*ЭКОНОМИКА И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ, 2021, том 57, № 4, с. 88–95*

## МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

# Исследование возможностей бартерных цепей на основе децентрализованных технологий

© 2021 г. И.В. Степанян, М.А. Чирков

**И.В. Степанян,**
*Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, Москва; e-mail: neurocomp.pro@gmail.com*

**М.А. Чирков,**
*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва; e-mail: mospil@mail.ru*

Поступила в редакцию 18.01.2021

*Авторы выражают благодарность за обсуждения и идеи Игоря Сидорчука, Олега Соколова, Игоря Пронина, Константина Лапшина и Антона Алипова.*

**Аннотация.** Цель данной работы — анализ возможностей автоматизированных бартерных цепей на основе децентрализованных технологий — распределенных баз данных и пиринговых сетей. В качестве примера рассматриваются технологии блокчейна. Изложена концепция так называемой Игры, представляющей собой системообразующую платформу автоматизированных бартерных цепей для эффективного взаимодействия между участниками экономических процессов (игроками), направленную на развитие и приобретение достатка каждым участником, а также раскрытия его творческого и личностного потенциала. В результате анализа определена функция эквивалента в обмене без денег и сделан вывод о возможности создания распределенного института наставничества, где каждый талант будет брать себе подмастерьев и отвечать за их развитие. Исследованы вопросы обобщения финансовой парадигмы при переходе на новый общественно-экономический технологический уклад путем изменения культурных установок на модель эффективного целевого использования ресурсов в количестве, необходимом для раскрытия творческого потенциала каждого игрока, и в объеме, необходимом для его личного ощущения счастья и гармонии с самим собой, окружающим обществом и природой (симбиотический, экологический, системный подходы). Программная платформа в рамках описанной концепции позволит достичь высокого уровня автоматизации с максимальной надежностью и гарантией защищенности сделок. Технологии программной коммутации, виртуализации сетей с обеспечением пиринговых соединений между пользователями, устройствами и приложениями позволяют реализовать предложенную децентрализованную микросервисную архитектуру с помощью программного обеспечения с открытым исходным кодом. Представленная концепция предлагается как основа для обеспечения устойчивого развития общества за счет перенаправления ресурсов на гармоничное устойчивое развитие и взаимодействие между человеком и природой, формирование экоцентричного общественного сознания, обусловливающего этичное отношение человека к биосфере Земли, флоре и фауне.

**Ключевые слова:** бартер, децентрализованные системы, блокчейн, устойчивое развитие, экономические отношения, человек, общество.

**Классификация JEL:** P11, D13, D51.

**DOI:** 10.31857/S042473880017500-9

## РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ ОБЗОР ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ И РАЗВИТИЕ ДЕНЕЖНЫХ ОТНОШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СЕТЕЙ

Развитие информационных систем в значительной степени связано с применением природоподобных технологий и разработкой распределенных программно-аппаратных решений. Данная тенденция прослеживается по нейросетевым технологиям, где вместо единого центрального процессора используется множество элементарных вычислителей — нейронов. Развитие информационных технологий привело к появлению децентрализованных алгоритмов и баз данных: распределенные хеш-таблицы (DHTs), межпланетарная файловая система (IPFS), различные механизмы (Filecoin, Bitswap, BigchainDB, Ethereum, Swarm), технология MaidSafe, целью которой является

обеспечение децентрализованной связи во всем мире, и др. (Narayanan et al., 2016; Bashir, 2018). В пиринговых (одноранговых, P2P) сетях все объединенные в сеть компьютеры имеют идентичные функции клиента и сервера. Все эти системы обладают повышенной надежностью транзакций, вычислений и других технологических процессов за счет свойств децентрализации и мощных алгоритмов шифрования, что ведет к переосмыслению устоявшихся экономических моделей во всем мире (появление криптоюаня и др.).

Бартер еще в доисторические времена рассматривался как спорадический обмен продуктами или услугами. С ростом производительности труда и товарного способа производства возникла потребность во всеобщем эквиваленте, что привело к появлению денег. В развитом капиталистическом хозяйстве бартер занимает маргинальную нишу, его используют, например, при недостатке ликвидности. Деньги выполняют в том числе роль меры стоимости и средства обращения, позволяя разделить во времени моменты отчуждения участником товарооборота товара А и приобретения им товаров Б, В и т.д., совокупная стоимость которых равна стоимости товара А. Ранние представления экономистов, философов (Маркс, 2017) по этому вопросу связаны с отсутствием таких технологических предпосылок, как децентрализованные информационные системы.

Развитие пиринговых сетей, технологий, основанных на шифровании и распределенных базах данных, стало основой ряда новых экономических моделей. Очевидно, что функция денег начала трансформироваться и этот процесс сложно регулировать в силу особенностей децентрализованных технологий. Подтверждением этому является интенсивное развитие различных криптовалют.

Характерным примером децентрализованных технологий является блокчейн, который зарекомендовал себя как инструмент экономической деятельности и распределенных информационных систем (похожая технология IOTA). Технически это — распределенная криптобаза данных, которая представляет собой цепь блоков, хранящаяся одновременно на множестве компьютеров,— растущий список записей, которые связаны с помощью криптографии. Каждый такой блок содержит криптографический хеш предыдущего блока — метку времени и данные о транзакции.

Проект Open Bazaar — торговая площадка на блокчейне. В целом похоже на обсуждаемый инструментарий, только здесь не бартер, а купля-продажа за криптовалюту. Также известны краудсорсинговые платформы на базе блокчейна (Kogias et al., 2019) и системы «народного судопроизводства» на базе блокчейна — crowdjury.org.

Полезным свойством данной технологии является возможность фиксировать информацию и тем самым избегать неверных толкований соглашений (гарантия надежности соглашения и неоспоримость сделок). Это некоторый аналог публичной цифровой подписи, который невозможно отменить, поскольку она хранится одновременно на всех устройствах участников общей экономической деятельности.

Понятия о «цифровой экономике» и о «цифровой Земле» рассматриваются как единый феномен — взаимосвязанные друг с другом элементы *новой цифровой доктрины*, интенсивно насаждаемой в наши дни (Еремченко и др., 2017). Отмечается исключительная роль в любой экономике скалярного управленческого фактора — стоимости, представляемой номиналом денег. Обосновывается фундаментальная роль цифровой Земли в общей палитре цифровых инициатив современности, призванных обеспечить переход цивилизации к устойчивому развитию.

В настоящей работе представлена концепция рекомендательной системы управления бартерными цепями на основе децентрализованных криптобаз данных и пиринговых сетей (далее — Игра). В основе концепции лежат понятия:

– желание (цель, достижение которой позволяет игроку повысить качество жизни, оформленное и опубликованное как сообщение о потребности;

– созидание (творческая физическая и умственная деятельность игрока, приносящая ему удовлетворение и направленная на совершенствование игровых результатов и приносящая пользу игрокам);

– достаток (достойное жилье, свобода и средства перемещений, стабильное сбалансированное питание, физическое и психическое здоровье).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА ОСНОВЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ БАРТЕРНЫХ ЦЕПЕЙ

Игра представляет собой автоматизированную площадку прямого обмена ценностями, в том числе товарами и услугами с системой прямого маркетинга (P2P-Marketplace). Она является децентрализованной системой консолидации и взаимопомощи, обладает простым интерфейсом и доступна с электронных устройств. Игра позволяет строить самоорганизующееся сообщества, направленные на развитие, взаимодействие и достаток самих сообществ. Имеет интерфейс, сходный с доской объявлений — с каталогами товаров и услуг, публикуемых пользователями без каких-либо ограничений на персональных страницах, представляющих собой эволюцию карточки с информацией о пользователе.

В основе автоматизированного поиска бартерных цепей лежит абстрактная схема сетевой децентрализованной системы управления Игры — сетевой граф, каждая вершина которого — участник Игры (живой человек, субъект) имеет два списка: желаний и возможностей (в том числе умений, навыков). Общий алгоритм Игры заключается в том, что субъекты (далее — игроки, аватары) договариваются о бартерных сделках в формализме Игры: блокчейн фиксирует факт соглашения о бартерной сделке и ее завершении. Торговые операции могут быть делегированы в управление одному или нескольким аватарам. Для оптимизации экономической деятельности и логистики предусмотрены различные оптимизационные алгоритмы для выстраивания рациональных бартерных цепочек в интересах участников. Возможно использование внутренней крипто-валюты (токенов) для передачи ценности или смарт-контрактов, представляющих собой алгоритмы формирования, контроля и предоставления информации о собственности.

Предложенная система смарт-контрактов, организованных по принципу ацикличного направленного графа для проведения Игры, подходит для гибкого управления планированием, проектированием, ходом работ, резервами времени, отчетностью, управления частными активами, сопровождения процессов, промышленного производства, структурирования сложных процессов в децентрализованных автономных организациях. Маркетинг в такой системе опирается преимущественно на прямую модель продаж и рекламу, которая интересна конечным пользователям (допущена ими для показа).

Присоединяясь к Игре, новый участник вносит в игровое общество ресурс в качестве паевого взноса в соответствии с законом о потребкооперации (Raustiala, 2002). Ресурс — единица или совокупность интеллектуальной или физической деятельности. При вступлении в игру человек оповещает систему о том, чем, в каком объеме и в какой срок он может пополнить игровой фонд (например, продукты, вещи, услуги, обучение, разработка, любые полезные и/или востребованные действия). При этом паевой взнос заносится на его личный счет и является его собственностью. Паевым взносом игрок имеет право распоряжаться самостоятельно и управлять услугами других игроков (если они предоставляют ему соответствующие права), а также пополнять паевой взнос депозита и подтверждения квалификации.

Предполагается, что труд может вознаграждаться опытом. Опыт — универсальный ресурс, важный для реализации необходимого достатка (укрепление основной стержневой системы индивида и общества). Опыт накапливается в ходе игры и фиксируется в личной карточке аватара с распределением на соответствующие элементы игры. Созидание — любые полезные, созидательные действия, произведенные участником Игры.

Ресурсы распределяются между игроками, основываясь на принципе «ресурсы на раскрытие творческого потенциала» для выстраивания этого потенциала в общее коллективное игровое поле. В приоритете — выделение ресурсов, которые будут напрямую усиливать территорию договоренностей и игровую систему в целом. Для этого у каждого пользователя предусмотрена персональная рейтинговая система и система социальных групп, на основании которых могут быть применены различные настройки приватности и подключены те или иные функции. Это позволяет гибко отрегулировать фильтрацию и безопасность и организовать удобные социальные взаимодействия. Частные ресурсы — ресурсы, которые представляют собой проявление труда или творчества. Союз вправе передать часть своего опыта новому присоединившемуся к Игре участнику при согласии всех участников союза.

Технологии игры включают встроенный (инбаунд) маркетинг (SMM, контент-маркетинг, SEO, видеомаркетинг и т.д.), модели сетевого планирования для создания благоприятной деятельности

игроков путем улучшения собственного благосостояния; технологии адаптации игровых методов к неигровым процессам (эстафеты, соревнования, повышение квалификации, наставничество). На базе концепции Игры возможны системы страхования, аудита, учета, контроля качества, предоставления гарантий и т.д.

Таким образом, технологии реализации Игры представлены как соединение исторического, культурного и научного наследия, а также технологии в сфере телекоммуникаций, маркетинга, распределенных реестров, пиринговой коммуникации, массового обслуживания, машинного обучения и социальной инженерии.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИГРЫ

Игра использует особый вид микросервисов, именуемых аватарами объекта, технически они представляют собой процессы, запущенные на выделенных IPv6-адресах, и являются виртуальными паспортами объектов реального мира. Микросервисы хранят данные об объекте, его историю, инструкции, гарантии, прочую информацию, отражающую суть объекта, и предоставляют интерфейс взаимодействия игроков с информацией (а для объектов, способных подключаться к интернету,— также интерфейс взаимодействия с самим объектом). Приложение (клиент) представляет собой контейнер (пространство, среду) с возможностью динамической загрузки и отображения его содержимого (контента), в том числе и отдельных микросервисов. Клиент запускается и отрабатывается на стороне пользователя, в том числе включает серверную часть, что позволяет выстраивать пиринговые соединения, минуя централизованные сервера. Каждый последующий присоединившийся участник усиливает децентрализованную сеть. Участнику начисляются баллы, если он берет на себя функцию коммутирующего сервера, или сервера обработки, или хранения данных (исключительно в шифрованном виде).

Модель распространения Игры — открытый исходный код: программный клиент Игры публикуется в open-source репозитории, хеш исходного кода фиксируется на блокчейне. Модель open-source также показывает высокую эффективность.

Программный клиент позволяет устанавливать прямое соединение с другим пользователем или группой пользователей и передавать и принимать любой тип данных: сообщения, файлы, потоковое видео, например комментарий, отзыв или оценку какого-либо сайта, которые смогут прочитать другие пользователи клиента, в соответствии с настройками приватности, установленными их автором, проводить опросы и голосования, принимать или отправлять заявки, записывать данные в блокчейн(ы).

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ И СРАВНЕНИЕ С МОДЕЛЬЮ СВОБОДНОГО РЫНКА

Для моделирования Игры используем теоретико-графовый подход: каждой вершине графа сопоставим участника экономических отношений (игрока), а дугам — экономическое взаимодействие. Простейший вариант взаимодействия заключается в том, что два игрока вступают в экономические отношения. Первый игрок поставляет ресурс второму, а второй вместо денежного расчета с первым задействует цепочку экономических взаимодействий, которая замкнута на первого игрока. Таким образом, функционирует бартерная цепь, обеспечивая удовлетворение потребностей первого и второго игроков. Для простоты можно считать, что в этой цепи все взаимодействия, кроме инициирующего, происходят без бартера, с помощью стандартного денежного механизма (который не исключается, а, наоборот, способствует поиску и налаживанию бартерных механизмов).

Очевидно, что в рамках формализма предлагаемой модели число обратных связей в виде бартерных цепей будет определять уровень экономической стабильности всей системы. В теории графов такие обратные связи являются простыми циклами. Для дальнейших рассуждений создадим случайный растущий граф и оценим вероятность появления в нем простых циклов, моделирующих экономические обратные связи. Рассмотрим алгоритм.

1. Дано множество $N$ узлов (вершин) $N = \{1, ..., N\}$. Каждый узел пронумерован.

2. Исходная структура графа задается из двух связанных узлов.

3. $N$ раз повторяем шаги 4–7.

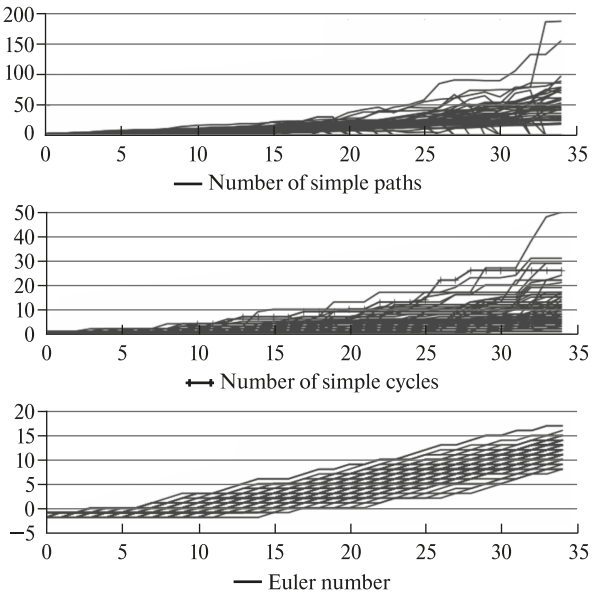


**Рис. 1.** 35 итераций роста графа (100 экспериментов)

4. Пересчитывается структура графа.

5. Один из $N$ узлов выбирается случайным образом и соединяется с произвольным узлом графа.

6. Число $N$ свободных вершин уменьшается на единицу.

7. Переход к шагу 3.

8. Стоп.

Для модельных экспериментов и оценки разброса статистических значений параметров растущих графов данный алгоритм повторялся 100 раз. После каждого запуска алгоритма вычислялись параметры и строились кривые. Эти кривые затем наложили друг на друга для визуализации итоговых результатов (рис. 1).

Эксперименты показали, что при случайной генерации растущего графа происходит экспоненциальный рост числа циклических структур, т.е. по мере роста графа система экспоненциально стремится к устойчивости (экономической).

Следует отметить, что алгоритм генерации основан на случайных процессах без дополнительных алгоритмов самоорганизации. Авторская гипотеза состоит в том, что наличие множественных обратных связей делает любую (в том числе и экономическую) систему более устойчивой. Подобные эффекты с обратными связями наблюдаются в нейросетевой структуре мозга высших животных и человека. В этом смысле распределенные сетевые технологии имеют биологические аналоги, проверенные естественным отбором и эволюцией.

Несмотря на простоту алгоритма, наблюдаются интересные особенности в структуре графа: вероятность резкого увеличения циклических структур (в 5 и 7 раз) наблюдается в 2% случаев, начиная с шага 83 (рис. 2).

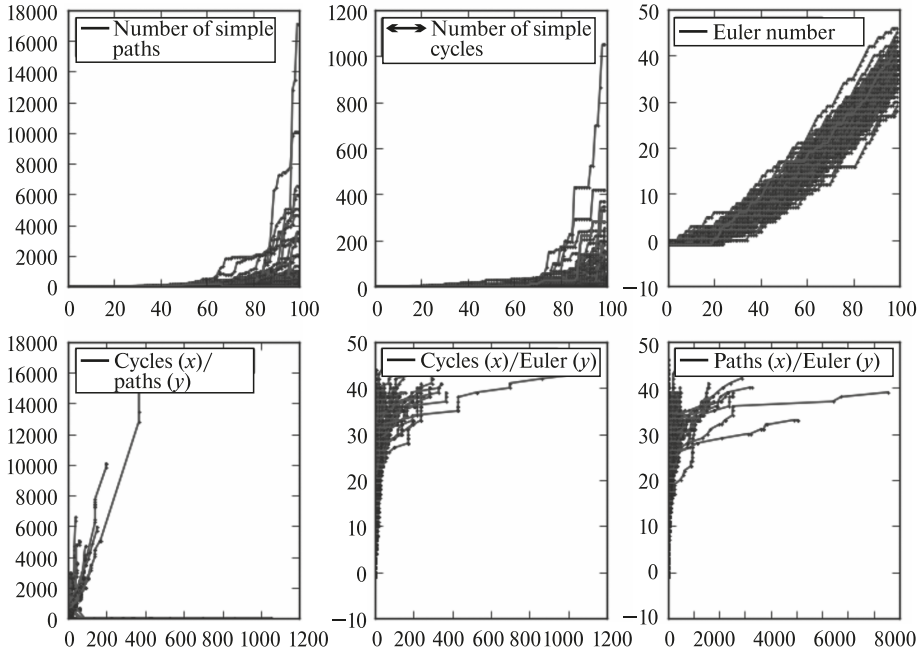


**Рис. 2.** 100 итераций роста графа (100 экспериментов)

Недостатки современной экономической модели хорошо видны на следующем типичном примере. В начале экономической деятельности нужно взять кредит, затем потратить деньги на рекламу, маркетинг и поиск контрагентов, затем вернуть кредит с процентами в условиях инфляции и системных кризисов. В рамках концепции Игры игрок формирует желание, желанию присваивается уникальный идентификатор. С этого момента запускается механизм поиска бартерной цепи, направленной на удовлетворение потребностей и желаний максимального числа участников. Когда нужная бартерная цепь найдена, формируется стоимость по материалам и транспортной доставке (децентрализованная, «народная» логистика) с фиксацией необходимых параметров на блокчейне. При вручении продукции заказчику фиксируется целостность упаковки и товара и проверяется соответствие заявленному качеству и условиям смарт-контракта с возможностью моментального подтверждения онлайн наблюдателей, если все прошло успешно, то смарт-контракт распределяет баллы и фиксирует завершение цикла.

Следует отметить, что самоорганизующиеся свойства Игры позволяют не только оптимизировать экономическую составляющую, но и развивать экологические (безотходные) принципы производства (Odum, 1983). В перспективе это — перенаправление ресурсной базы на гармоничное устойчивое развитие человека и природы, формирование экоцентричного общественного сознания, обусловливающее этичное отношение человека к биосфере Земли, к флоре и фауне (экоцентричное мышление предполагает, что биосфера, флора и фауна — не утилитарное приложение к человеку, а равноправные человечеству).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Следует отметить, что цель, направленная на получение достатка (концепция Игры), не совпадает с целью извлечения прибыли (концепция распространенной экономической модели). Это принципиально различные парадигмы (табл. 1). При этом предлагаемая модель может быть использована для извлечения прибыли, поскольку в некотором смысле является более общей при сравнении подходов к формированию рынка (табл. 2).

**Таблица 1.** Сравнение экономических систем

| Критерий | Извлечение прибыли | Получение достатка |
|---|---|---|
| Субъект | Средний, и особенно крупный, бизнес, корпорации | Человек, частное предпринимательство, потребкооперация |
| Цели | Обогащение отдельных субъектов, в результате высокая социальная дифференциация по уровню обеспечения (и как следствие расслоение и социальная нестабильность в обществе) | Дифференциация общества по профессиям и функциям, обеспечивающим функционирование и развитие всего общества, а также производственной и социальной инфраструктуры |
| Труд | Модель 5-дневной 8-часовой рабочей недели. Безработица, сложность определения на рынке труда | Создание настоящих общественных институтов для максимальной реализации талантов каждого участвующего в игре индивида способствует нахождению своего места и роли исходя из возможностей и талантов субъекта. Субъекты, развитие которых рассматривается как взаимовыгодное сотрудничество для общего блага человека и окружающего мира природы |
| Самоорганизация и самоуправление | Иерархические системы управления, основанные на простых базах данных. Централизованное слабо адаптируемое управление без обратных связей или со слабыми обратными связями | Сетевые системы управления, основанные на базах знаний, как основа интеллектуальных информационных систем (Yeoh, Koronios, 2010; Li, Hsieh Po-An, Rai, 2013; Swan, 2018). Децентрализованное, коллективное построение культуры взаимодействия для дальнейшего выбора творческого пути и применения технологий, направленных на получение достатка для каждого человека |
| Адаптивность | Слабая гибкость, высокая зависимость от внешних экономических факторов (курсы валют, цены на сырье и пр.) | Возможность экстренного создания эффективных и независимых механизмов самоуправления и взаимопомощи |
| Недостатки | Возможность спекуляции, поскольку деньги — универсальный товар | Деньги как инструмент экономических отношений не отменяются, поэтому остается возможность спекуляции. Цена есть в скрытом виде. Работа в условиях отсутствия универсального товара |
| Преимущества | В некоторых случаях модель более удобна, особенно на переходном периоде | Взаимозачет между (тремя) предприятиями — предусмотрен в 1С, этому учат бухгалтеров на курсах |
| Возможности личностного роста | Человек предоставлен сам себе в условиях внешнего мира с изменяющимися правилами и условиями | Проект направлен на развитие разума и раскрытие потенциальных возможностей личности. Воспитание и образование каждого участника в различных областях знаний |

**Таблица 2.** Сравнение различных подходов к формированию рынка

| Классическая модель свободного рынка | Применение автоматизированных бартерных цепей на основе технологии блокчейна |
|---|---|
| Двойное толкование и обман возможны из-за бумажной версии договоренностей | Двойное толкование затруднено фиксацией договоренности в блокчейне |
| Субъект вынужден самостоятельно искать контрагентов и поставщиков в условиях неоднозначности и неопределенности | Система определяет и предлагает рациональные (оптимальные) комбинации для реализации бартерных цепей |
| Часто нет достаточной информации для адекватного ценообразования | Открытая информация для ценообразования. Число условных единиц может быть необязательным атрибутом каждой сделки |

Возникает вопрос, что вместо денег в обмене может выполнять функцию эквивалента. Эту функцию могут иметь токены (баллы и их различные виды — рейтинги смарт-контрактов), например, ими может быть число положительных отзывов.

Конечно, важно использовать корректную установленную форму договора (смарт-контракта). Формирование корзин обмена и условия транзакций должны быть очень четко формализованы в соответствии с законодательством страны (если в договоре не указано иное, то считается, что товары считаются равноценными — договор должен быть составлен так, чтобы из его условий не следовало иное). В РФ ст. 568 ГК — договор мены (бартер).

Рассмотренные в данной статье вопросы демонстрируют парадокс двойного отрицания в историческом развитии обращения: непосредственный обмен (бартер) — обмен, опосредованный всеобщим (денежным) эквивалентом (формула «товар — деньги — товар») — бартер в информационном обществе (смарт-контракты и бартерные цепочки без денег). В результате применения предлагаемой экономической модели можно достичь следующих результатов:

– создавать социальные институты, которые будут помогать человеку на базе проверенных практик, основанных на мудрости и опыте. Способ реализации — создание института наставничества, где каждый талант будет брать себе подмастерьев и отвечать за их развитие;

– возможность применять таланты, где они смогут реализовать себя с прицелом на собственный и общества достаток. В Игре — создание для каждого участника возможностей и условий для получения достатка;

– изменение культурных установок со спекулятивной модели на эффективное, целевое использование ресурсов в количестве, необходимом для раскрытия творческого потенциала каждого игрока, и в объеме, необходимом для личного ощущения счастья и гармонии с самим собой, окружающим обществом и природой (симбиотический, экологический, системный подходы).

Программная платформа в рамках описанной концепции позволит достичь нового уровня автоматизации с максимальной надежностью и гарантией защищенности сделок.

Технологии программной коммутации, виртуализации сетей с обеспечением пиринговых соединений между пользователями, устройствами и приложениями позволяют реализовать предложенную децентрализованную микросервисную архитектуру с помощью программного обеспечения с открытым исходным кодом. Это будет способствовать устойчивому развитию общества и его гармонии с природой.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

**Еремченко Е., Тикунов В., Никонов О., Мороз В., Массель Л., Захарова А.** и др. (2017). Цифровая Земля и цифровая экономика // *Geocontext.* № 5. С. 40–54. [**Eremchenko E., Tikunov V., Nikonov O., Moroz V., Massel' L., Zakharova A.** et al. (2017). Digital earth and the digital economy. *Geocontext*, 5, 40–54 (in Russian).]

**Маркс К.** (2017). *Капитал.* Том первый. М.: Литрес. [**Marks K.** (2017). *Kapital*. Vol. 1. Moscow: Litres.]

**Bashir I.** (2018). *Mastering Blockchain*. 2 ed. Birmingham: Packt Publishing. ISBN: 9781788839044.

**Kogias D.G., Leligou H.C., Xevgenis M., Polychronaki M., Katsadouros E., Loukas G., Patrikakis C.Z.** (2019). Toward a blockchain-enabled crowdsourcing platform. *IT Professional*, 21(5), 18–25. DOI: 10.1109/MITP.2019.2929503

**Li X., Hsieh J.J. Po-An, Rai A.** (2013). Motivational differences across post-acceptance information system usage behaviors: An investigation in the business intelligence systems context. *Information Systems Research,* 24, 3, 659–682.

**Narayanan A., Bonneau J., Felten E., Miller A., Goldfeder S.** (2016). *Bitcoin and cryptocurrency technologies: A comprehensive introduction*. Princeton: Princeton University Press. ISBN: 978–0–691–17169–2.

**Odum H.T.** (1983). *Systems ecology*. *An introduction*. Chichester: Wiley.

**Raustiala K.** (2002). The architecture of international cooperation: Transgovernmental networks and the future of international law. *Virginia Journal of International Law*, 43, 1.

**Swan M.** (2018). Chapter 5. Blockchain for business: Next-generation enterprise artificial intelligence systems. *Advances in Computers,* 111, 121–162.

**Yeoh W., Koronios A.** (2010). Critical success factors for business intelligence systems. *Journal of Computer Information Systems*, 50, 3, 23–32. DOI: 10.1080/08874417.2010.11645404

# Investigation of the possibilities of barter chains based on decentralized technologies

© 2021 I.V. Stepanyan, M.A. Chirkov

**I.V. Stepanyan,**
*Mechanical Engineering Research Institute, Russian Academy of Sciences (IMASH RAS), Moscow, Russia; e-mail: neurocomp.pro@gmail.com*

**M.A. Chirkov,**
*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; e-mail: mospil@mail.ru*

Received 18.01.2021

*The authors are grateful for the discussions and ideas to Igor Sidorchuk, Oleg Sokolov, Igor Pronin, Konstantin Lapshin, and Anton Alipov.*

**Abstract.** The purpose of this work is to analyze the capabilities of automated barter chains based on decentralized technologies — distributed databases and peer-to-peer networks. Blockchain technologies are taken as an example. The authors describe the concept of the so-called Game, which is a system-forming platform of automated barter chains for effective interaction between participants in economic processes (players) and is aimed at developing and acquiring the wealth of each participant, as well as revealing their creative and personal potential. As a result of the analysis, the function of the equivalent in exchange without money is determined. A conclusion is made about the possibility of creating a distributed mentoring Institute, where each talent will invite apprentices and become responsible for their development. The issues of generalization of the financial paradigm in the transition to a new socio-economic technological order by changing cultural attitudes to the model of effective, targeted use of resources in the amount necessary to disclose the creative potential of each player and to empower his personal sense of happiness and harmony with himself, the surrounding society and nature (symbiotic, ecological, systematic approach). The software platform within the framework of the described concept will allow achieving a high level of automation with maximum reliability and guarantee of transactions' security. The presented concept is proposed as a basis for ensuring the sustainability of society's development by redirecting the resource base to the harmonious sustainable development and interaction of man and nature, forming an ecocentric social consciousness that determines the ethical attitude of Man to the Biosphere, Flora and Fauna.

**Keywords:** barter, decentralized systems, blockchain, sustainable development, economic relations, people, society.

**JEL Classification:** P11, D13. D51.

**DOI:** 10.31857/S042473880017500-9