis Th.K., Patsakis C. A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues // *Telematics and Informatics*. – 2019 – Vol. 36. – Pp. 55-81.
15. Foti M., Vavalis M. Blockchain based uniform price double auctions for energy markets // *Applied Energy*. – 2019. – Vol. 254. DOI: 10.1016/j.apenergy.2019.113604.
16. Infographic: Blockchain Technology Market 2019-2025 Report. [Электронный ресурс]. URL: www.gminsights.com/infographics/blockchain-technology-market (дата обращения: 15.04.23)
17. Kumar N.M. Blockchain: Enabling wide range of services in distributed energy system // *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*. – 2018. – Vol. 7. – Issue 4. DOI: 10.1016/j.bjbas.2018.08.003.
18. Li Y., Yang W., He P., Chen Ch., Wang X. Design and management of a distributed hybrid energy system through smart contract and blockchain // *Applied Energy*. – 2019. – Vol. 248. DOI:10.1016/2019.04.132.

19. Teufel B., Sentic A., Barmet M. Blockchain energy: Blockchain in future energy systems // Journal of Electronic Science and Technology. – 2020. – Vol. 17. – Issue 4. – Pp. 317-331. DOI: 10.1016/j.jnlest.2020.100011.
20. Wang L., Jiang S., Shi Yu., Du X., Xiao Yu., Ma Y., Yi X., Zhang Ya., Li M. Blockchain-based dynamic energy management mode for distributed energy system with high penetration of renewable energy // International Journal of Electrical Power & Energy Systems. – 2022. – Vol. 148. DOI: 10.1016/j.ijepes.2022.108933.

References

1. Blockchain platform DAO IPCI. Available at: <https://ipci.io> (accessed: 15.04.23)
2. Blockchain platform Energy Web Foundation. Available at: <https://www.energyweb.org/case-study-project-edge> (accessed: 15.04.23)
3. Blockchain platform EnergiToken. Available at: <https://medium.com/energitokennews> (accessed: 15.04.23)
4. Blockchain platform WATERIG. Available at: <https://www.waterig.com> (accessed: 15.04.23)
5. Kanaeva O.A. Socialnye imperativi ustoichivogo razvityia [Social imperatives of sustainable development]. Vestnik Sanct-Peterburgskogo universiteta. Ekonomika i biznes, 2018, vol. 34, pp. 26-52.
6. Perekalsky I.N., Kokin S.E. Primenenie technologyi raspredelennogo reestra (blockchain) v electroenergeticheskikh systemach [Application of distributed registry (blockchain) technologies in electric power systems]. Vestnik UUrGU. Seryia: Energetika, 2020, no. 1, pp. 64-74.
7. Saginov Yu.L., Zavyalov D.V., Saginova O.V. Ekonomika raspredelennogo polzovaniya: osnovnye ponyatiya, opredeleniya, charakteristiki [Economy of distributed use: basic concepts, definitions, characteristics]. Voprosy innovatsionnoi ekonomiki, 2020, vol. 10, no. 3, pp. 1403-1424.
8. Electronic library of peer-reviewed literature. Available at: www.sciencedirect.com (accessed: 07.05.2023)

9. Ahl A., Yarime M., Tanaka K., Sagawa D. Review of blockchain-based distributed energy: Implications for institutional development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2019, vol. 107, pp. 200-211. DOI: 10.1016/j.rser.2019.03.002.
10. Ali O., Ally M., Clutterbuck, Dwivedi Y. The state of play of blockchain technology in the financial services sector: A systematic literature review. *International Journal of Information Management*, 2020, vol. 54. DOI: 10.1016/j.ijinfomgt.2020.102199.
11. Aslam J., Saleem A., Khan N.T., Kim Y.B. Factors influencing blockchain adoption in supply chain management practices: A study based on the oil industry. *Journal of Innovation & Knowledge*, 2021, vol. 6, issue 2, pp. 124-134. DOI: 10.1016/j.jik.2021.01.002.
12. Bockel A., Nuzum A.-K., Weissbrod I. Blockchain for the Circular Economy: Analysis of the Research-Practice Gap. *Sustainable Production and Consumption*, 2020, vol. 25, pp. 525-539. DOI: 10.1016/j.spc.2020.12.006.
13. Budman M., Hurley B., Khan A., Gangopadhyay N. Deloitte's 2019 Global Blockchain Survey. Available at: www2.deloitte.com/us/en/insights/topics/understanding-blockchain-potential/global-blockchain-survey-2019.html (accessed: 15.04.23)
14. Casino F., Dasaklis Th.K., Patsakis C. A systematic literature review of blockchain-based applications: Current status, classification and open issues. *Telematics and Informatics*, 2019, vol. 36, pp. 55-81.
15. Foti M., Vavalis M. Blockchain based uniform price double auctions for energy markets. *Applied Energy*, 2019, vol. 254. DOI: 10.1016/j.apenergy.2019.113604.
16. Infographic: Blockchain Technology Market 2019-2025 Report. Available at: www.gminsights.com/infographics/blockchain-technology-market (accessed: 15.04.23)
17. Kumar N.M. Blockchain: Enabling wide range of services in distributed energy system. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 2018, vol. 7, issue 4. DOI: 10.1016/j.bjbas.2018.08.003.

18. Li Y., Yang W., He P., Chen Ch., Wang X. Design and management of a distributed hybrid energy system through smart contract and blockchain. *Applied Energy*, 2019, vol. 248. DOI:10.1016/2019.04.132.
19. Teufel B., Sentic A., Barmet M. Blockchain energy: Blockchain in future energy systems. *Journal of Electronic Science and Technology*, 2020, vol. 17, issue 4, pp. 317-331. DOI: 10.1016/j.jnlest.2020.100011.
20. Wang L., Jiang S., Shi Yu., Du X., Xiao Yu., Ma Y., Yi X., Zhang Ya., Li M. Blockchain-based dynamic energy management mode for distributed energy system with high penetration of renewable energy. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 2022, vol. 148. DOI: 10.1016/j.ijepes.2022.108933.

© Калабина Елена Георгиевна, Гафарова Энжэ Рафисовна, 2023 г.