

Дорофеев Михаил Львович
канд. экон. наук, ФГОБУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», г. Москва, Российская Федерация
ORCID: 0000-0002-2829-9900
e-mail: dorofeevml@yandex.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ БЛОКЧЕЙНА В РАЗВИТИИ ФИНАНСОВ ЗЕЛЕННОЙ ЭКОНОМИКИ

Аннотация. Описано понятие технологии блокчейн, проанализированы ее достоинства и недостатки по сравнению с централизованными системами учета, хранения и обмена информацией. Описаны и проанализированы ключевые проблемы в развитии технологии и в ее внедрении в повседневную жизнь. Сравнительная дороговизна, наличие критических уязвимостей в программном коде, а также недостаточный уровень развития смежных технологий являются существенными препятствиями к развитию технологии блокчейн. Описаны направления развития и внедрения блокчейна в финансовом секторе, а также в сфере зеленых финансов. Таким направлением может стать рынок зеленых облигаций, которому крайне важно отслеживать выполнение требования целевого финансирования. Блокчейн, технологически позволяет эффективно удовлетворять это требование. Важным выводом, полученным в результате исследования, стало то, что несмотря на ряд попыток создать аналоги частных денег (Либра, Грамм и пр.), в ближайшее время замена криптовалютами традиционного фиатного денежного обращения маловероятна по ряду объективных причин.

Ключевые слова: блокчейн, деньги, криптовалюты, финтех, финансы, зеленые финансы, зеленые облигации, зеленые инвестиции.

Цитирование: Дорофеев М.Л. Перспективы блокчейна в развитии финансов зеленой экономики // Вестник университета. 2020. № 5. С. 178–185.

Dorofeev Mikhail

Candidate of Economic Sciences,
Financial University under the
Government of the Russian Federation,
Moscow, Russia

ORCID: 0000-0002-2829-9900

e-mail: dorofeevml@yandex.ru

BLOCKCHAIN PERSPECTIVES IN THE DEVELOPMENT OF GREEN ECONOMY FINANCE

Abstract. The work describes the concept of blockchain technology, analyzes its advantages and disadvantages compared to centralized systems of accounting, storage and exchange of information. Key problems in the development of technology and its integration into everyday life are described and analyzed in this work. The relatively high cost, the presence of critical vulnerabilities in the software code, as well as the insufficient level of development of related technologies are significant obstacles to the development of blockchain technology. The directions of development and implementation of blockchain in the financial sector, as well as in the sphere of green finance are described. This direction can be the green bond market, for which is extremely important to track compliance with the requirement of targeted financing. Blockchain, technologically allows to effectively meet this requirement. An important conclusion obtained from the study was that despite a number of attempts to create analogues of private money (Libra, Gram, etc.) in the near future the replacement of traditional fiat money circulation by cryptocurrencies is unlikely for a number of objective reasons.

Keywords: blockchain, money, cryptocurrencies, fintech, finance, green finance, green bonds, green investments.

For citation: Dorofeev M.L. (2020) Blockchain perspectives in the development of green economy finance. *Vestnik universiteta*. I. 5, pp. 178–185. DOI: 10.26425/1816-4277-2020-5-178-185

Технологически блокчейн представляет собой цепочку последовательных взаимосвязанных записей в общедоступном публичном реестре информации. Реестр ведется и дублируется среди участников сети, обеспечивая взаимные кросс-проверки и сохранность данных, которые в нем учитываются.

Блокчейн создавался для систем обмена информацией с участием большого количества субъектов общественных отношений и с учетом того, что у этой совокупности участников по умолчанию существует проблема доверия друг другу, соответственно, необходимы механизмы выстраивания доверительных отношений. На рисунке 1 представлены две модели хранения и обмена информацией: традиционная с участием центрального контрагента, и децентрализованная система.

© Дорофеев М.Л., 2020. Статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0. всемирная (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The Author(s), 2020. This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



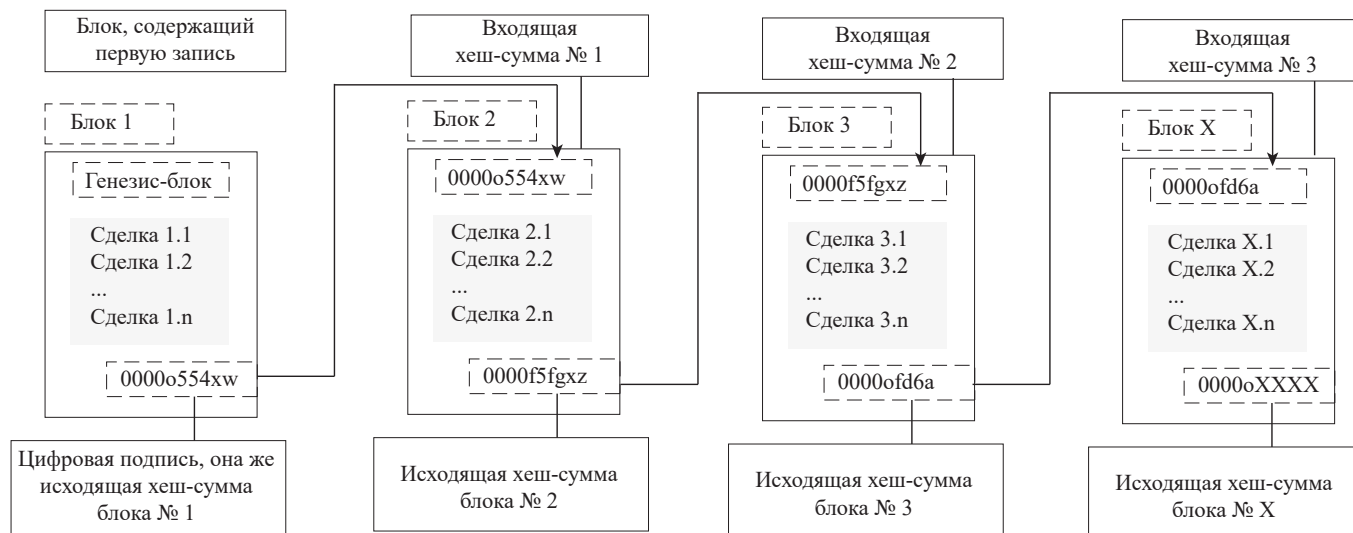
			
<p>Централизованная система учета, хранения и обмена информацией</p>		<p>Децентрализованная (распределенная) система учета, хранения и обмена информацией</p>	
<p>Преимущества:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) безопасность и дополнительная верификация проведения сделок; 2) один канал передачи информации; 3) более простой функционал, перекладывание части функций по передаче информации на центрального контрагента, получение дополнительных консультационных сервисов; 4) возможность отката сделки и урегулирование споров; 5) одна универсальная система учета, хранения и обмена данными; 6) простота принятия важных решений и управления системой 	<p>Недостатки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) сосредоточение всех рисков по хранению данных на одном сервере; 2) более высокие транзакционные издержки из-за наличия профессиональных посредников (отметим, что это спорный пункт, так как для частного случая (криптовалют) тоже есть посредники - майнеры и они берут комиссии за свое посредничество); 3) одна централизованная мишень (цель) для атак мошенников и злоумышленников; 4) концентрация влияния/ власти по управлению системой в одних руках у центрального контрагента 	<p>Преимущества:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) блокчейн позволяет решать проблему взаимного недоверия к контрагенту в больших группах и проводить обмен данными напрямую без проверяющего центрального контрагента, делая это быстрее (теоретически); 2) менее высокие издержки (спорный пункт в ряде частных случаев); 3) разделение/ распределение власти на множество участников сети; 4) надежная защита данных и системы при атаке на один сервер (Нод), в том числе более высокая отказоустойчивость системы за счет распределения данных 	<p>Недостатки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) сложности с откатом транзакций, согласованием споров, решением проблем типа потери ключей к электронным кошелькам); 2) сложности с согласованием действий и с принятием коллективных решений; 3) скрытые уязвимости системы (квантовые компьютеры, двойные траты в результате Атаки 51 %)

Составлено автором по материалам источника [9]

Рис. 1. Визуализация механизма обмена данными (финансовых отношений) в централизованной и децентрализованной системе учета и хранения информации, их достоинства и недостатки

Каждая последующая запись в блокчейне содержит хеш-сумму предыдущей и, соответственно, всю накопленную историю изменений в реестре данных. Каждая новая запись в реестре верифицируется большинством участников сети (майнеров), которые участвуют в децентрализованном распределении, верификации, учете, хранении и обмене информацией и создают новые информационные блоки.

Хеш-сумма представляет собой уникальное число, которое рассчитывается на основе математической функции. Использование уникальной хеш-суммы, как входящей информации для вновь создаваемого блока, исключает возможности подделывания или любого нелегитимного изменения истории записей в блокчейне, поскольку в любой другой версии цепочки записей хеш-сумма тоже будет другой (см. рис. 2).



Составлено автором по материалам источника [5]

Рис. 2. Принцип работы блокчейна на базе хеширования информации в блоках и учета уникальных цифровых подписей в виде хеш-сумм

В результате свойства, проиллюстрированного на рисунке 2, в теории данная технология обмена данными позволяет всем ее пользователям быть уверенными, что они имеют дело с надежной информацией, которой можно доверять.

Слабые стороны технологии блокчейн. К сожалению, на начало 2020 г. у технологии блокчейн недостатков и угроз в использовании в сфере финансов больше (количественно), чем возможностей и преимуществ.

1. Сравнительная дороговизна и неразвитость технологии, несмотря на то, что достаточно крупные игроки на рынке безналичных переводов и платежных систем, таких как Visa и Mastercard, а также ряд нефинансовых корпораций, таких как Walmart, IBM и другие, уже пробуют развивать и внедрять данную технологию в свои сервисы с определенным успехом.

2. Остаются нерешенными проблемы масштабируемости и скорости учета операций для большинства блокчейнов. Например, блокчейн Биткойна неконкурентоспособен по сравнению с традиционными централизованными системами денежных переводов в части обслуживания денежных переводов с большим количеством операций в секунду. Тем не менее, в ряде блокчейнов, например в Эфире и Риппле данная проблема решена.

3. Сложности в управлении устойчивым развитием инфраструктуры блокчейна. Учитывая децентрализованный характер блокчейна и физическое отсутствие центрального администратора, принятие важных решений, связанных с ее развитием, крайне осложнено, особенно в условиях критических и форс-мажорных обстоятельствах. Этот фактор приводит к так называемым форкам (от англ. fork – развилка, ответвление) или разделением блокчейна и образования новых цепочек блоков с новыми оригинальными названиями [6].

4. Низкий уровень интегрированности и интероперабельности блокчейна в механизме традиционной финансовой системы. С момента написания работы «Роль и перспективы внедрения криптовалют в современную мировую финансовую систему» заметно активизировалась работа по развитию проработке различных открытых процедурных интерфейсов (API) для сферы криптовалют с целью решить проблему интегрированности криптовалют во всей области общественных отношений [1].

5. Уязвимости в механизме кибербезопасности криптовалют девальвируют их теоретические преимущества защиты данных по сравнению с централизованными системами обмена информации. Так, по статистике в программном коде встречается от 25 до 100 ошибок, позволяющих осуществлять противоправные

и мошеннические действия [19; 22]. Кроме этого, за последние пять лет в СМИ уже много раз всплывали истории с «Атакой 51%» на различные виды блокчейнов, приведшие к достаточно существенным убыткам участников рынка: Bitcoin в 2014 г., Krypton и Shift в 2016 г.; BitcoinGold, Monacoin, Zencash, Verge, Aurum Coin и Litecoin Cash в 2018 г.; Bitcoin Cash в 2019 г. [2]. В эту же группу рисков следует отнести риск развития и массового использования квантовых компьютеров в гибридной многофункциональной форме и возможностях применения. Пока сложно оценить последствия появления такой вычислительной мощности для технологии блокчейн и ее криптографической защиты данных, однако риски очевидны.

6. Незрелость нормативно-законодательного обеспечения функционирования блокчейна и использования криптовалют, более того, большие разногласия в их восприятии в разных странах осложняет работу по направлению внедрения этих технологий в повседневную жизнь.

7. Устранение посредников приведет к экспоненциальному росту безработицы, поскольку посредники теоретически будут не нужны. Таким образом, как и большинство технологий, блокчейн, создавая что-то новое и повышая эффективность, прозрачность и скорость общественных отношений, приводит к уничтожению рабочих мест и посреднических рынков.

8. Идентификация пользователей сети и вопросы приватности – достаточно дискуссионная тема. С одной стороны, если весь мир перейдет на блокчейн в финансовых отношениях и криптовалюты, переход с традиционной централизованной системы будет произведен на децентрализованную систему с открытым доступом, то это позволит ликвидировать серую экономику, повысить эффективность и собираемость налогов до 100 %, а позволит получить все преимущества и положительные экономические эффекты, описанные выше. Вместе с тем все участники будут видеть все операции друг друга, что неприемлемо, к примеру, в торгах на рынке ценных бумаг, для ряда ситуаций, связанных с защитой персональных данных и т. п.

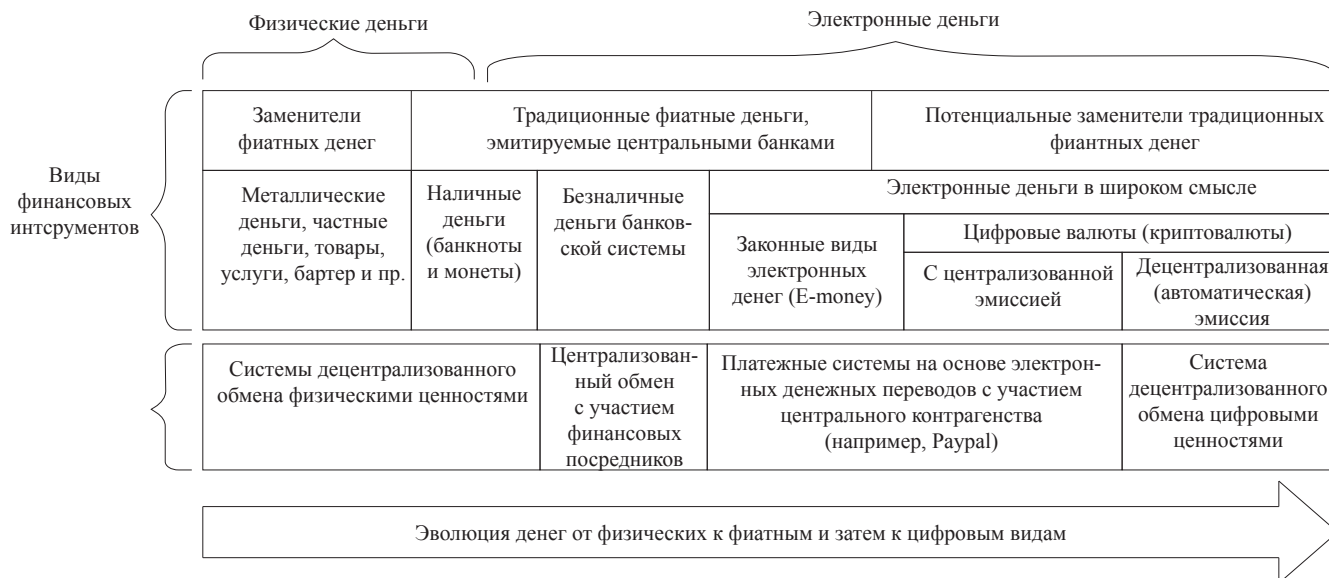
9. Кроме этого, масштабный переход на блокчейн и кратное увеличение майнеров приведет к колоссальному росту потребления энергии. Вероятно, этот пункт останется проблемой при условии, что стоимость энергии высокая.

Проблемы внедрения и развития технологии блокчейн. Несмотря на большое количество недостатков блокчейна и обоснованную критику криптовалют в период схлопывания очередного ценового пузыря на криптовалютном рынке в 2018 г., даже самые убежденные пессимисты признают, что технология блокчейн есть большие перспективы для дальнейшего развития и внедрения в различные сферы жизнедеятельности человека. Описанные в различных прогнозах и книгах направления использования криптовалют связывают технологию блокчейн с возможностями совместного применения с другими видами технологий, которые до сих пор не стали достаточно дешевыми массовыми и общедоступными (автономная робототехника, беспилотный транспорт, работа с большими данными, облачное хранение данных, машинное обучение, искусственный интеллект, интернет вещей, 3D-печать, виртуальная дополненная реальность и т. п.) [3; 10]. Возможно, именно, потому что общее технологическое развитие человечества не позволяет раскрыть потенциал блокчейна, для многих сложно себе представить и оценить по достоинству практическую значимость этой технологии обмена данными.

Можно встретить классификации и направления практического применения блокчейна для всевозможных областей народного хозяйства: систем денежных платежей и переводов, финансовой инфраструктуры; системы здравоохранения; систем управления, в том числе государственного; систем учета прав на активы и имущество; использование в голосовании; логистических систем и пр [11; 13; 23].

Очень убедительными и наглядными примерами внедрения технологии блокчейн в реальную финансово-хозяйственную практику взаимодействия большого количества участников являются кейсы корпорации IBM [23]. И действительно, становится понятным, почему существует так много скептиков блокчейна и криптовалют. На примере успехов IBM становится очевидно, что незрелость смежных технологий не позволяет блокчейну получить более широкое применение. Кейсы корпорации IBM показывают, что для эффективного внедрения блокчейна кроме Интернета, как базовой технологии, также необходим соответствующий технический прогресс и высокий уровень развития и внедрения интернета вещей. В условиях проблемы плохой или полной недоступности Интернета в отстающих регионах нашей планеты внедрение блокчейна физически невозможно.

Перспективы блокчейна в развитии финансового сектора. На рисунке 3 показан процесс эволюции видов денег, специфика эмиссии для централизованного и децентрализованного финансового механизма.



Составлено автором по материалам источников [5; 9]

Рис. 3. Классификация фиатных и цифровых денег по видам эмиссии и механизма обмена ценностями

На текущий момент мы оцениваем вероятность полной замены фиатных денег криптовалютами в обозримом будущем, как достаточно низкую, так как по своим свойствам и уровню признания обществом криптовалюты по-прежнему проигрывают в конкуренции с фиатными деньгами. Удивительным является тот факт, что чем больше технология блокчейн ассимилируется с традиционным механизмом финансовой системы, тем меньше децентрализации, анонимности в ней остается.

Криптовалюты могут быть более востребованы в сделках, если центральные банки возьмут на себя функцию центрального эмитента (пример блокчейна Риппл), заменив фиатные деньги цифровыми криптовалютами, то есть решение будет принято директивно.

Технология блокчейн в зеленых финансах. Ключевым принципом зеленых финансов является развитие по модели экономического роста с минимизацией использования углеродов. Выделяют несколько концепций, связанных с понятием зеленые финансы: модель устойчивых финансов; экологические финансы; финансы низкоуглеродной экономики; климатические финансы [16].

Ключевыми источниками долгосрочного финансирования зеленых инвестиционных проектов являются финансовые ресурсы пенсионных фондов, страховых компаний, а к краткосрочным и среднесрочным источникам фондирования главным образом относятся банковские кредиты и облигации [18].

Одним из важных свойств зеленых облигаций является то, что если привлеченные финансовые ресурсы, полученные в результате выпуска зеленых облигаций, не направлены на финансирование зеленых инвестиционных проектов и используются не в соответствии с принципами зеленых облигаций, то в течение 2 лет с даты эмиссии эти бумаги утрачивают статус зеленых облигаций и теряют их налоговые и прочие преимущества для инвесторов [8; 13]. Поэтому главным направлением и полезным практическим эффектом для внедрения блокчейна в сферу зеленых финансов является совершенствование рынка зеленых облигаций, где сегодня очень важна прозрачность [15; 17; 19; 20].

Одним из созданных продуктов в этом направлении является технология Цифрового зеленого кошелька (The Green Assets Wallet или GAW), позволяющего повысить для инвесторов и других участников прозрачность движения финансовых ресурсов, привлекаемых на развитие зеленой экономики [12].

Также можно встретить и другие направления внедрения и развития блокчейн в зеленых финансах. Например, организация сделок по купле-продаже возобновляемой энергии без участия посредников; проект компании Ant Financial по выстраиванию системы экономических отношений между государством,

корпорациями и домохозяйствами в области развития зеленой энергии, сокращения выбросов углекислого газа и загрязнения экологии и др. [4; 7; 14; 21].

Таким образом, блокчейн для зеленых финансов позволяет решать актуальную для этой сферы финансов на сегодняшний день проблему – контроль за целевым использованием финансовых ресурсов, то есть их обращение в границах зеленой экономики.

В заключение стоит отметить, что блокчейн является одной из самых непонятных и сложно оценимых технологий, способных при благоприятных условиях кардинально преобразить формат общественных отношений в части учета, хранения и обмена различными видами данных, информации, активами и имуществом. Данная технология находится на начальных этапах своего развития и успех ее будущего внедрения, а также скорость распространения сильно зависят от развития не менее важных смежных технологий.

Главной перспективой блокчейна является не замена фиатных денег криптовалютами, а совершенствование механизма Интернета широком понимании.

Криптовалюты в том виде, в котором они были созданы и существуют сегодня, как частный случай блокчейна, едва ли заменят фиатное денежное обращение в обозримом будущем, несмотря на активные попытки внедрить такие цифровые частные деньги, как Libra, Gramm и пр.

Более массовое использование криптовалют и гипотетическая полная замена фиатных денег цифровыми возможны. Для этого, на наш взгляд, необходима эволюция банковской системы до одноуровневой, сохранение центрального эмитента цифровых денег с одновременным сохранением эффективности трансмиссионного механизма и инструментов денежно-кредитного регулирования экономики в руках центрального банка. В этом случае финансовые посредники будут ликвидированы или существенно сокращены. При снижении себестоимости транзакций, росте скорости обращения денег, максимизации прозрачности работы финансовой системы, ликвидации теневого сектора, максимизации эффективности администрирования налогов и получении прочих преимуществ блокчейна будут сохранены возможности регулировать и настраивать финансовую систему, проводить контрциклическую и антикризисную денежно-кредитную политику и эффективно проводить прочие меры регулирования экономики.

Огромную роль в развитии и более широком внедрении блокчейна играет ускорение технического прогресса, развитие смежных технологий. Без успехов в этом направлении развитие блокчейна невозможно.

Зеленые финансы также могут получить положительный эффект от внедрения технологий блокчейна. Главным положительным эффектом в данном направлении является повышение прозрачности зеленой финансовой экосистемы и эффективный контроль инвесторов за целевым использованием зеленых финансовых ресурсов.

Библиографический список

1. Дорофеев, М. Л., Косов, М. Е. Роль и перспективы внедрения криптовалют в современную мировую финансовую систему // Финансы и кредит. – 2019. – Т. 25. – № 2. – С. 392-408. <https://doi.org/10.24891/fc.25.2.392>
2. Что такое атака 51 %? // ForkLog [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://forklog.com/chto-takoe-ataka-51/> (дата обращения: 06.03.2020).
3. Ali, R., Barrdear, J., Clews, R., Southgate, J. The Economics of Digital Currencies // Bank of England Quarterly Bulletin. Q3. – 2014. – Pp. 276-286.
4. Blockchain – an opportunity for energy producers and consumers? // PwC. – 2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/assets/pwc-blockchain-opportunity-for-energyproducers-and-consumers.pdf> (дата обращения: 06.03.2020).
5. Blockchain and emerging digital technologies for enhancing post-2020 climate markets / World Bank, Washington, DC, 2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://documents.worldbank.org/curated/en/942981521464296927/pdf/124402-WP-Blockchainandemergingdigitaltechnologiesforenhancingpostclimatemarkets-PUBLIC.pdf> (дата обращения: 06.03.2020).
6. Castor, A. A Short Guide to Bitcoin Forks // Coindesk [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.coindesk.com/short-guide-bitcoin-forks-explained> (дата обращения: 06.03.2020).
7. Chen, L., Zadek, S., Sun, T. Scaling citizen action on climate: ANT Financial's efforts towards a digital finance solution / United Nations Environment Program, Geneva, 2017 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://unepinquiry.org/publication/scaling-citizen-action-on-climate/#> (дата обращения: 06.03.2020).

8. Climate Awareness Bonds // European Investment Bank [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.eib.org/en/investor_relations/cab/index.htm (дата обращения: 06.03.2020).
9. Distributed ledger technology (DLT) and blockchain: Fintech Note No. 1 / World Bank, Washington, DC, 2017 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://documents.worldbank.org/curated/en/177911513714062215/pdf/122140-WP-PUBLIC-Distributed-Ledger-Technology-and-Blockchain-Fintech-Notes.pdf> (дата обращения: 06.03.2020).
10. Furfaro, A., Argento, L., Sacca, D., Angiulli, F., & Fassetti, F. (2019). An Infrastructure for Service Accountability based on Digital Identity and Blockchain 3.0 // IEEE INFOCOM 2019 – IEEE Conference on Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPS). – 7 p. doi:10.1109/infcomw.2019.8845092
11. Golden, S. L. M., Price, A. Sustainable supply chains: better global outcomes with blockchain // New America. – 2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.newamerica.org/bretton-woods-ii/policy-papers/sustainable-supply-chains/> (дата обращения: 06.03.2020).
12. Green Assets Wallet: About [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://greenassetswallet.org/about> (дата обращения: 06.03.2020).
13. Green Bond Principles (GBP) // International Capital Market Association [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.icmagroup.org/green-social-and-sustainability-bonds/green-bond-principles-gbp/> (дата обращения: 06.03.2020).
14. Green Finance // Ant Financial [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.antfin.com/development.htm> (дата обращения: 06.03.2020).
15. Kyriakou, S. Green bond investors demand transparency // FTAdviser.com. – 2017. – June 14 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ftadviser.com/investments/2017/06/14/green-bond-investors-demand-transparency/> (дата обращения: 06.03.2020).
16. Lindenberg N. Definition of green finance / German Development Institute (DIE), Bonn. – 2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.die-gdi.de/uploads/media/Lindenberg_Definition_green_finance.pdf (дата обращения: 06.03.2020).
17. Nordic and Baltic public sector green bonds 2018 // Climate Bonds Initiative [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.climatebonds.net/resources/reports/nordic-and-baltic-public-sector-green-bonds> (дата обращения: 06.03.2020).
18. Rakić S., Mitić P. Green banking: green financial products with special emphasis on retail banking products // CCEDEP - 2nd Climate Change, Economic Development, Environmental and People Conference. Prešov, Slovakia, 2012. – Pp. 54-60.
19. Roubini N., Byrne P. The blockchain pipe dream // Project Syndicate. – 2018. – March 5 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.project-syndicate.org/commentary/blockchain-technology-limited-applications-by-nourielroubini-and-preston-byrne-2018-03> (дата обращения: 06.03.2020).
20. Santibanez M. [et al.]. Transparency the key for burgeoning green bond market // Reuters, 2015. – March 30 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.reuters.com/article/green-bonds/transparency-the-key-for-burgeoning-green-bond-market-idUSL6N0WW16120150330>(дата обращения: 06.03.2020).
21. Tapscott D (2018) Ten cryptocurrency predictions for 2018 from the co-founder of the Blockchain Research Institute [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://qz.com/1171977/ten-2018-predictions-from-the-founder-of-the-blockchain-research-institute/>(дата обращения: 06.03.2020).
22. Wilmoth, J. Ethereum Smart Contracts only Good in ‘Kangaroo Courts’: NYU Prof. Roubini N. // CCN. – 2018. – June 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://finance.yahoo.com/news/ethereum-smart-contracts-only-good-174348580.html> (дата обращения: 06.03.2020).
23. White, M. Digitizing Global Trade with Maersk and IBM // Blockchain Pulse: IBM Blockchain Blog [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2018/01/digitizing-global-trade-maersk-ibm/> (дата обращения: 06.03.2020).

References

1. Dorofeev M. L., Kosov M. E. Rol' i perspektivy vnedreniya kriptovalyut v sovremennuyu mirovuyu finansovuyu sistemu [*Role and prospects of implementation of the cryptovalute to the modern world financial system (in Russian)*]. *Finansy i kredit [Finance and credit]*, 2019, vol. 25, no. 2, pp. 392-408. <https://doi.org/10.24891/fc.25.2.392>
2. Chto takoe ataka 51 %? [*What's a 51 % attack?*]. ForkLog. Available at: <https://forklog.com/chto-takoe-ataka-51/> (accessed 06.03.2020).
3. Ali, R., Barrdear, J., Clews, R., Southgate, J. The Economics of Digital Currencies. Bank of England Quarterly Bulletin. Q3. – 2014. – Pp. 276-286.

4. Blockchain – an opportunity for energy producers and consumers? PwC global power & utilities. Available at: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/assets/pwc-blockchain-opportunity-for-energyproducers-and-consumers.pdf> (accessed 06.03.2020).
5. Blockchain and emerging digital technologies for enhancing post-2020 climate markets. World Bank, Washington DC, 2018. Available at: <http://documents.worldbank.org/curated/en/942981521464296927/pdf/124402-WP-Blockchainandemergingdigitaltechnologiesforenhancingpostclimatemarkets-PUBLIC.pdf> (accessed 06.03.2020).
6. Castor, A. A Short Guide to Bitcoin Forks. Coindesk. Available at: <https://www.coindesk.com/short-guide-bitcoin-forks-explained> (дата обращения: 06.03.2020).
7. Green Finance. Ant Financial. Available at: <https://www.antfin.com/development.htm> (accessed 06.03.2020).
8. Green Assets Wallet: About. Available at: <https://greenassetswallet.org/about> (accessed 06.03.2020).
9. Climate Awareness Bonds. European Investment Bank. Available at: https://www.eib.org/en/investor_relations/cab/index.htm (accessed 06.03.2020).
10. Green Bond Principles (GBP). International Capital Market Association. Available at: <https://www.icmagroup.org/green-social-and-sustainability-bonds/green-bond-principles-gbp/> (accessed 06.03.2020).
11. White, M. Digitizing Global Trade with Maersk and IBM. Blockchain Pulse: IBM Blockchain Blog. Available at: <https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2018/01/digitizing-global-trade-maersk-ibm/> (accessed 06.03.2020).
12. Nordic and Baltic public sector green bonds 2018. Climate Bonds Initiative. Available at: <https://www.climatebonds.net/resources/reports/nordic-and-baltic-public-sector-green-bonds> (accessed 06.03.2020).
13. Chen L., Zadek S., Sun, T. Scaling citizen action on climate: ANT Financial’s efforts towards a digital finance solution. United Nations Environment Program, Geneva, 2017. Available at: <https://unepinquiry.org/publication/scaling-citizen-action-on-climate/#> (accessed 06.03.2020).
14. Furfaro, A., Argento, L., Sacca, D., Angiulli, F., & Fassetti, F. (2019). An Infrastructure for Service Accountability based on Digital Identity and Blockchain 3.0 // IEEE INFOCOM 2019 – IEEE Conference on Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPs). – 7 p. doi:10.1109/infcomw.2019.8845092
15. Golden S. L. M., Price A. Sustainable supply chains: better global outcomes with blockchain. (2018). Available at: <https://www.newamerica.org/bretton-woods-ii/policy-papers/sustainable-supply-chains/> (accessed 06.03.2020).
16. Kyriakou S. Green bond investors demand transparency. FinancialTimes, (2017) 14 June. Available at: <https://www.ftadviser.com/investments/2017/06/14/green-bond-investors-demand-transparency/> (accessed 06.03.2020).
17. Lindenberg N. (2014) Definition of green finance. German Development Institute (DIE), Bonn. Available at: https://www.die-gdi.de/uploads/media/Lindenberg_Definition_green_finance.pdf (accessed 06.03.2020).
18. Rakić S, Mitić P (2012) Green banking: green financial products with special emphasis on retail banking products. CCEDEP – 2nd Climate Change, Economic Development, Environmental and People Conference. Prešov, Slovakia, 2012, pp. 54-60.
19. Wilmoth J. Ethereum Smart Contracts only Good in ‘Kangaroo Courts’: NYU Prof. Roubini N. CCN, 2018, June 1. Available at: <https://finance.yahoo.com/news/ethereum-smart-contracts-only-good-174348580.html> (accessed 06.03.2020).
20. Roubini N., Byrne P. The blockchain pipe dream. Project Syndicate, 5 March. Available at: <https://www.project-syndicate.org/commentary/blockchain-technology-limited-applications-by-nourielroubini-and-preston-byrne-2018-03> (accessed 06.03.2020).
21. Santibanez M. [et al.] Transparency the key for burgeoning green bond market. Reuters, 30 March. Available at: <https://www.reuters.com/article/green-bonds/transparency-the-key-for-burgeoninggreen-bond-market-idUSL6N0WW16120150330> (accessed 06.03.2020).
22. Tapscott D. Ten cryptocurrency predictions for 2018 from the co-founder of the Blockchain Research Institute. Available at: <https://qz.com/1171977/ten-2018-predictions-fromthe-founder-of-the-blockchain-research-institute/> (accessed 06.03.2020).
23. Distributed ledger technology (DLT) and blockchain, Fintech Note No. 1. World Bank, Washington DC, 2017. Available at: <http://documents.worldbank.org/curated/en/177911513714062215/pdf/122140-WP-PUBLIC-Distributed-Ledger-Technology-and-Blockchain-Fintech-Notes.pdf> (accessed 06.03.2020).