



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.6

## В ТЕХНОЛОГИЯ BLOCKCHAIN, КРАТКИЙ ОБЗОР

**Савостин Н.В.**

*ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ», Москва, Россия (111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д.14), e-mail: nekit0939@yandex.ru*

---

**В статье объясняется функционирование технологии блокчейн и критически оценивается её потенциальная роль в совершенствовании услуг в банковской сфере, заключении договоров и системах баз данных.**

Ключевые слова: блокчейн, смарт-контракт, биткоин, криптовалюта.

## BLOCKCHAIN TECHNOLOGY, SHORT OVERVIEW

**Savostin N. V.**

*NRU «MPEI», Moscow, Russia (111250, Moscow, street Krasnokazarmennaya, 14), e-mail: nekit0939@yandex.ru*

---

**The paper explains the operation of the «blockchain technology» and critically evaluates its potential role in improving banking services, contracts and database systems.**

Keywords: blockchain, smart-contract, bitcoin, cryptocurrency.

### **I. Что такое технология блокчейн?**

Технология блокчейн – это изначально название, данное структуре, лежащей в основе работы цифровой валюты Биткоин. Создатель Биткоина никогда не использовал термин «блокчейн» в своей документации, и, читая эту документацию, складывается чёткое впечатление, что автор не вводил новую технологию в традиционном смысле этого слова, а разрабатывал программное обеспечение, основываясь на нескольких, уже существующих технологиях, позволяющих ему создать «одноранговую версию электронных денег» (Сатоши Накамото) [1].

Суть функционирования блокчейна в Биткоине заключается в том, что всякий раз, когда два участника сети совершают транзакцию, они заявляют о своей транзакции всем участникам сети (узлам), которые записывают транзакцию в блок ограниченной ёмкости. Как только блок заполняется,

узлы одновременно выполняют Proof-of-Work<sup>1</sup> – математические операции, которые трудно решить, но правильное решение которых легко проверить [2-7]. Эти математические операции не связаны с транзакциями биткоина, но они необходимы для функционирования системы, так как они заставляют проверяющие узлы расходовать вычислительную мощность, которая была бы потрачена впустую, если бы они включали какие-нибудь сфальсифицированные или недействительные транзакции. Первый узел, который справится с решением Proof-of-Work передаёт решение вместе с блоком транзакций остальным узлам. Узлы могут быстро и легко подтвердить точность транзакций и решений, и когда 51% вычислительной мощности сети подтверждает блок, узлы начинают записывать новые транзакции в новый блок, дополняя все предыдущие блоки.

Первый узел, который “решает” Proof-of-Work, получает некоторое количество валюты сети. Это вознаграждение делает проверку транзакций потенциально прибыльной и приводит к тому, что обычно называют «майнингом» (добычей), хотя «проверка», возможно, более функционально правильное описание этого процесса. Проверка Proof-of-Work блока намного дешевле, чем его корректное решение, что делает установление права владения валютой экономически эффективным и выгодным. Функционально – технология Блокчейн – это технология проверки: поскольку это гораздо более дорого выполнить подтверждение работы, чем проверить её правильность, правдивость – это единственная стратегия прибыльности для узлов, а результат – это запись, которая не оспаривается ни одним из членов сети.

Функционирование децентрализованной блокчейн-сети полностью зависит от решения Proof-of-Work и голосования за достоверность блоков узлами, занимающими процессор. Истинность транзакций подтверждается не какой-то уполномоченной службой, а соглашением участников сети с большинством вычислительных процессоров. С помощью такого механизма, Биткоин безошибочно записал более 140 миллионов транзакций в течение почти 8-ми лет.

К 2013-му году, некоторые проекты и компании продвигали идею использования технологии блокчейн без цифровой валюты [16]. В этих «блокчейнах с контролируемым доступом» только заранее подтверждённые участники могут записывать данные в блокчейн, который существует как распределённый регистр между всеми участниками. В них не производится расчёт Proof-of-Work, поскольку истинность транзакций основывается на том, что участники идентифицируемы и подконтрольны друг другу. На текущий момент не существует внедрённых в рамках коммерческих проектов блокчейн технологий, однако существуют детально описанные прототипы и проекты. В следующем разделе рассматриваются три наиболее распространённых применения технологии блокчейн для оценки их рентабельности.

## **II. Потенциальные способы применения технологии блокчейн**

Обзор стартапов и исследовательских проектов, связанных с технологией блокчейн показывает, что потенциальные способы применения блокчейна можно разделить на три основные области:

**а) Цифровые платежи** [11, 12, 13, 17, 18]: Текущие коммерческие алгоритмы для оплаты основаны на централизованных регистрах для записи всех транзакций и сохранения баланса счёта. По сути, транзакция передаётся один раз от участников сделки до посредника, проверяется на достоверность и оба счёта соответственно корректируются. В блокчейне транзакция рассылается всем узлам сети, что подразумевает намного больше пересылок, больше времени и большую производительность. Транзакция также становится частью цепочки блоков, скопированной на каждый компьютер, который является членом сети. Это медленнее и значительно дороже, чем централизованная оплата, и объясняет, почему

---

<sup>1</sup> Proof-of-Work – досл. доказательство выполнения работы - принцип защиты сетевых систем от злоупотребления услугами, основанный на необходимости выполнения на стороне клиента некоторой достаточно длительной работы (нахождение решения задачи), результат которой легко и быстро проверяется на стороне сервера.

Visa и MasterCard проводят 2000 транзакций в секунду, в то время как Биткоин может провести только 7. Биткоин использует блокчейн не потому что он обеспечивает более быстрые и дешёвые транзакции, а потому что он устраняет необходимость доверять стороннему посреднику: транзакции проходят потому что узлы конкурируют, чтобы подтвердить их, но при этом ни один узел не обязан быть доверенным. Невозможно представить, чтобы сторонние посредники могли повысить производительность, используя технологию, которая жертвует эффективностью и скоростью именно для удаления сторонних посредников. Для любой валюты, контролируемой централизованно, всегда будет более эффективно централизованно записывать транзакции. Является ли устранение сторонних посредников достаточно сильным преимуществом, способным оправдать повышенную неэффективность распределённых регистров – это вопрос, на который можно ответить только спустя несколько лет проверки восприятия цифровых валют рынком. Что действительно ясно видно – так это то, что платёжные приложения с блокчейном должны будут использовать не централизованно-контролируемые валюты, а собственную децентрализованную валюту [21].

### **в) Контракты**

В настоящее время контракты составляются юристами, рассматриваются судами и исполняются полицией [14, 19]. Криптографические системы с интеллектуальными контрактами (смарт-контракты), такие как Ethereum, кодируют контракты в блокчейн для их немедленного вступления в силу без возможности их обжалования или отмены, и вне зоны действия судов и полиции. «Код – это закон» – это девиз, используемый программистами интеллектуальных контрактов. Проблема этой идеи в том, что язык, который юристы используют для составления контрактов понимают гораздо больше людей, чем язык кода, используемый разработчиками смарт-контрактов. Существует наверное только несколько сотен людей во всём мире с техническими знаниями, достаточными, чтобы полностью понять сущность интеллектуальных контрактов и даже они могут пропустить явные программные ошибки. Всё это стало очевидным при первой реализации умных контрактов в сети Ethereum Децентрализованной Автономной организации. После того, как более 150-ти миллионов долларов были проинвестированы в этот умный контракт, злоумышленник смог выполнить программный код так, что перенаправил треть всех активов ДАО на их собственный счёт. Было бы проблематично сказать что эта атака является кражей, поскольку все вкладчики согласились с тем, что их деньги будут контролироваться только программным кодом и ничем другим, а злоумышленник не делал ничего, кроме как выполнил этот самый код, как только он был утверждён вкладчиками. После взлома ДАО, разработчики Ethereum попытались откатить свой блокчейн, чтобы отменить транзакции злоумышленника, в результате чего сеть Ethereum разделилась на две сети с двумя разными валютами, одна из которых подтверждала атаку ДАО, а другая отменила её. Это «разветвление» ставит под вопрос заявления о неизменяемости блокчейна Ethereum. Вычислительная мощность Ethereum (вторая по величине криптовалюта) достаточно мала, чтобы организованная группа программистов могла решить отменить транзакции, потому что в их контрактах были ошибки и суметь забрать себе большую часть вычислительных мощностей сети. Этот случай также поставил под вопрос целесообразность использования умных контрактов, поскольку он показал, что их не так уж сложно обойти. Ввиду того, что блокчейн можно откатить, умные контракты не заменили суды программным кодом, но они заменили суды разработчиками ПО с небольшим опытом, знаниями и ответственностью в арбитражном деле.

ДАО был первым и пока единственным сложным проектом с использованием умных контрактов на блокчейне и опыт показывает, что более до широкого внедрения ещё далеко. Все остальные проекты сейчас существуют только как прототипы. Возможно, в предполагаемом будущем, когда грамотность в написании кода будет более частым явлением, а сам код будет более предсказуемый и надёжный, такие контракты могут стать более распространены. В обозримом будущем спрос, вероятно, будет найден только на простые контракты, код которых может быть легко проверен и будет понятен многим. Единственные значимые существующие проекты с использованием блокчейн контрактов представляют собой простые запрограммированные по времени платежи и мультисигнатурные кошельки, которые все используют валюту самого блокчейна и работают в основном в сети Биткоин.

**с) Управление базами данных и записями:**

Блокчейн – это надёжная и защищённая база данных и регистр учёта средств, но только для собственной валюты блокчейна и только если валюта достаточно ценна для сети, чтобы иметь достаточно большие вычислительные мощности, чтобы противостоять атаке. Для любого другого актива, физического или цифрового, блокчейн надёжен только как ответственный за установление связи между активом и тем, кто или кто обращается к нему в сети. Здесь нет никакой эффективности или прозрачности от использования блокчейна с контролируемым доступом, потому что блокчейн надёжен только как сторона, предоставляющая разрешение записи данных [15, ]. Внедрение блокчейна как стороны, занимающейся ведением записей только сделает его медленнее при этом не добавляя ни безопасности, ни неизменяемости, так как не выполняется Proof-of-Work. Доверие сторонним посредникам должно по-прежнему оставаться, пока вычислительные мощности и время, необходимое для работы базы данных увеличиваются. Блокчейн, защищённый ключом безопасности, может быть использован в качестве нотариальной услуги, где контракты или документы хэшируются в блок транзакций, что позволяет любой стороне получить доступ к договору и быть уверенной, что отображаемая версия является именно той, которая была хэширована первоначально. Такой сервис обеспечит рынок ограниченного пространства блоков, но его работа невозможна ни с одной блокчейн сетью без валюты.

**III. Экономические недостатки технологии блокчейн**

Из изучения трёх вышеупомянутых потенциальных применений технологии блокчейн, можно определить 4 основных препятствия более широкого её внедрения.

**а) Избыточность**

Регистрация каждой транзакции каждым участником сети – это очень дорогостоящая избыточность данных, единственной целью которой является устранение посредничества. Для любого посредника, финансового или юридического, нет смысла добавлять эту избыточность, оставаясь посредником. У банка нет веских оснований делиться записями всех своих операций со всеми банками. Нет также никаких законных причин для того, чтобы какой-либо банк хотел получить полные данные о сделках других банков друг с другом. Эта избыточность предлагает повышенные затраты без какой-либо мыслимой выгоды [8, 9].

**б) Масштабирование:** распределенная сеть, где все узлы регистрируют все транзакции, будет иметь общий регистр транзакций, растущий экспоненциально быстрее, чем количество членов сети. Таким образом, нагрузка на хранилище и вычислительную нагрузку участников сети со временем станет слишком большой, чтобы они смогли справиться с ростом размера сети. Блокчейн всегда будет сталкиваться с этим барьером для эффективного масштабирования, и это объясняет, почему, когда разработчики биткойна ищут решения для масштабирования, они отходят от чисто децентрализованной модели блокчейна в сторону очистки платежей из блокчейна посредниками. Существует очевидный компромисс между масштабом и децентрализацией. В случае создания блокчейна для размещения больших объемов транзакций блоки должны быть увеличены, что увеличит стоимость присоединения к сети и приведет к уменьшению количества узлов, что сделает сеть более централизованной. Наиболее экономически эффективным способом выполнения большого объема транзакций является централизация в одном узле [20].

**с) Соблюдение норм:** блокчейны с собственной валютой, такой как биткойн, существуют независимо от закона, поскольку нет ничего, что государственные органы могли бы сделать, чтобы изменить их работу или как-то повлиять на неё, а председатель Федеральной резервной системы заявил, что не имеет полномочий регулировать биткойн. Транзакции будут

очищены, если действительны, и не будут очищены, если не действительны, и никакие регулирующие органы ничего не могут сделать, чтобы отменить консенсус вычислительной мощности сети. Применение технологии блокчейн в таких жестко регулируемых отраслях, как юриспруденция или финансы, с валютами, отличными от биткойна, приведут к проблемам с регулированием и юридическим осложнениям. Нормы были разработаны для инфраструктуры, сильно отличающейся от блокчейна и не могут быть легко адаптированы к его работе, основанной на полной открытости информации о распространении всех записей среди всех членов сети. Кроме того, блокчейны работают в реальном времени, параллельно в юрисдикциях различных регулирующих правил, что затрудняет обеспечение соблюдения всех норм [10].

**d) Необратимость:** с помощью платежей через посредников, человеческие или программные ошибки могут быть легко исправлены при обращении к посреднику. В блокчейне все гораздо сложнее. Если блок был подтвержден, и новые блоки прикрепляются к нему, возможно только отменить все его транзакции путем объединения 51% вычислительной мощности сети для "жесткого разветвления" сети, в случае когда все эти узлы согласны одновременно перейти на измененную цепочку блоков. В конце концов, технология Блокчейн предназначена для тиражирования кассовых транзакций в режиме онлайн - таким образом она повторяет необратимость кассовых операций и не имеет каких-либо преимуществ, по сравнению с технологиями с сохранением посредничества.

По всей вероятности, такое разделение никогда не будет успешным, если попытаться использовать биткойн, так как это потребовало слишком от многих различных участников согласовать их действия и потратить ресурсы без выгоды. После инцидента в DAO Становится очевидным, что для любого блокчейна, кроме биткойна, сетевой хэшрейт достаточно мал, и разработчики валюты достаточно влиятельны, чтобы откатить части блокчейна, которые им не нравятся. Это означает, что утверждение о неизменности технологии blockchain по-настоящему действительно только в случае биткойна. Для любого другого блокчейна операторы самого блокчейна или регулирующего органа могут фактически поменять данные. Изменяемый блокчейн - совершенно бессмысленная инженерная софистика: он использует очень сложный и дорогой метод для очистки, чтобы удалить посредников и установить неизменность, но затем дает посреднику возможность отменить неизменность. Текущий передовой подход в этих областях содержит обратимость и контроль со стороны юридических и регулирующих органов, но использует более дешевые, быстрые и более эффективные методы.

**e) Безопасность:** безопасность базы данных блокчейна полностью зависит от вычислительных затрат на проверку транзакций и Proof-of-Work. Технология Блокчейн может быть лучше понята, если говорить о ней, как о преобразовании электроэнергии в поддающиеся проверке беспорядочные записи о праве собственности и транзакциях. Чтобы эта система была безопасной, проверяющие, которые расходуют вычислительную мощность, должны быть вознаграждены валютой самой платежной системы, чтобы корректировать их вознаграждение по отношению к работоспособности и долговечности сети. Если бы оплата за вычислительную мощность производилась в любой другой валюте, тогда блокчейн по сути являлся бы частным архивом, поддерживаемым тем, кто платит за вычислительную мощность.

Безопасность системы опирается на безопасность центральной стороны, финансирующей майнеров, но она ставится под сомнение операциями в распределённом регистре, которые открывают множество возможностей для нарушения безопасности. Чем более открыта децентрализованная система и чем большее количество участников её сети расходуют свои вычислительные мощности на проверку, тем более безопасна эта система. Централизованная

система, зависящая от работоспособности одного элемента тем менее безопасна, чем больше, количество членов сети, способных записывать данные в блокчейн, так как каждый присоединённый участник сети является потенциальной угрозой безопасности.

#### **IV. Технология Блокчейн как механизм создания цифровых денег**

Пока единственное коммерчески успешное применение технологии блокчейн - это криптовалюта, и в частности, биткойн. Наиболее распространенные потенциальные применения, рекламируемые для технологии блокчейн, платежей, контрактов и реестра активов работают только в той степени, в которой они работают с использованием децентрализованной валюты блокчейна. Все блокчейны без валют не перешли от стадии прототипа к коммерческому внедрению, потому что они не могут конкурировать с текущими передовыми практиками на своих рынках. Техническая реализация Биткойна свободно доступна в сети почти 8 лет, и разработчики могут копировать и совершенствовать с её помощью коммерческие продукты, но таких продуктов не появилось.

Маркетинговое исследование показывает, что избыточность записи транзакций и проверки работоспособности может быть оправдана только если целью является создание цифровой кассы и платежной сети без посредничества третьих лиц. Информация о праве владения криптовалютой и о транзакциях может передаваться в данных очень маленького объема. Другие экономические случаи, требующие большего объема данных, такие как массовые платежи, контракты и реестры активов, быстро становятся неоправданно громоздким в модели блокчейна. Для любых приложений, которые подразумевают привлечение посредников, блокчейн предлагает неконкурентоспособное решение. Широкое внедрение технологии блокчейн в отраслях, зависящих от доверия посредникам, невозможно, так как простое присутствие посредника делает все расходы, связанные с использованием блокчейна, излишними.

Хорошая техническая разработка начинается с ясной проблемы и пытается найти оптимальное решение для нее, которая не только решает проблему, но также не содержит в себе никакого неуместного или лишнего избытка. Создатель Биткойна был мотивирован созданием «децентрализованной электронной валюты», и он разработал свой проект именно для этого. Нет никаких оснований ожидать, что он подойдет для других функций. После восьми лет и миллионов пользователей можно с уверенностью сказать, что его проект преуспел в производстве криптовалюты, и, что неудивительно, больше ни в чём. Эта цифровая валюта может иметь коммерческие применения, но обсуждать блокчейн технологию как технологическую инновацию, применимую самостоятельно в различных областях, не имеет смысла. Блокчейн лучше воспринимать как механизм создания криптовалюты. Это всего лишь винтик в механизме цифровых денег.

#### **Список литературы**

1. Satoshi Nakamoto. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. [Электронный ресурс], URL: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
2. Генкин А., Михеев А. Блокчейн. Как это работает и что ждёт нас завтра – М.: Альпина Паблишер, 2018.
3. Arvind Narayanan, Joseph Bonneau и др. Биткойн и криптовалютные технологии – Принстонский Университет, 2015 (перевод ForkLog.com).
4. Лоран Лелу. Блокчейн от А до Я. Всё о технологии десятилетия – М.: Эксмо, 2018.
5. Уильям Могайар, Виталик Бутерин. Блокчейн для бизнеса. М.: Эксмо, 2017.

6. Samuel Falcon. The story of the DAO – Its history and consequences. [Электронный ресурс], URL: <https://medium.com/swlh/the-story-of-the-dao-its-history-and-consequences-71e6a8a551ee>, 2017.
7. Имран Башир. Блокчейн: архитектура, криптовалюты, инструменты разработки, смарт-контракты. М.: ДМК-Пресс, 2019.
8. Jose Pagliery. Bitcoin is under attack. [Электронный ресурс] URL: <https://money.cnn.com/2014/02/12/technology/security/bitcoin-attack>, 2014.
9. Andreas M. Antonopoulos. The Blockchain. Mastering Bitcoin. — O'Reilly Media, Inc., 2014.
10. Pedro Franco. The Blockchain. Understanding Bitcoin: Cryptography, Engineering and Economics. — John Wiley & Sons, 2014.
11. Мелани Свон. Блокчейн: Схема новой экономики. — Олимп-Бизнес, 2016.
12. Алекс Тапскотт, Дон Тапскотт. Технология блокчейн - то, что движет финансовой революцией сегодня. М.: Эксмо, 2017.
13. Федотова В.В., Емельянов Б.Г., Типнер Л.М. Понятие Блокчейн и возможности его использования. – журнал European Science, 2018.
14. Акулич М. Блокчейн и логистика. Ridero, 2019.
15. Технология распределённых баз данных (перевод). IOSCO Research Report on Financial Technologies, 2017
16. Bitcoin and Cryptocurrency technologies – курс на основе лекций Принстонского университета [Электронный ресурс] URL: <https://www.coursera.org/learn/cryptocurrency>.
17. Бабкин А.В., Буркальцева Д.Д., Гук О.А., Тюлин А.С. Анализ развития и регулирования криптовалют: зарубежный и российский опыт. – журнал Мир (Модернизация. Иновации. Развитие), 2017.
18. Адам Теппер. Биткоин – деньги для всех. 2015.
19. Пискунов И. Блокчейн: атаки, безопасность и криптография. [Электронный ресурс], URL: [https://www.securitylab.ru/blog/personal/Informacionnaya\\_bezopasnost\\_v\\_detalyah/343072.php](https://www.securitylab.ru/blog/personal/Informacionnaya_bezopasnost_v_detalyah/343072.php), 2017.
20. Проблема масштабируемости Биткойна. [Электронный ресурс], URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Проблема\\_масштабируемости\\_биткойна](https://ru.wikipedia.org/wiki/Проблема_масштабируемости_биткойна). 2018.
21. Биткоин распался на две валюты: как это произошло. [Электронный ресурс], URL: <https://www.bbc.com/russian/features-40795000>, 2017.

## References

1. Satoshi Nakamoto Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System – 2008.
2. Genkin A., Miheev A. Blockchain How does it work and what awaits us tomorrow? - М: Alpina Publisher, 2018. (in Russian)
3. Arvind Narayanan, Joseph Bonneau and etc. Bitcoin and cryptocurrency technologies – Princeton University, 2015 (translated by ForkLog.com).
4. Loran Lely. Blockchain from A to Z. Everything about technology of the decade. – М.: Exmo, 2018. (in Russian)
5. William Mogayar, Vitalik Buterin. Blockchain for business. М.: Exmo, 2017. (in Russian)

6. Samuel Falcon. The story of the DAO – Its history and consequences. [Electronic resource], URL: <https://medium.com/swlh/the-story-of-the-dao-its-history-and-consequences-71e6a8a551ee>, 2017.
  7. Imran Bashir. Blockchain: architecture, cryptocurrency, development tools, smart contracts. M.: DMK-press, 2019.
  8. Jose Pagliery. Bitcoin is under attack. [Electronic resource] URL: <https://money.cnn.com/2014/02/12/technology/security/bitcoin-attack>, 2014.
  9. Andreas M. Antonopoulos. The Blockchain. Mastering Bitcoin. — O'Reilly Media, Inc., 2014.
  10. Pedro Franco. The Blockchain. Understanding Bitcoin: Cryptography, Engineering and Economics. — John Wiley & Sons, 2014.
  11. Melanie Swan. Blockchain: Scheme of the new economy.— Olimp-Business, 2016.
  12. Alex Tapscott, Don Tapscott. Blockchain technology is what drives the financial revolution today. M.: Exmo, 2017.
  13. Fedotova V.V., Emelyanov B.G., Tipner L.M. The concept of blockchain and the possibility of its use.– journal European Science, 2018.
  14. Akulich M. Blockchain and Logistics. Ridero, 2019.
  15. Technology of distributed databases (translation). IOSCO Research Report on Financial Technologies, 2017
  16. Bitcoin and Cryptocurrency technologies – course based on Princeton University lectures [Electronic resource] URL: <https://www.coursera.org/learn/cryptocurrency>.
  17. Babkin A.V., Burkaltseva D.D., Guk O.A., Tyulin A.S. Analysis of the development and regulation of cryptocurrency: foreign and Russian experience. – Mir journal (Modernization. Innovations. Development), 2017.
  18. Adam Tapper. Bitcoin - money for everyone. 2015.
  19. Piskunov I. Blockchain: Attacks, Security, and Cryptography. [Electronic resource], URL: [https://www.securitylab.ru/blog/personal/Informacionnaya\\_bezopasnost\\_v\\_detalyah/343072.php](https://www.securitylab.ru/blog/personal/Informacionnaya_bezopasnost_v_detalyah/343072.php), 2017.
  20. Bitcoin scalability problem. [Electronic resource], URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Проблема\\_масштабируемости\\_биткойна](https://ru.wikipedia.org/wiki/Проблема_масштабируемости_биткойна). 2018.
  21. Bitcoin broke up into two currencies: how it happened. [Electronic resource] URL: <https://www.bbc.com/russian/features-40795000>, 2017.
-