ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

CC BY 4.0

DOI: 10.26794/2587-5671-2021-25-2-143-165
УДК 338.1(045)
JEL G17, C51

Методика оценки влияния диффузии блокчейн-технологий на развитие национальной экономической системы (на примере экономики РФ)

Л.А. Ельшин[a]✉, В.В. Бандеров[b], А.А. Абдукаева[c]
[a, c] Центр перспективных экономических исследований Академии наук Республики Татарстан, Казань, Россия;
[a, c] Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия;
[b] Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия;
✉Автор для корреспонденции
[a] https://orcid.org/0000-0002-0763-6453; [b] https://orcid.org/0000-0002-6749-1225;
[c] https://orcid.org/0000-0003-1262-5588

АННОТАЦИЯ

Технологии распределенного хранения данных становятся неотъемлемой частью современной экономики. В связи с этим поиск формализованных подходов к оценке влияния блокчейн-технологий на ключевые параметры макроэкономических генераций крайне **актуален. Предмет** исследования — система отношений экономических субъектов национальной экономики, связанных с восприятием блокчейн-технологий, проникающих в хозяйственные процессы. **Целью** исследования является разработка методического инструментария сценарного прогнозирования возможных последствий для национальной экономики проникновения в хозяйственную среду блокчейн-технологий. Авторы использовали **методы** коинтеграционного анализа, сценарного моделирования, обоснования исследуемых закономерностей с применением методов регрессионного анализа и др. В качестве информационной и статистической базы данных выступали труды зарубежных и российских ученых, официальные данные Федеральной службы государственной статистики РФ. Систематизированы положительные и отрицательные экстерналии; предложен алгоритм исследования влияния блокчейн-технологий на динамику ВВП через призму трансформации ключевых параметров функционирования финансового и реального секторов экономики; построена модель и даны оценки степени возможного воздействия на ВВП интеграции блокчейн-технологий в экономику. В результате авторы пришли к следующим **выводам**: в наибольшей степени интеграция блокчейн-технологий в систему хозяйственных процессов национальной экономики влияет на изменение финансовых результатов кредитных организаций, повышение ликвидности капитала экономических агентов, а также ускорение процессов социализации каналов доступа хозяйствующих субъектов к финансовым рынкам (расширение доступа экономических агентов к фондовым торговым площадкам). Сценарное моделирование изменения данных факторов позволило установить, что потенциал дополнительного роста ВВП российской экономики может достигать порядка 1% в год в рамках интеграции технологий распределенного хранения данных в систему хозяйственных отношений. Разработанные и получившие апробацию методы формализованной оценки влияния блокчейн-технологий на динамику экономического роста создают основу для уточнения методологических подходов к исследованию поставленной проблемы, открывают новые возможности для проведения дискуссионных площадок по данной теме.

Ключевые слова: блокчейн-технологии; динамика экономического роста; ВВП; финансовый сектор экономики; блокчейн-системы; моделирование; коинтеграция; сценарный анализ; риски

Для цитирования: **Ельшин Л.А., Бандеров В.В., Абдукаева А.А. Методика оценки влияния диффузии блокчейн-технологий на развитие национальной экономической системы (на примере экономики РФ).** ***Финансы: теория и практика.*** **2021;25(2):143-165. DOI: 10.26794/2587-5671-2021-25-2-143-165**

© Ельшин Л.А., Бандеров В.В., Абдукаева А.А., 2021

ORIGINAL PAPER

Methodology for Assessing the Impact of the Diffusion of Blockchain Technologies on the Development of the National Economic System (illustrated by the example of the Russian Economy)

L.A. El'shin[a] ✉, V.V. Banderov[b], A.A. Abdukaeva[c]
[a, c] Center for Advanced Economic Research of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Kazan, Russia;
[a, c] Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia;
[b] Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia
[a] https://orcid.org/0000-0002-0763-6453; [b] https://orcid.org/0000-0002-6749-1225;
[c] https://orcid.org/0000-0003-1262-5588
✉Corresponding author

ABSTRACT

Distributed data storage technologies are becoming an integral part of the modern economy. In this regard, today it is very **relevant** to a search for formalized approaches to assessing the impact of blockchain technologies on key parameters of macroeconomic generations. The **subject** of the research is the system of relations between economic entities of the national economy, associated with the perception of blockchain technologies that permeate economic processes. The **aim** of the study is to develop a methodological toolkit for scenario forecasting of possible consequences for the national economy of the introduction of blockchain technologies into the economic sector. The authors apply **methods** of cointegration analysis, scenario modeling, substantiation of the studied patterns by methods of regression analysis, etc. The authors use works of foreign and Russian scientists, official data of the Federal State Statistics Service of the Russian Federation as an information and statistical database. The authors systematize positive and negative externalities; propose an algorithm for studying the influence of blockchain technologies on the dynamics of GDP through the transformation of the key parameters of the functioning of the financial and real sectors of the economy; build a model and assess the possible impact on GDP of the integration of blockchain technologies into the economy. As a result, the authors make the following **conclusions**: to the greatest extent, the integration of blockchain technologies into the business processes of the national economy affects the change in the financial results of credit institutions, an increase in capital liquidity of economic agents, as well as the acceleration of the processes of socialization of channels of access of business entities to financial markets (expanding access of economic agents to exchanges). Scenario modeling of changes in these factors made it possible to establish that the potential for additional GDP growth in the Russian economy can reach about 1% per year as part of the integration of distributed data storage technologies into the system of economic relations. The developed and approved methods for the formalized assessment of the impact of blockchain technologies on the dynamics of economic growth create the basis for clarifying methodological approaches to the study of the problem posed, open up new opportunities for holding discussion platforms on this topic.

***Keywords*:** blockchain technologies; dynamics of economic growth; GDP; financial sector of the economy; blockchain systems; modeling; cointegration; scenario analysis; risks

For citation: **El'shin L.A., Banderov V.V., Abdukaeva A.A. Methodology for assessing the impact of the diffusion of blockchain technologies on the development of the national economic system (illustrated by the example of the Russian economy). *Finance: Theory and Practice*. 2021;25(2):143-165. (In Russ.). DOI: 10.26794/2587-5671-2021-25-2-143-165**

ВВЕДЕНИЕ

Цифровизация социоэкономической среды существенным образом трансформирует традиционные сферы хозяйственной деятельности. На смену аналоговому телевидению пришло цифровое; фиатные платежи заменяются электронными; обмен данных и построенные на их основе управленческие модели перешли в систему электронного документооборота и т.п. Блокчейн-технологии также могут существенным образом изменить устоявшиеся процессы и бизнес-модели хозяйствующих субъектов, а также финансовую сферу, продолжив развивать парадигму FinTech.

Технология блокчейн была разработана С. Накомото в 2008 г. [1] в целях обойти централизованные системы регулирования транзакций и операционных процессов на основе использования механизмов распределенного (децентрализованного) хранения данных. Тем самым «был

создан алгоритм, на основе которого покупатель и продавец могут совершать сделки непосредственно по сети с использованием шифровальных и согласительных механизмов посредством участия блокчейн-сетевых узлов» [2].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

С сожалением приходится констатировать, что, несмотря на прогрессирующий интерес со стороны экспертного и научного сообщества к технологиям распределенного хранения данных и проблематике изучения их влияния на развитие национальной экономики и ее отдельных секторов, наблюдается как разобщенность взглядов на решение поставленного вопроса, так и отсутствие единых подходов к формализованной оценке возможных генерирующихся возможностей и рисков. Как правило, существующие исследования, посвященные проблематике исследования влияния блокчейн-технологий на экономическую динамику, ограничиваются либо качественными характеристиками, либо реализуются через призму экспертных оценок, а также рассуждений общего логического порядка. При этом в подавляющем большинстве позиции авторов склоняются к тому, что исследования подобного рода являются крайне актуальными, значимыми с практической и научной точек зрения и требуют разработки соответствующего методологического аппарата. К примеру, данную позицию можно встретить в трудах Е. А. Пехтеревой [3], Р. К. Нурмухаметова, П. Д. Степанова, Т. Р. Новиковой [4], Ю. А. Коноплевой, В. Н. Киселевой, С. Е. Черемных [5], Е. Д. Бутенко, Н. Р. Исахаева [6], В. А. Попова [7], М. А. Маркова, М. Д. Слюсаря, О. Р. Трофименко [8], Н. Ю. Сопилко, К. Л. Малимона, И. А. Канюкова [9].

Зарубежные ученые также уделяют пристальное внимание поставленной проблематике. В большинстве работ иностранных исследователей отмечается необходимость исследования блокчейн-технологий как с позиций качественного, так и количественного анализа [10–20].

Усиливая аргументацию о роли блокчейн-технологий в современном развивающемся мире, их возможном влиянии на макроэкономические генерации, следует констатировать, что отдельные страны на протяжении последних лет активно идут по пути развития и интеграции рассматриваемых технологий в хозяйственную среду. В качестве иллюстрации можно привести пример Китайской народной республики, где «с мая 2020 г. запущена в оборот национальная криптовалюта Центрального банка Китая (DCEP)»[1]. Ряд Китайских банков уже в 2020 г. начали применять технологии распределенного хранения данных в своей операционной деятельности в части проведения платежей, учета цифровых счетов, ведения реестра больших данных и других целей.

В качестве дополнительных примеров следует отметить, что еще в 2015 г. был организован международный консорциум (R 3), объединивший более чем 80 финансовых учреждений в области практики использования блокчейн-технологий. Компании нефинансового сектора экономики также активно включаются в процессы изучения и апробации блокчейн-технологий в рамках реализуемых ими хозяйственных операций. А компании IT сектора начинают все более активно генерировать предложения и разработки в рассматриваемой сфере.

Не менее активно технологии распределенного хранения данных интегрируются и в хозяйственный оборот национальной экономики РФ. Так, по данным проекта дорожной карты развития технологий блокчейн в РФ, разработанной российской государственной корпорацией «Ростех», «объем рынка технологий распределенного реестра в России в 2018 г. составил 2 млрд руб., к 2024 г. он увеличится до 180 млрд — 454 млрд рублей[2]. В мире объем рынка технологий распределенного реестра в 2018 г. составил 2 млрд долл. США, к 2024 г. он увеличится до 23–54 млрд долл.» (*рис. 1*).

Решение вопроса о значимости блокчейн-технологий и их влияния на параметры и устойчивость национальной экономики лежит в первую очередь в плоскости идентификации и определения ключевых эффектов, порождаемых их использованием в операционной деятельности хозяйствующих субъектов.

Совершенно очевидно, что блокчейн-технологии имеют первоочередное значение в сфере реализации финансовых и операционных транзакций в части:

- снижения посреднических комиссий за их проведение;
- социализации каналов доступа к финансовым рынкам (расширение доступа экономических агентов к фондовым торговым площадкам);

[1] Стала известна дата запуска национальной криптовалюты Китая. РБК, 16.04.2020. URL: https://www.rbc.ru/crypto/news/5e982b909a7947cba287a41b (дата обращения: 29.04.2020).

[2] В России потратят 36 млрд рублей на развитие блокчейна. Что это даст? URL: https://www.cnews.ru/articles/2020–04–19_v_rossii_potratyat_36_mlrd_rub_na_razvitie (дата обращения: 29.12.2020).

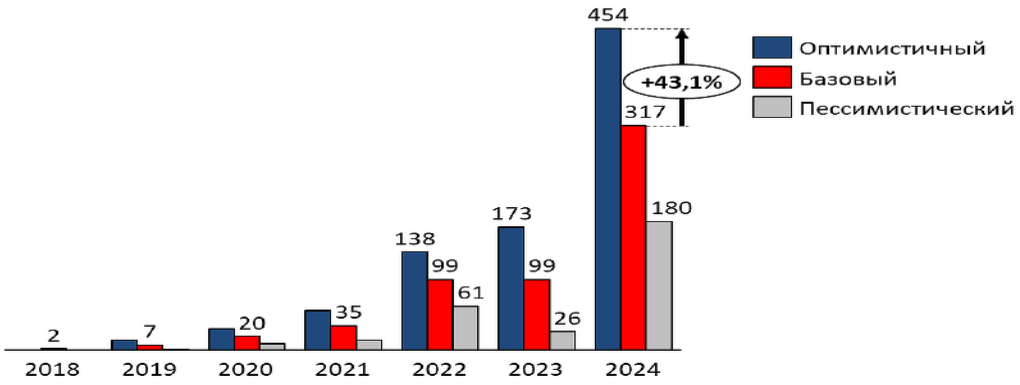


Рис. 1 / Fig. 1. **Прогноз объема рынка технологий распределенного реестра в России до 2024 г., млрд руб. / Forecast of the market size of distributed ledger technologies in Russia until 2024, RUB billion**

Источник / Source: CNews. В России потратят 36 млрд рублей на развитие блокчейна. Что это даст? URL: https://www.cnews.ru/articles/2020–04–19_v_rossii_potratyat_36_mlrd_rub_na_razvitie (дата обращения: 29.12.2020) / (accessed on 29.12.2020).

- расширения возможностей повышения ликвидности капитала кредитных организаций за счет повышения эффективности операционных процессов (что обеспечивает снижение операционных и кредитных рисков);
- расширения возможностей для повышения финансовой устойчивости бизнес-сообщества за счет дополнительного прироста оборотных активов, как результат локализации на финансовых рынках комиссионных доходов за финансовые транзакции и т.п.

В концентрированной форме генерирующиеся возможности в результате интеграции технологий распределенного хранения данных в хозяйственную среду финансового и реального секторов национальной экономики представлены в *табл. 1*.

Абстрагируясь в настоящем исследовании от рисков и угроз, порождаемых интеграцией блокчейн-технологий в финансовый и реальный сектора экономики, подробно представленных в работах Г. О. Крылова, В. М. Селезнёва [21, 22], авторами предпринимается попытка построить модель, оценивающую влияние исследуемых технологий на возможную динамику валового внутреннего продукта. Вместе с тем необходимо подчеркнуть, что предлагаемый подход носит несколько усеченный характер ввиду того, что не учитывает риски, вызванные «возможным отмыванием преступных доходов в силу планетарной структуры распределенных реестров; анонимности и трансграничности блокчейн-транзакций, потенциальных атак типа 51% др. Эти риски являются главным препятствием внедрения блокчейн-технологий в кредитно-финансовой сфере» [21, 22]. Более того, в соответствии с рекомендациями группы разработки финансовых мер борьбы с отмыванием денег (ФАТФ), являющимися общепризнанными международными стандартами, данного рода риски весьма значимы, ввиду чего Рекомендация 15 провайдерам услуг виртуальных активов обращает внимание на необходимость оценивать риски, которые могут возникнуть «в связи с:

- разработкой новых продуктов и новой деловой практики, включая новые механизмы поставки;
- использованием новых или разрабатываемых технологий как для новых, так и для уже существующих продуктов»[3].

В концентрированной форме алгоритм исследования представлен на *рис. 2*, который, с одной стороны, демонстрирует положительные экстерналии от проникновения технологий распределенного хранения данных в экономическую среду, а с другой — отрицательные, вызванные генерирующимися рисками. Между тем, в настоящем исследовании, в соответствии с предметом исследования и поставленной целью, анализу подвергаются лишь положительные эффекты, формирующиеся в результате снижения стоимости транзакций, снижения операционных и кредитных рисков кредитных организаций и социализации каналов доступа к финансовым рынкам. Важно отметить, что анализируемые эффекты представлены не в полной мере, учитывая выделенные в *табл. 1* возможности, генерирующиеся в экономике в процессе проникновения блокчейн-технологий в хозяйственную среду. Вместе с тем использование предлагаемого алго-

[3] FATF (2019), Guidance for a Risk-Based Approach to Virtual Assets and Virtual Asset Service Providers, FATF, Paris. URL: www.fatf-gafi.org/publications/fatfrecommendations/documents/Guidance-RBA-virtual-assets.html (дата обращения: 02.03.2021).

Таблица 1 / Table 1

Положительные экстерналии, вызванные интеграцией блокчейн-технологий в хозяйственную среду / Positive externalities caused by the integration of blockchain technologies into the business environment

1. Блокчейн-технологии, формирующие основу для проведения криптотранзакций, открывают новые возможности для развития инвестиционных рынков, фактически социализируя процессы инвестиционной активности экономических агентов
2. Блокчейн-технологии способны обеспечить ускоренную динамику развития экономики за счет оптимизации расходов и снижения операционных издержек хозяйствующих субъектов
3. Блокчейн-технологии позволяют повысить уровень автоматизации операционных процессов финансовых организаций, что обеспечивает им рост конкурентоспособности и повышение финансовых результатов (использование в финансовой среде блокчейн-технологий приведет к модели проведения транзакции в формате «машина-машина» (machine-to-machine), что предполагает устранение множества посреднических организаций, обслуживающих сделки)
4. Максимально возможный уровень безопасности функционирования блокчейн-систем в контексте несанкционированного доступа (взлома) к данным ее участников. Системы, функционирующие на базе блокчейн-технологий, являются феноменально безопасными (ввиду механизмов децентрализованного хранения данных, основанных на механизмах консенсуса) и в ближайшем будущем, согласно экспертных оценок, взлом криптографических ключей будет практически невозможен
5. Технологии блокчейн могут устранить многие известные и актуальные для настоящего времени проблемы в секторе финансовых услуг — мошенничество, операционные риски, задержки в системе финансовых транзакций и платежей
6. Блокчейн-технологии обеспечивают возможность контроля реализуемых финансовых транзакций для регуляторов в случае, если последние интегрированы в открытые блокчейн-сети
7. Использование блокчейн-технологий способствует сокращению финансовых операционных издержек, возникающих в рамках нормативного соблюдения требований национальных и международных юрисдикций
8. Применение технологий распределенного хранения данных в платежной системе позволит обеспечить снижение стоимости транзакций, что соответствующим положительным образом отразиться на высвобождении совокупного оборотного капитала
9. Использование криптовалюты в процессе обмена активами обеспечивает: – низкий уровень трансакционных издержек в результате устранения институтов посредничества сопровождения финансовой транзакции; – публичная аутентификация участников блокчейн-сделок минимизирует риски мошенничества в сфере платежей, что делает данную форму оплаты менее рисковой по отношению к традиционной, основанной на использовании кредитных карт; – протокол цифровых денег гарантирует, что только уполномоченные стороны могут тратить средства с определенного счета с гарантированным желаемым уровнем конфиденциальности и псевдонимности
10. Снижение уровня ошибок в финансовой сфере, вызванных человеческим фактором. Важнейшей составляющей, обосновывающей положительные перспективы динамичного развития блокчейн-технологий, является возможность создания на их основе «умных» контрактов, которые будут нивелировать риски двусмысленных ситуаций, что приведет к ликвидации спорных отношений между участниками сделки
11. Повышение контроля за финансовым рынком со стороны регуляторов в рамках применения концепции использования открытых блокчейн-систем
12. Блокчейн-система, являясь децентрализованной базой хранения и обработки данных, обеспечивает бесперебойный процесс доступа к ним, в отличие от традиционных репозитариев, где возможны простои сети или ее перегрузки, что может приводить к ограниченному доступу пользователей к базам информационных данных
13. Блокчейн способен нивелировать страновую дифференциацию юридического регулирования бизнес процессов, включая сопровождение финансовых транзакций. Однако в этом случае возникает необходимость перехода на цифровые деньги в качестве платежа.
14. Участники блокчейн-систем способствуют созданию низкого уровня неопределенности и повышают производительность генерации финансовых транзакций
15. Применение блокчейн-технологий может существенно расширить диапазон услуг в сфере финансовых операций. При этом данное расширение будет достигаться, в первую очередь, не за счет повышения уровня автоматизации процессов, а за счет появления новых форматов построения бизнес-моделей. Технологии блокчейн позволяют создавать новые бизнес-модели в результате радикального изменения архитектуры доверия между участниками, которая, в свою очередь, способна трансформировать организационно-управленческие параметры функционирования предприятий (хозяйствующих субъектов)
16. Интеграция в финансовую экосреду блокчейн-технологий позволит снизить стоимость транзакций в результате обострения конкурентной среды на рынке обслуживания денежных переводов
17. Блокчейн-технологии являются весьма эффективным инструментом обеспечения новых форм развития бизнеса на основе привлечения инвестиций и формирования новых принципов работы на рынках капитала в виде ICO
18. Формируется масштабная возможность глобализации и снятия географических барьеров для транзакций, исходя из программируемой идентичности репутационной активности пользователей блокчейн-сетей и надежности проведения транзакций между ее участниками вне зависимости от места их нахождения и идентификационных данных в открытом доступе

Примечание / Note: * БЧС — блокчейн-системы.

Источник / Source: разработано авторами / developed by the authors.

Рис. 2 / Fig. 2. **Алгоритм исследования влияния блокчейн-технологий на динамику ВВП через призму трансформации ключевых параметров функционирования финансового и реального секторов экономики / Algorithm for studying the impact of blockchain technologies on GDP dynamics through the transformation of key parameters of the functioning of the financial and real sectors of the economy**

Источник / Source: разработано авторами / complied by the authors.

ритма позволяет охватить наиболее масштабные преобразования в экономической среде, вызванные «блокчейнизацией» экономической среды: снижение стоимости транзакционных издержек как результат перехода платежной системы на цифровые деньги; снижение операционных и кредитных рисков кредитных организаций; расширение объемов фондовых торгов как результат социализации каналов доступа к финансовым рынкам (расширение доступа экономических агентов к фондовым торговым площадкам). При этом хочется еще раз подчеркнуть, что генерирующиеся эффекты, несомненно, носят более широкий диапазон и требуют проведения отдельных исследований с целью возможной калибровки полученных результатов.

В соответствии с представленным алгоритмом и подходом к проведению исследования авторами построена модель и реализованы соответствующие оценки, позволяющие определить степень воздействия на ВВП интеграции блокчейн-технологий в хозяйственную среду. Решение данной задачи позволяет понять чувствительность экономической динамики страны к корректировкам, происходящим в отдельных функциональных сегментах национальной экономики.

В работе использованы поквартальные данные из официальных источников. Расчеты осуществлены с применением статистического пакета Eviews. В *табл. 2* приведены переменные разрабатываемой модели, их условные обозначения и источники данных. Поквартальная динамика рассматриваемых показателей за период с 2008 по 2019 г. представлена на *рис. 3*. Размерность выборки позволяет осуществить расчеты, так как она больше установленных критических значений статистики Дики-Фуллера [23].

Важным методическим аспектом, предопределившим порядок построения модели, является то, что в случае исследования финансовых временных рядов применение традиционных методов корреляционно-регрессионного анализа может привести к проблемам, выражающимся в смещенности, несостоятельности и неэффективности полученных оценок. А значит, такая модель может быть непригодной для дальнейшего анализа и прогнозирования.

Исследование зависимостей между финансовыми (стохастическими) временными рядами может быть осуществлено с применением метода коинтеграционного анализа [23]. Первоначальным этапом анализа является определение ранга коинтеграции. При этом для обнаружения ранга коинтеграции между исследуемыми рядами необходимо убедится, что анализируемые ряды относятся к категории интегрированных рядов 1-го порядка.

Проверка стационарности первой разности осуществлялась с применением теста Дики-Фуллера, предполагающего проверку следующего условия (применительно к анализируемым временным рядам): $y_t \sim I(1)$, если ряд первых разностей $\Delta y = y_t - y_{t-1}$ является стационарным $\Delta y_t \sim I(0)$.

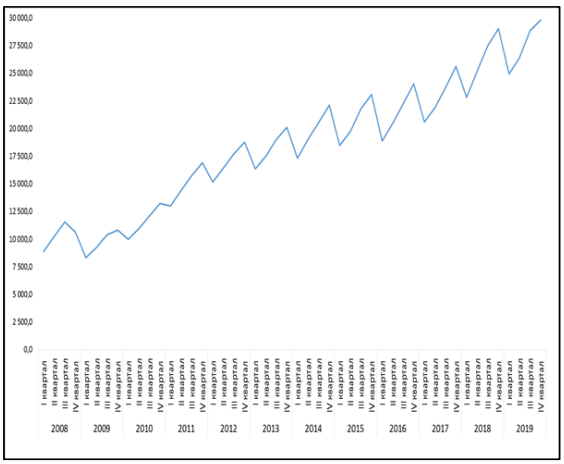
$$\Delta yt = \beta_0 + \beta_1 t + \varphi_{yt-1} + \chi_i \sum_{t=1}^{m} \Delta y_{t-1} + \mu_t. \qquad (1)$$

Таблица 2 / Table 2

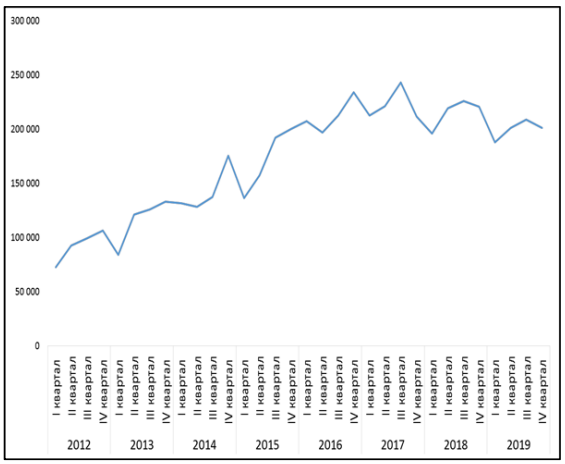
Описание переменных разрабатываемой модели / Description of the variables of the developed model

Переменная / Variable	Обозначение / Designation	Источник данных / Data source
Зависимая		
Валовой внутренний продукт, млрд руб.	ВВП	Росстат
Независимые		
Объем торгов на фондовом рынке, млрд руб.	$V_{\text{торгов}}$	Московская биржа
Переводы денежных средств, осуществленные через платежную систему Банка России с использованием сервисов перевода / систем расчетов, млрд руб.	$V_{\text{транзакций}}$	ЦБ РФ
Общий объем прибыли/убытков, полученных действующими кредитными организациями, млн руб.	$V_{\text{финрез}}$	ЦБ РФ

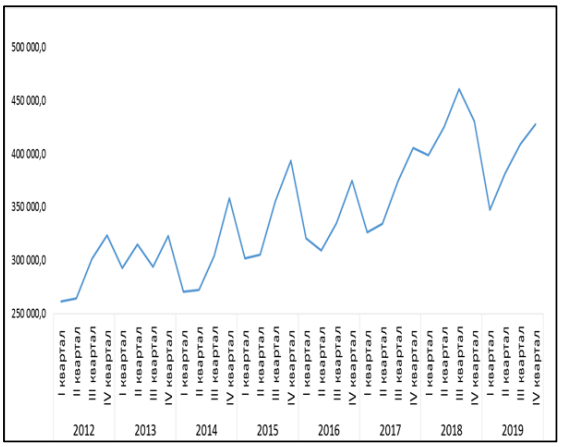
Источник / Source: разработано авторами / compiled by the authors.



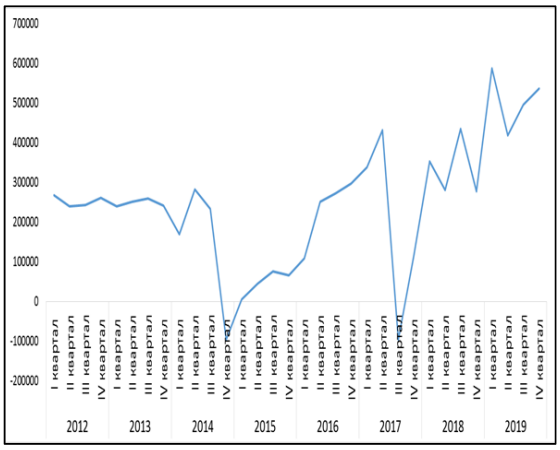
Динамика изменения объема ВВП с 2008 по 2019 г., поквартальные данные, млрд руб.



Динамика изменения объема торгов на фондовом рынке с 2012 по 2019 г., поквартальные данные, млрд руб.



Динамика изменения количества переводов денежных средств с 2012 по 2019 г., поквартальные данные, млрд руб.



Динамика изменения прибыли (убытков) кредитных организаций с 2012 по 2019 г., поквартальные данные, млрд руб.

Рис. 3 / Fig. 3. **Поквартальная динамика используемых в модели показателей за период с 2008 по 2019 г. / Quarterly dynamics of the indicators used in the model for the period 2008–2019**

Источник / Source: разработано авторами / compiled by the authors.

Таблица 3 / Table 3

Результаты тестирования на стационарность / Stationarity test results

Переменные / Variable	t-стат / t-stat.	Знач. / Prob	Вывод / Output
ВВП	–3,10	0,03	Стационарный
$V_{\text{торгов}}$	–6,39	0,000	Стационарный
$V_{\text{транзакций}}$	–7,98	0,000	Стационарный
$V_{\text{финрез}}$	–3,27	0,002	Стационарный

Источник / Source: разработано авторами / compiled by the authors.

Таблица 4 / Table 4

Анализ краткосрочных зависимостей между временными рядами (причинность по Грейнджеру) / Analysis of short-term relationship between time series (Granger causality)

Pairwise Granger Causality Tests			
Date: 12/22/20 Time: 15:33			
Sample: 1 32			
Lags: 2			
Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
PROFIT does not Granger Cause GDP	30	1.61992	0.2180
GDP does not Granger Cause PROFIT		2.28819	0.1223
TRADE does not Granger Cause GDP	30	0.68524	0.5132
GDP does not Granger Cause TRADE		0.95557	0.3982
TRANSACTION does not Granger Cause GDP	30	1.25353	0.3028
GDP does not Granger Cause TRANSACTION		2.64359	0.0909
TRADE does not Granger Cause PROFIT	30	1.65056	0.2122
PROFIT does not Granger Cause TRADE		2.55923	0.0975
TRANSACTION does not Granger Cause PROFIT	30	4.15116	0.0278
PROFIT does not Granger Cause TRANSACTION		1.20829	0.3156
TRANSACTION does not Granger Cause TRADE	30	1.11006	0.3452
TRADE does not Granger Cause TRANSACTION		1.08075	0.3547

Источник / Source: разработано авторами / compiled by the authors.

Результаты тестирования рассматриваемых временных рядов на стационарность приведены в *табл. 3*.

Таким образом, полученные оценки применительно к анализируемым временным рядам демонстрируют, что исследуемые ряды являются стационарными при 5%-ном уровне значимости.

Кроме проверки наличия единичного корня необходимо проверить наличие причинных связей между показателями, используя метод Грейнджера. Основная идея Грейнджера заключается в том, что причины X_t предшествуют следствию Y_t и оказывают влияние на будущие значения *y*. В то время как значения следствия не оказывают влияния на будущие значения *x* [24].

$$y_t = \alpha_1 + \sum_{i=1}^{n} \beta_i x_{t-1} + \sum_{i=1}^{n} \alpha_i y_{t-1} + \mu_{1t}, \qquad (2)$$

$$x_t = \alpha_2 + \sum_{i=1}^{n} \chi_i x_{t-1} + \sum_{i=1}^{n} \alpha_i y_{t-1} + \mu_{2t}. \qquad (3)$$

Результаты тестирования на причинность Грейнджера приведены в *табл. 4*.

В соответствии с полученными результатами гипотеза об отсутствии причинно-следственной связи

Таблица 5 / Table 5

Коэффициенты уравнения коинтеграции / Coefficients of the cointegration equation

Переменная / Variable	Параметр / Option	t-стат. / t-stat.	P-знач. / Prob.
Прибыли (убытки) кредитных организаций	6,357514	3,026973	0,0054
Переводы денежных средств	0,050255	5,140039	0,0000
Объем торгов на фондовом рынке	0,014291	3,616089	0,0477
C	–48,67934	–0,021281	0,9832
R-квадрат	0,868906		
Нормированный d R-квадрат	0,854340		

Estimation Equation:

==========

GDP = C(1)*PROFIT + C(2)*TRANSACTION + C(3)*TRADE + C(4)

Substituted Coefficients:

==========

GDP = 6.35751406019*PROFIT + 0.0502550677569*TRANSACTION + 0.0142908071432*TRADE – 48.6793413181

Источник / Source: разработано авторами / compiled by the authors.

опровергается для всех исследуемых пар временных рядов при 5%-ном уровне значимости, кроме пары: «Объем переводов денежных средств, осуществленных через платежную систему Банка России» и «прибыль (убытки) кредитных организаций» по Грейнджеру.

В случае, если совокупность временных рядов представляет собой интегрированный процесс первого порядка, то применение регрессионной модели может привести к смещенным, несостоятельным и неэффективным оценкам [25]. Такие ряды называют коинтегрированными и применяют коинтеграционное уравнение.

Чтобы проверить совместную интеграцию, метод оценки, использованный в этом исследовании, включает в себя тест совместной интеграции Йохансена Юзелиуса [26]:

$$Y_t = A_1 Y_{t-1} \ldots + A_n Y_{t-n} + BX_t + \varepsilon_t \qquad (4)$$

Коинтеграционное уравнение:

$$\Delta Y_t = \rho Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{m-1} T_i \Delta Y_{t-i} \varphi X_t + \varepsilon_t, \qquad (5)$$

где

$$\rho = \sum_{i=1}^{n} A_i - I \text{ и } T_i = -\sum_{j=i+1}^{n} A_j. \qquad (6)$$

На основании реализованных итераций получено следующее уравнение искомой зависимости:

$$ВВП = 48,67 + 0,01 * V_{\text{торгов}} + \\ + 0,05 * V_{\text{транзакций}} + 6,35 * V_{\text{финрез.}} \qquad (7)$$

Сопоставление фактических значений ВВП с прогнозируемыми на основе полученной модели представлен она *рис. 4*.

Разработанное коинтеграционное уравнение свидетельствует о наличии положительного воздействия на ВВП рассматриваемых экзогенных факторов, что позволяет количественно оценить степень и возможный потенциал их влияния с позиции воздействия на них процессов «блокчейнизации» хозяйственных процессов.

Полагаясь на полученные результаты в качестве финальной итерации исследования реализован сценарный анализ влияния корректировки значений рассматриваемой совокупности факторов вследствие проникновения технологий распределенного хранения данных на динамику экономического роста в РФ.

1. Сценарный анализ динамики общего объема прибыли/убытков, полученных действующими кредитными организациями.

Оценка макроэкономических генераций вследствие интеграции блокчейн-технологий в банковский сектор, основывается на вероятностном, сценарном анализе корректировки кредитных и операционных рисков кредитных организаций. Данный подход основывается на базовых функциональных принципах, заложенных в технологии распределенного хранения данных, включая:

- алгоритмизация и автоматизация процессов учета и обработки данных;
- снижение расходов на посреднические услуги;
- конфиденциальность данных;

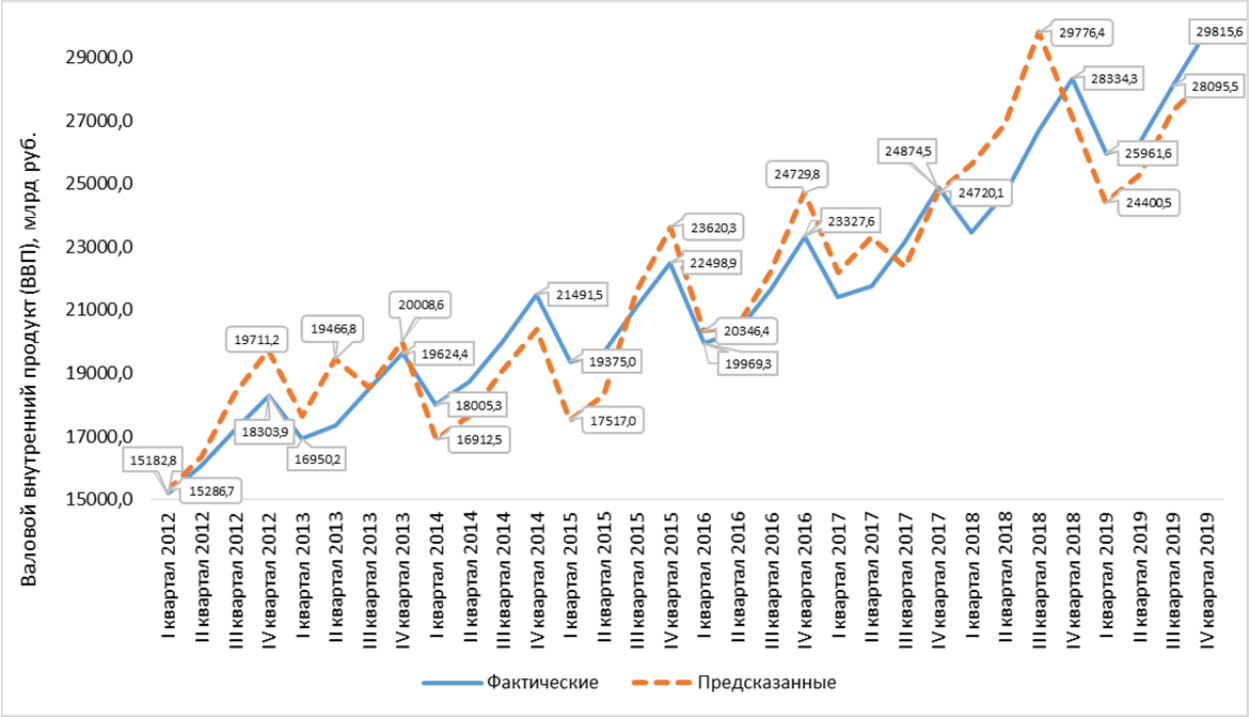


Рис. 4 / Fig. 4. **Сопоставление фактического и предсказанного временного ряда / Comparison of the actual and predicted time series**

Источник / Source: разработано авторами/ compiled by the authors.

- верификация активов;
- переход на новые формы и типы бизнес-моделей;
- ликвидация/локализация оппортунистических моделей хозяйствования;
- контроль;
- безопасность данных и др.

Более подробно реализация данного функционала блокчейн-технологий с позиции генерирующихся эффектов для организаций финансового рынка представлены в [27–31].

ОПЕРАЦИОННЫЕ РИСКИ

Уровень операционных рисков кредитных учреждений определяется на основе Базельских соглашений[4] [32] и составляет не менее 15% от среднего значения валового дохода банка. Центральный банк России установил значение данного индикатора на уровне 12,5% (на 01 января 2020 г.).

Отталкиваясь от гипотезы о том, что использование блокчейн-технологий в деятельности финансовых организаций будет генерировать положительные эффекты, вызванные оптимизацией и повышением эффективности операционных процессов, представляется перспективным пересмотреть систему формирования коэффициентов резервирования по отношению к операционному риску.

Снижение ставок резервирования (в рамках стратегии использования в операционной деятельности технологий блокчейн) по операционным рискам соответствующим образом будет определять рост финансовой эффективности кредитных организаций, что подтверждается не только логикой этого процесса, но и простейшими эконометрическими расчетами [формула (8), *табл. 6*].

$$Y = 12{,}24 + 0{,}19\,X_1 - 0{,}18\,X_2\,, \qquad (8)$$

где Y — финансовые результаты деятельности кредитных организаций, млрд руб.; X_1 — объем выданных кредитов, млрд руб.; X_2 — величина операционного риска (ОР) с коэффициентом 12,5%, млрд руб.

Опираясь на полученную модель [формула (8)], далее реализован сценарный анализ генерирования возможных эффектов в виде прироста финансовых показателей деятельности кредитных организаций в результате снижения ставок резервирования под давлением сокращения опе-

[4] Базельские соглашения. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D0%BB%D1%8C_II (дата обращения: 22.04.2020).

Таблица 6 / Table 6

Оценка значимости коэффициентов уравнения регрессии / Estimating the significance of the regression equation coefficients

	t-стат. / t-stat.	P-значение / Prob.
Y-пересечение	0,039	0,969
Объем выданных кредитов, млрд руб.	3,105	0,017
Величина операционного риска (ОР) с коэффициентом 12,5%, млрд руб.	–2,852	0,041
$R^2 = 0,86$		

Источник / Source: разработано авторами / compiled by the authors.

рационных рисков. Важно при этом отметить, что реализованные далее сценарные расчеты во многом соответствуют аналитическим оценкам по данному вопросу, опубликованным консалтинговой компанией «Accenture Consulting» (в соответствии с ними проникновение блокчейн-технологий в экосреду банковского сектора способно обеспечить снижение операционных рисков от 10 до 50%)[5].

Полагаясь на данные оценки, а также руководствуясь соображениями о поиске гарантированных эффектов, в настоящем исследовании за базовый сценарий принят вариант, предусматривающий снижение ставки резервирования операционных рисков на 20% с 12,5 до 10% от средней величины финансовых результатов за последние три года. По данным на 2019 г. это составляет, соответственно, 8137,4[6] и 6509,9 млрд руб. (определено расчетным путем). Выбор данного сценария, несомненно, носит вероятностный характер, однако вписывается в верхний предел первой квартили рассмотренного выше диапазона возможных изменений.

При этом стоит отметить, что предлагаемый сценарий носит весьма консервативный характер, учитывая перечисленные выше эффекты, генерирующиеся в рамках проникновения блокчейн-технологий в операционные процессы. На основании данной стратегии анализа, а также полагаясь на формулу (8) в *табл. 7* представлены итоговые оценки, характеризующие финансовые результаты деятельности кредитных организаций в рамках рассматриваемого сценария.

[5] Блокчейн в банкинге: анализ ценности технологии для инвестиционных банков. URL: https://habr.com/ru/company/wirex/blog/400565/ (дата обращения: 22.04.2020).

[6] Обзор банковского сектора Российской Федерации (интернет-версия). Аналитические показатели. № 200, июнь 2019 года. URL: https://cbr.ru/Collection/Collection/File/19777/obs_200.pdf (дата обращения: 22.04.2020).

КРЕДИТНЫЕ РИСКИ

Заложенный в блокчейн-технологии механизм доверия и согласованности действий, ограничивающий оппортунистический принцип взаимодействия контрагентов, позволяет выдвинуть гипотезу, согласно которой использование кредитными организациями исследуемых технологий позволит снизить или даже ликвидировать (в оптимистическом сценарии) сомнительные, проблемные и безнадежные ссудные задолженности [33–35]. Открытые блокчейн-системы способны не только формировать репутационный рейтинг заемщиков/контрагентов кредитных организаций, но и создавать информационный базис для принятия оптимальных управленческих решений в сфере ссудной деятельности. Это, в свою очередь, предопределяет минимизацию отрицательных экстерналий между участниками интегрированных блокчейн-систем. Кроме того, важно отметить, что «применение технологий распределенного хранения данных будет более эффективно формировать процедуры KYC, операционализировать процессы взаимодействия между участниками кредитной сделки (к примеру, на основе использования “умных” контрактов), формировать условия автоматизации принятия управленческих решений и т.п.» [36].

По данным совокупный размер кредитных рисков в банковском секторе национальной экономики достигает порядка 5,7 трлн руб. в год, судя по данным о фактически сформированных в 2019 г. резервов на возможные потери по ссудам. Важно при этом подчеркнуть, что в последние годы динамика кредитных рисков характеризуется устойчивым ростом, что никоим образом не может способствовать росту финансовой устойчивости кредитных организаций.

В целях обнаружения зависимостей, раскрывающих влияние кредитных рисков на ключевые

Таблица 7 / Table 7

Сценарный анализ корректировки финансовых результатов банковского сектора РФ в соответствии со снижением ставки резервирования по операционным рискам до 10% от валового дохода кредитной организации / Scenario analysis of adjustments to the financial results of the banking sector of the Russian Federation in connection with a decrease in the provision rate of operational risks to 10% of the gross income of a credit institution

Показатель / Indicator	Значение / Value
Размер резервируемого капитала под операционные риски с учетом проникновения блокчейн-технологий в систему операционной деятельности кредитных организаций, млрд руб.	6509,9
Финансовые результаты кредитных организаций, млрд руб. [определено на основе формулы (8)]	2095,4
Сценарный прирост финансовых результатов по отношению к фактической величине (по состоянию на 01.01.2020), млрд руб.	58,6*

Примечание / Note: * — для справки, фактические финансовые результаты деятельности кредитных организаций на рассматриваемую дату составляли 2036,8 млрд руб.** / for reference, the actual financial results of the activities of credit institutions as of the date under review amounted to 2,036.8 billion rubles.

Источник / Source: разработано авторами / compiled by the authors.

** Отчет «Обзор: банковский сектор в 2019 году». URL: https://cbr.ru/Collection/Collection/File/19777/obs_200.pdf (дата обращения: 22.04.2020).

Таблица 8 / Table 8

Оценка значимости коэффициентов уравнения регрессии / Estimating the significance of the regression equation coefficients

	t-стат. / t-stat.	P-знач. / Prob.
Y-пересечение	0,928	0,377
Объем выданных кредитов, млрд руб.	7,108	0,000001
РВП под ссуды всего (млн руб.)	–4,765	0,001
$R^2 = 0,93$		

Источник / Source: разработано авторами / compiled by the authors.

параметры финансовых результатов банковского сектора, построена соответствующая регрессионная модель (*табл. 8*).

$$Y = -437,28 + 0,23X1 - 0,3X2, \quad (9)$$

где Y — финансовые результаты деятельности кредитных организаций, млрд руб.; $X1$ — объем выданных кредитов, млрд руб.; $X2$ — сформированный резерв на возможные потери по ссудам.

Далее, полагаясь на ранее представленные и опубликованные нами исследования, раскрывающие фактические и прогнозируемые значения резервируемого банковским сектором РФ капитала под кредитные риски [37, 38], в *табл. 9* представлены данные, раскрывающие возможный прирост финансовых результатов кредитных организаций вследствие их минимизации под давлением процессов «блокчейнизации». За основу выбран сценарий, предусматривающий снижение сомнительных и проблемных ссуд на 25%. Данный сценарий отнесен к базовому и предусматривает минимально возможные эффекты, тем самым практически гарантируя возможные результаты, генерирующиеся в банковском секторе по направлению «Кредитная деятельность» в рамках использования блокчейн-технологий.

В *табл. 10* представлены количественные базовые оценки возможного совокупного прироста финансовых результатов кредитных организаций вследствие использования ими в операционной деятельности блокчейн-технологий.

2. Сценарный анализ влияния развития системы криптотранзакций.

Важно отметить, что к настоящему времени нет единства во взглядах относительно того, в какой

Таблица 9 / Table 9

Прирост финансовых результатов кредитных организаций РФ вследствие минимизации кредитных рисков вследствие использования блокчейн-технологий / Increase in the financial results of credit institutions in the Russian Federation by minimizing credit risks through the use of blockchain technologies

Показатель / Indicator	Значение / Value
Прогнозируемое значение резервируемого капитала под кредитные риски, млрд руб. (в соответствии со сценарием)	5318,1
Потенциал снижения обязательных резервов на возможные потери по кредитному риску*	394,5
Расчетное значение показателя «Финансовые результаты деятельности кредитных организаций», млрд руб.**	1374,7
Абсолютное отклонение финансовых результатов от базового – фактически сформировавшегося значения на 01.01.2019, в млрд руб.***	+ 29,9

Примечание / Note: * – расчет осуществлен как отклонение фактической величины резервов (5712,6 млрд руб. на 01.01.2019) от сценарного значения / the calculation was carried out as a deviation of the actual amount of reserves (RUB 5712.6 billion as of 01.01.2019) from the scenario value; ** – рассчитано на основе формулы 9, где X1 – фактическое значение объема выданных кредитов, X2 – прогнозируемое значение резервируемого капитала под кредитные риски, млрд руб. (в соответствии со сценарием: 5318,1) / calculated on the basis of formula 9, where X1 is the actual value of the volume of issued loans, X2 is the projected value of the capital reserved for credit risks, billion rubles (according to the scenario: 5318.1); *** – расчет осуществлен как разница между фактическим уровнем финансовых результатов деятельности кредитных организаций (за 2018 г.: 1344,8 млрд руб.) и предсказанным значением по формуле 9 (1374,7 млрд руб.) / the calculation was carried out as the difference between the actual level of financial results of credit institutions (for 2018: RUB 1,344.8 billion) and the predicted value using formula 9 (RUB 1,374.7 billion).
Источник / Source: разработано авторами / compiled by the authors.

Таблица 10 / Table 10

Интегральная оценка влияния операционных и кредитных рисков на изменение финансовых результатов кредитных организаций РФ в процессе проникновения блокчейн-технологий в операционную среду, млрд руб. / Integrated assessment of the impact of operational and credit risks on the change in the financial results of credit institutions in the Russian Federation in the process of diffusion of blockchain-technologies into the operating environment, billion rubles

Значение операционного риска (факт/базовый сценарий), млрд руб. / Operational risk value (actual / baseline scenario), bln rubles	Значение кредитного риска (факт/базовый сценарий), млрд руб. / Credit risk value (actual / baseline scenario), bln rubles	Прирост финансовых результатов банковского сектора в результате снижения: операционного риска/кредитного риска/всего, млрд руб. / An increase in the financial results of the banking sector as a result of a decrease in: operational risk / credit risk / total, bln rubles
8137,4 / 6509,9	5 712,6 / 5318,1	+58,6 / +29,9 / +88,5

Источник / Source: разработано авторами / compiled by the authors.

степени внедрение в хозяйственную деятельность хозяйствующих субъектов криптотранзакций способно повлиять на устойчивость и динамику экономического роста.

Ряд экспертов [9, 39, 40], полагают, что использование цифровых денег генерирует риски снижения контроля над платежной системой со стороны центрального регулятора, а также способствует сокращению прибыли финансовых организаций, и, как следствие, приводит к снижению динамики ВВП. Другая часть экспертов полагает [41–45], что проникновение в оборот криптотранзакций будет способствовать приросту валового национального продукта в результате открывающихся возможностей оптимизации и построения новых бизнес-моделей, расширяющих спектр хозяйственных операций, развития системы «умных» контрактов, преодоления посреднических услуг,

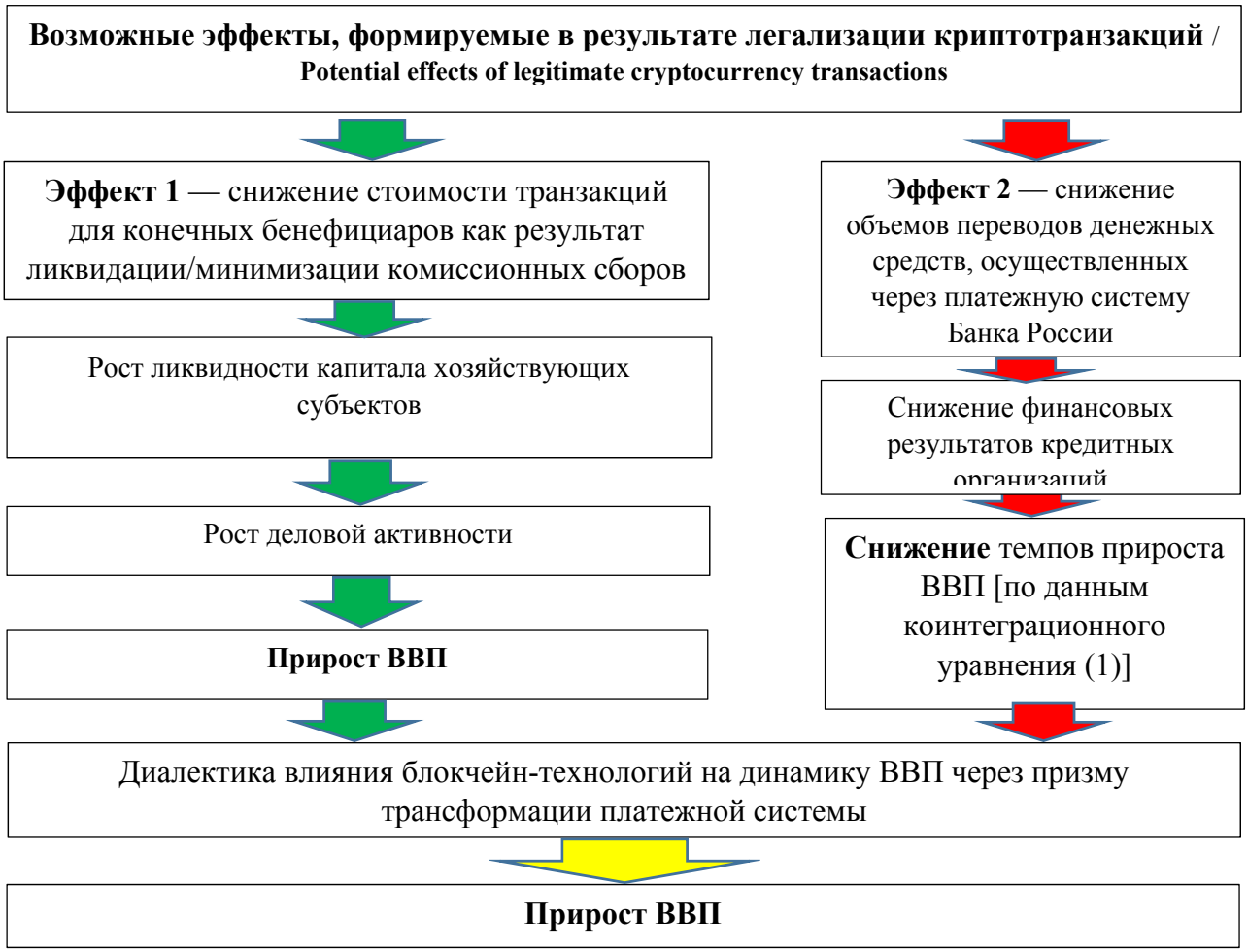


Рис. 5 / Fig. 5. **Графическая интерпретация влияния блокчейн-технологий на процесс трансформации платежной системы / Graphical interpretation of the impact of blockchain technologies on the process of transformation of the payment system**

Источник / Source: разработано авторами / complied by the authors.

перехода на одноранговую систему платежей и обмена активами, минимизации транзакционных издержек вследствие минимизации комиссионных сборов и т.п.

Наша позиция по рассматриваемому вопросу заключается в том, что обе точки зрения справедливы. В этой связи при решении задачи формализованной оценки влияния криптотранзакций на экономический рост важно придерживаться консолидированной позиции и учитывать имеющую место разнонаправленность генерирующихся эффектов. На *рис. 5* представлена графическая интерпретация выдвигаемого подхода.

Эффект 1. Оценка реализована на основе построения четырех сценариев интеграции цифровых денег в хозяйственную среду (*табл. 11*) и в целом соответствуют аналогичным оценкам, представленным в работах зарубежных экспертов по данному вопросу [16, 46–49].

В качестве базового сценария, в рамках проведения анализа чувствительности ВВП к приросту ликвидности капитала экономических агентов в результате перехода платежной системы на криптотранзакции принят наиболее консервативный из рассматриваемых сценарий № 1, предусматривающий, в соответствии с проведенными оценками, рост ликвидности хозяйствующих субъектов до 128 млрд руб. (*табл. 11*).

Эффект 2. С точки зрения формализованной оценки экономических эффектов следует констатировать, что переход транзакций в криптосреду не повлияет на объемы переводов денежных средств, осуществленных через платежную систему Банка России. Тем более, если речь идет о запуске так называемого цифрового рубля, построенного на принципах и технологиях блокчейн, но при этом сохраняющим контроль со стороны регулятора. Другими словами, возникает

Таблица 11 / Table 11

Сценарный анализ изменения комиссионных доходов кредитных организаций РФ и повышения ликвидности хозяйствующих субъектов в результате перехода платежной системы РФ в криптосреду / Scenario analysis of changes in commission income of credit institutions in the Russian Federation and an increase in the liquidity of economic entities as a result of the transition of the payment system of the Russian Federation to the crypto environment

Всего переводов денежных средств, на 01.01.2019 / Total money transfers, as of 01.01.2019		Расчетная ставка комиссии, %* / Estimated commission rate, % *	Комиссионный доход, млрд руб. / Fee and commission income, RUB billion	Анализ чувствительности сокращения комиссионных доходов кредитных учреждений в результате сокращения показателя «Перевод денежных средств» на: / Sensitivity analysis of the reduction in fee and commission income of credit institutions as a result of the reduction of the indicator "Transfer of funds" by:											
				Сценарий 1: 10% / Scenario 1: 10%			Сценарий 2: 20% / Scenario 2: 20%			Сценарий 3: 30% / Scenario 3: 30%			Сценарий 4: 50% / Scenario 4: 50%		
				Всего переводов денежных средств, млрд руб./ Total remittances, billion rub	Комиссионный доход, млрд руб. / Fee and commission income, RUB bln	Рост ликвидности капитала хозяйствующих субъектов, млрд руб.** / Growth of liquidity of the capital of economic entities, RUB billion **	Всего переводов денежных средств, млрд руб. / Total remittances, RUB bln	Комиссионный доход, млрд руб. / Fee and commission income, RUB bln	Рост ликвидности капитала хозяйствующих субъектов, млрд руб.** / Growth of liquidity of the capital of economic entities, RUB billion **англ	Всего переводов денежных средств, млрд руб. / Total remittances, RUB bln	Комиссионный доход, млрд руб. / Fee and commission income, RUB bln	Рост ликвидности капитала хозяйствующих субъектов, млрд руб.** / Growth of liquidity of the capital of economic entities, RUB billion **	Всего переводов денежных средств, млрд руб. / Total remittances, RUB bln	Комиссионный доход, млрд руб. / Fee and commission income, RUB bln	Рост ликвидности капитала хозяйствующих субъектов, млрд руб.** / Growth of liquidity of the capital of economic entities, RUB billion **
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
количество, млн ед.	объем, млрд руб.	0,09	1396,8	1409815,3	1268,8	128,0	1253169,2	1127,9	268,9	1096523,0	986,9	409,9	783230,7	704,9	691,9
1715,7	1566461,4														

Примечание / Note: * — значение ставки определено расчетным путем на основе соотношения комиссионных доходов кредитных учреждений и объема денежных переводов за год; ** — значение роста ликвидности капитала хозяйствующих субъектов соответствует сокращению комиссионных доходов кредитных организаций (для сценария 1 гр. 4 — гр. 6).
Источник / Source: составлено по данным ЦБ РФ / compiled according to the Central Bank of the Russian Federation. URL: https://cbr.ru (дата обращения: 25.04.2020).

Таблица 12 / Table 12

Параметры значимости уравнения регрессии / Significance parameters of the regression equation

	Коэффициенты / Odds	t-стат. / t-stat.	P-значение / Prob.
Y-пересечение	–6243,90	–0,16	0,87
Среднедушевые денежные доходы населения	6,16	4,97	3,61912E-05
$R^2 = 0,88$			

Источник / Source: разработано авторами / compiled by the authors.

эффект«сообщающихся сосудов» — перевод платежей из фиатной среды приведет к пропорциональному росту платежной системы, построенной на использовании цифровых денег.

Единственным негативным эффектом здесь может стать потеря части доходов кредитными организациями в виде комиссионного вознаграждения за переводы. Однако, учитывая, что доля данной статьи прибыли составляет менее 1% от общего объема прибыли банковскими учреждениями, генерируемые негативные экстерналии окажутся малочувствительными как для финансового сектора, так и для национальной экономической системы в целом.

3. Сценарный анализ корректировки объема торгов на фондовом рынке в результате проникновения блокчейн-технологий.

По данным ММВБ[7], в 2019 г. объем торгов на фондовом, денежном, валютном и товарном рынках составил 778 155 млрд руб. (URL: https://www.moex.com/ru/ir/interactive-analysis.aspx). Средняя брокерская комиссия по ведущим брокерам в 2019 г. соответствует значению 0,3% от суммы сделки. Таким образом, можно сделать вывод о том, что комиссионные сборы соответствовали значению 2334,465 млрд руб., что соответствует около 1325 руб. на 1 жителя РФ. Большое количество брокеров, недостаточная прозрачность расчетов комиссионного вознаграждения, сложность поиска информации являются барьерами для новых инвесторов. Кроме того, брокерская комиссия, плата за обслуживание депозитария могут составлять более половины потенциального дохода инвестора. В 2019 г. сразу несколько крупнейших американских брокеров — Interactive Brokers, Charles Schwab, TD Ameritrade и E*Trade — заявили об отказе от комиссии за онлайн-торговлю акциями. Компании рассчитывают на то, что нулевая комиссия привлечет больше клиентов.

[7] ММВБ — Московская межбанковская валютная биржа.

Для проверки гипотезы о наличии связи между объемами торгов на бирже и увеличением доходов населения вследствие отмены комиссионных сборов построена регрессионная модель. В качестве зависимого показателя выбран «Объем торгов на Московской межбанковской валютной бирже», в качестве независимого — «Среднедушевые денежные доходы населения». Получено следующее уравнение с коэффициентом детерминации равным R^2 = 0,88 (*табл. 12*):

$$Y = -6243,9 + 6,16_x. \quad (10)$$

Полученное уравнение позволяет оценить эффект от отмены брокерских комиссий. Так, прирост доходов населения на 1325 руб. способствует ежеквартальному увеличению объемов торгов на ММВБ на 9246 млрд руб.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно представленного алгоритма исследования на валовой внутренний продукт национальной экономики в рамках интеграции блокчейн-технологий в хозяйственную среду будут оказывать влияние 3 ключевых фактора:

1. $V_{\text{финрез}}$.
2. $V_{\text{торгов}}$.
3. Прирост ликвидности экономических агентов за счет роста оборотного капитала. Данный эффект определен, полагаясь на полученные ниже зависимости между уровнем изменения оборотных активов и динамикой ВВП, формула (11).

$$Y = 20513 + 0,79x. \quad (11)$$

Важно еще раз обратить внимание на то, что значение такого показателя построенной коинтеграционной модели, как $V_{\text{транзакций}}$ не изменится ввиду генерирующегося эффекта «сообщающихся сосудов». Это означает, что использование блок-

Таблица 13 / Table 13

Возможные эффекты, вызванные корректировкой исследуемых факторов коинтеграционной модели в результате проникновения блокчейн-технологий в систему хозяйственных отношений / Possible effects caused by the correction of the studied factors of the cointegration model as a result of the diffusion of blockchain-technologies

№	Экзогенный фактор коинтеграционной модели / The exogenous factor of the cointegration model	Ожидаемый, в соответствии со сценарным анализом, прирост значения фактора, в млрд руб. / Expected, in accordance with the scenario analysis, increase in the value of the factor, in billion rubles
1	$V_{\text{финрез}}$ – общий объем прибыли/убытков, полученных действующими кредитными организациями	+ 88,5 в год; + 22,125 в среднем квартал
2	$V_{\text{торгов}}$ – объем торгов на фондовом рынке	+ 9246,63 в среднем в квартал
3	Прирост оборотного капитала, активизация деловой активности (эффект 1 фактора $V_{\text{транзакций}}$)	+128,0 в год (базовый сценарий 1, табл. 9)

Источник / Source: разработано авторами / compiled by the authors.

Таблица 14 / Table 14

Анализ чувствительности валового внутреннего продукта к изменению экзогенных факторов модели / Analysis of the sensitivity of gross domestic product to changes in exogenous factors of the model

№	Фактор / Factor	Среднеквартальный прирост ВВП, млрд руб. / Average quarterly GDP growth, RUB billion	Прирост ВВП в год, млрд руб. / GDP growth per year, billion rubles
1	$V_{\text{финрез}}$ – общий объем прибыли/убытков, полученных действующими кредитными организациями	22,125 * 6,35 = +139,7	558,8
2	$V_{\text{торгов}}$ – объем торгов на фондовом рынке	9246 * 0,01 = +92	368,0
3	Прирост оборотного капитала, активизация деловой активности	25,3*	101,2
	ВСЕГО:	332,7	1028,0

Примечание / Note: * – расчет осуществлен по формуле (11). Расшифровка расчетов: 20 513 + 0,79 * ((34 351/4) + 128/4) = 27 322,6 – с учетом роста оборотного капитала на 128,0 млрд руб. в год. 20 513 + 0,79 * (34 351/4) = 27 297,3 – без учета роста ликвидности на 128,0 млрд руб. Квартальный прирост = 27 398 – 27 297 = 25,3 млрд руб.
Источник / Source: разработано авторами / compiled by the authors.

чейн-технологий в операционной деятельности и построенные на их основе криптотранзакции не окажут влияние на объемно-стоимостные характеристики реализуемых платежей в экономике. Произойдет переток операций, сопровождающихся традиционными механизмами регулирования на основе электронных/фиатных средств в блокчейн-среду.

В *табл. 13* представлены основные результирующие эффекты, характеризующие возможный прирост исследуемых экзогенных факторов вследствие проникновения в национальную экономическую систему

блокчейн-технологий. Опираясь на полученные результаты, раскрывающие особенности возможного роста экзогенных факторов построенной модели, в *табл. 14* представлен анализ чувствительности ВВП к их проектируемым корректировкам.

ВЫВОДЫ

Полагаясь на полученные результаты, можно констатировать, что в рамках рассматриваемых эффектов, вызванных возможной интеграцией технологий распределенного хранения данных в систему хозяйственных отношений, потенциал роста ВВП может достигать порядка 1% в год, что, конечно же, может самым серьезным образом повлиять на процессы интенсификации макроэкономической динамики. При этом необходимо отметить, что фиксируемый возможный прирост относится, скорее, к категории консервативного, поскольку за основу при проведении сценарных расчетов приняты корректировки, характеризующие весьма умеренные возможные преобразования используемых в коинтеграционной модели факторов.

В заключение хочется отметить, что, несомненно, построенная модель и предложенные решения не могут претендовать на эталонный алгоритм реализации подобного рода исследований. Осознавая глубину поставленного вопроса, совершенно однозначным образом необходимо констатировать наличие более широкого набора факторов и процессов в экономике, трансформирующихся под воздействием проникновения в хозяйственную среду технологий распределенного хранения данных.

Между тем заложенный потенциал построенной модели, предусматривающий, в том числе, сценарный анализ возможных корректировок экзогенных факторов в условиях крайне ограниченной информационной базы, раскрывающей особенности и перспективы проникновения блокчейн-технологий в реальный и финансовые сектора национальной экономики, позволяет наметить не только возможные последствия, но и получить формализованные оценки вероятностного изменения валового национального продукта. Это, в свою очередь, открывает новые горизонты интерпретации перспектив и целесообразности легализации блокчейн-технологий и открывает новые возможности для проведения дискуссионных площадок по данной теме.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований в рамках научного проекта № 20–110–50255. Центр перспективных экономических исследований Академии наук Республики Татарстан, Казань, Россия.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was carried out with the financial support of the Russian Foundation for Basic Research within the framework of scientific project No. 20–110–50255. Center for Advanced Economic Research of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Kazan, Russia.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Nakamoto S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. Bitcoin.org. 2008. URL: https://bitcoin.org/bitcoin.pdf
2. Guo Y., Liang C. Blockchain application and outlook in the banking industry. *Financial Innovation*. 2016;2:24. DOI: 10.1186/s40854–016–0034–9
3. Пехтерева Е.А. Перспективы использования технологии блокчейн и криптовалюты в России. *Экономические и социальные проблемы России*. 2018;(1):71–95.
4. Нурмухаметов Р.К., Степанов П.Д., Новикова Т.Р. Технология блокчейн и ее применение в торговом финансировании. *Финансовая аналитика: проблемы и решения*. 2018;11(2):179–190. DOI: 10.24891/fa.11.2.179
5. Коноплева Ю.А., Киселева В.Н., Черемных С.Е. Блокчейн как новый этап развития экономики России. *Экономика и управление: проблемы, решения*. 2018;5(4):136–140.
6. Бутенко Е.Д., Исахаев Н.Р. Контуры применения технологии блокчейн в финансовой организации. *Финансы и кредит*. 2018;24(6):1420–1431. DOI: 10.24891/fc.24.6.1420
7. Попов В.А. Общие тенденции развития технологии и философии блокчейн в ближайшие годы. *Банковское дело*. 2018;(3):14–19.
8. Марков М.А., Слюсарь М.Д., Трофименко О.Р. Блокчейн: история развития и применение в современном мире. *Банковское дело*. 2018;(1):69–75.

9. Сопилко Н.Ю., Малимон К.Л., Канюков И.А. Технология блокчейн и способы ее продвижения в современном мире. *Экономика и предпринимательство*. 2018;(1):606–610.
10. Vranken H. Sustainability of Bitcoin and blockchains. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 2017;28:1–9. DOI: 10.1016/j.cosust.2017.04.011
11. Kim K.J., Hong S.P. Study on rule-based data protection system using blockchain in P2P distributed networks. *International Journal of Security and its Applications*. 2016;10(11):201–210. DOI: 10.14257/ijsia.2016.10.11.18
12. Bariviera A.F., Basgall M.J., Hasperué W., Naiouf M. Some stylized facts of the Bitcoin market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 2017;484:82–90. DOI: 10.1016/j.physa.2017.04.159
13. Cocco L., Concas G., Marchesi M. Using an artificial financial market for studying a cryptocurrency market. *Journal of Economic Interaction and Coordination*. 2017;12(2):345–365. DOI: 10.1007/s11403–015–0168–2
14. Pieters G., Vivanco S. Financial regulations and price inconsistencies across Bitcoin markets. *Information Economics and Policy*. 2017;39:1–14. DOI: 10.1016/j.infoecopol.2017.02.002
15. Myers M.D., Newman M. The qualitative interview in IS research: Examining the craft. *Information and Organization*. 2017;17(1):2–26. DOI: 10.1016/j.infoandorg.2006.11.001
16. Tilooby A. The impact of blockchain technology on financial transactions. Doctorate dissertation. Atlanta, GA: Georgia State University; 2018. 162 p. URL: https://scholarworks.gsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1111&context=bus_admin_diss
17. Mougayar W. The business blockchain: Promise, practice, and application of the next Internet technology. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.; 2016. 196 p.
18. de Vries A. Bitcoin's growing energy problem. *Joule*. 2018;2(5):801–805. DOI: 10.1016/j.joule.2018.04.016
19. Kleineberg K.-K., Helbing D.A "Social Bitcoin" could sustain a democratic digital world. *The European Physical Journal Special Topics*. 2016;225(17–18):3231–3241. DOI: 10.1140/epjst/e2016–60156–7
20. de Meijer C.R.W. Blockchain and the securities industry: Towards a new ecosystem. *Journal of Securities Operations & Custody*. 2016;8(4):322–329.
21. Крылов Г.О., Селезнев В.М. Проблемы безопасности оборота цифровых финансовых активов в криптоэкономике. М.: Прометей; 2020. 348 с.
22. Крылов Г.О., Селезнёв В.М. Состояние и перспективы развития технологии блокчейн в финансовой сфере. *Финансы: теория и практика*. 2019;23(6):26–35. DOI: 10.26794/2587–5671–2019–23–6–26–35
23. Dickey D.A., Fuller W.A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*. 1979;74(366):427–431. DOI: 10.2307/2286348
24. Granger C.W.J. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*. 1969;37(3):424–438. DOI: 10.2307/1912791
25. Watson M.W. Vector autoregression and cointegration. In: Engle R.F., McFadden D.L., eds. Handbook of econometrics. Vol. 4. Amsterdam: Elsevier Science B.V.; 1994:2844–2915.
26. Канторович Г.Г. Анализ временных рядов. *Экономический журнал Высшей школы экономики*. 2003;7(1):79–103.
27. Ельшин Л.А. Сравнительный анализ циклических колебаний региональных экономических систем: моделирование, идентификация, прогнозирование. *Вестник Института экономики Российской академии наук*. 2017;(4):138–156.
28. Сафиуллин М.Р., Краснова О.М. и др. Особенности оценки инклюзивного роста на региональном уровне (на примере Республики Татарстан). Нижний Новгород: Инд. предпр. Н.В. Кузнецов; 2018. 101 с.
29. Сафиуллин М.Р., Савеличев М.В., Ельшин Л.А. Сценарии развития блокчейн-технологий на основе экономической социодинамики. *Общество и экономика*. 2019;(9):32–42. DOI: 10.31857/S 020736760006402–1
30. Сафиуллин М.Р., Ельшин Л.А., Абдукаева А.А. Дескриптивно-формализованный анализ развития цифровой экономики в России (на примере оценки спроса на блокчейн). *Финансы и кредит*. 2019;25(7):1586–1603. DOI: 10.24891/fc.25.7.1586
31. Сафиуллин М.Р., Абдукаева А.А., Ельшин Л.А. Интегральная многокомпонентная оценка развития рынка блокчейн-технологий в национальной экономике России. *Инновации*. 2019;(7):41–49. DOI: 10.26310/2071–3010.2019.249.7.006
32. Yli-Huumo J., Ko D., Choi S., Park S., Smolander K. Where is current research on blockchain technology? — A systematic review. *PLoS One*. 2016;11(10):17–22. DOI: 10.1371/journal.pone.0163477/
33. Ciaian P., Rajcaniova M., Kancs A. The digital agenda of virtual currencies: Can BitCoin become a global currency? *Information Systems and e-Business Management*. 2016;14(4):883–919. DOI: 10.1007/s10257–016–0304–0

34. Cheah E.-T., Fry J. Speculative bubbles in Bitcoin markets? An empirical investigation into the fundamental value of Bitcoin. *Economics Letters*. 2015;130:32–36. DOI: 10.1016/j.econlet.2015.02.029
35. Treiblmaier H., Beck R., eds. Business transformation through blockchain. Vol. 1. Cham: Palgrave Macmillan; 2019. 290 p. DOI: 10.1007/978–3–319–98911–2
36. Dapp M. M. Toward a sustainable circular economy powered by community-based incentive systems. In: Treiblmaier H., Beck R., eds. Business transformation through blockchain. Vol. 1. Cham: Palgrave Macmillan; 2019:153–181. DOI: 10.1007/978–3–319–99058–3_6
37. Сафиуллин М. Р., Абдукаева А. А., Ельшин Л. А. Методические подходы к формализованной оценке закономерностей и тенденций развития блокчейн технологий в регионах. *Креативная экономика*. 2019;13(7):1343–1356. DOI: 10.18334/ce.13.7.40832
38. Сафиуллин М. Р., Абдукаева А. А., Ельшин Л. А. Оценка и анализ цифровой трансформации региональных экономических систем российской федерации: методические подходы и их апробация. *Вестник Университета (Государственный университет управления)*https://elibrary.ru/contents.asp?id=42335479. 2019;(12):133–143. DOI: 10.26425/1816–4277–2019–12–133–143
39. Wang A. W. Crypto economy: How blockchain, cryptocurrency, and token-economy are disrupting the financial world. New York: Racehorse Publishing; 2018. 148 p.
40. Liao C.-F., Hung C.-C., Chen K. Blockchain and the Internet of things: A software architecture perspective. In: Treiblmaier H., Beck R., eds. Business transformation through blockchain. Vol. 1. Cham: Palgrave Macmillan; 2019:53–75. DOI: 10.1007/978–3–319–99058–3_3
41. Kagel J. H. Token economies and experimental economics. *Journal of Political Economy*. 1972;80(4):779–785. DOI: 10.1086/259926
42. Tapscott D., Tapscott A. How blockchain will change organizations. *MIT Sloan Management Review*. 2017;58(2):10–13.
43. Якутин Ю. В. Российская экономика: стратегия цифровой трансформации (к конструктивной критике правительственной программы “Цифровая экономика Российской федерации”). *Менеджмент и бизнес-администрирование*. 2017;(4):27–52.
44. Аксенов Д. А., Куприков А. П., Саакян П. А. Направления и особенности применения блокчейн-технологии в экономике. *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки*. 2018;11(1):30–38. DOI: 10.18721/JE.11103
45. Пряников М. М., Чугунов А. В. Блокчейн как коммуникационная основа формирования цифровой экономики: преимущества и проблемы. *International Journal of Open Information Technologies*. 2016;5(6):49–55.
46. Latour B. Reassembling the social: An introduction to actor-network-theory. Oxford, New York: Oxford University Press; 2005. 301 p.
47. Kiviat T. I. Beyond Bitcoin: Issues in regulating blockchain transactions. *Duke Law Journal*. 2015;65(3):569–608. URL: https://scholarship.law.duke.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3827&context=dlj
48. Knack S., Keefer P. Does social capital have an economic payoff? A cross-country investigation. *The Quarterly Journal of Economics*. 1997;112(4):1251–1288. DOI: 10.1162/003355300555475
49. Bruland K., Mowery D. C. Technology and the spread of capitalism. In: Neal L., Williamson J. G., eds. The Cambridge history of capitalism. Vol. 2: The spread of capitalism: From 1848 to the present. Cambridge, New York: Cambridge University Press; 2014:82–126. DOI: 10.1017/CHO9781139095105.004

REFERENCES

1. Nakamoto S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. Bitcoin.org. 2008. URL: https://bitcoin.org/bitcoin.pdf
2. Guo Y., Liang C. Blockchain application and outlook in the banking industry. *Financial Innovation*. 2016;2:24. DOI: 10.1186/s40854–016–0034–9
3. Pekhtereva E. A. Prospects of the blockchain technology and cryptocurrency in Russia. *Ekonomicheskie i sotsial’nye problemy Rossii = Economic and Social Problems of Russia*. 2018;(1):71–95. (In Russ.).
4. Nurmukhametov R. K., Stepanov P. D., Novikova T. R. Blockchain technology and its application in trade finance. *Finansovaya analitika: problemy i resheniya = Financial Analytics: Science and Experience*. 2018;11(2):179–190. (In Russ.). DOI: 10.24891/fa.11.2.179

5. Konopleva Yu.A., Kiseleva V.N., Cheremnykh S.E. Blockchain as a new stage of Russian economy development. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya*. 2018;5(4):136–140. (In Russ.).
6. Butenko E.D., Isakhaev N.R. Application contours of blockchain technology in financial organizations. *Finansy i kredit = Finance and Credit*. 2018;24(6):1420–1431. (In Russ.). DOI: 10.24891/fc.24.6.1420
7. Popov V.A. General trends in the development of blockchain technology and philosophy in the coming years. *Bankovskoe delo = Banking*. 2018;(3):14–19. (In Russ.).
8. Markov M.A., Slyusar' M.D., Trofimenko O.R. Blockchain: History of development and application in the modern world. *Bankovskoe delo = Banking*. 2018;(1):69–75. (In Russ.).
9. Sopilko N. Yu., Malimon K.L., Kanyukov I.A. Blockchain and ways of its promotion in the modern world. *Ekonomika i predprinimatel'stvo = Journal of Economy and Entrepreneurship*. 2018;(1):606–610. (In Russ.).
10. Vranken H. Sustainability of Bitcoin and blockchains. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 2017;28:1–9. DOI: 10.1016/j.cosust.2017.04.011
11. Kim K.J., Hong S.P. Study on rule-based data protection system using blockchain in P2P distributed networks. *International Journal of Security and its Applications*. 2016;10(11):201–210. DOI: 10.14257/ijsia.2016.10.11.18
12. Bariviera A.F., Basgall M.J., Hasperué W., Naiouf M. Some stylized facts of the Bitcoin market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. 2017;484:82–90. DOI: 10.1016/j.physa.2017.04.159
13. Cocco L., Concas G., Marchesi M. Using an artificial financial market for studying a cryptocurrency market. *Journal of Economic Interaction and Coordination*. 2017;12(2):345–365. DOI: 10.1007/s11403–015–0168–2
14. Pieters G., Vivanco S. Financial regulations and price inconsistencies across Bitcoin markets. *Information Economics and Policy*. 2017;39:1–14. DOI: 10.1016/j.infoecopol.2017.02.002
15. Myers M.D., Newman M. The qualitative interview in IS research: Examining the craft. *Information and Organization*. 2017;17(1):2–26. DOI: 10.1016/j.infoandorg.2006.11.001
16. Tilooby A. The impact of blockchain technology on financial fransactions. Doctorate dissertation. Atlanta, GA: Georgia State University; 2018. 162 p. URL: https://scholarworks.gsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1111&context=bus_admin_diss
17. Mougayar W. The business blockchain: Promise, practice, and application of the next Internet technology. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.; 2016. 196 p.
18. de Vries A. Bitcoin's growing energy problem. *Joule*. 2018;2(5):801–805. DOI: 10.1016/j.joule.2018.04.016
19. Kleineberg K.-K., Helbing D.A "Social Bitcoin" could sustain a democratic digital world. *The European Physical Journal Special Topics*. 2016;225(17–18):3231–3241. DOI: 10.1140/epjst/e2016–60156–7
20. de Meijer C.R.W. Blockchain and the securities industry: Towards a new ecosystem. *Journal of Securities Operations & Custody*. 2016;8(4):322–329.
21. Krylov G.O., Seleznev V.M. Security problems of the circulation of digital financial assets in the cryptoeconomics. Moscow: Prometheus; 2020. 348 p. (In Russ.).
22. Krylov G.O., Seleznev V.M. Current state and development trends of blockchain technology in the financial sector. *Finansy: teoriya i praktika = Finance: Theory and Practice*. 2019;23(6):26–35. (In Russ.). DOI: 10.26794/2587–5671–2019–23–6–26–35
23. Dickey D.A., Fuller W.A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*. 1979;74(366):427–431. DOI: 10.2307/2286348
24. Granger C.W.J. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*. 1969;37(3):424–438. DOI: 10.2307/1912791
25. Watson M.W. Vector autoregression and cointegration. In: Engle R.F., McFadden D.L., eds. Handbook of econometrics. Vol. 4. Amsterdam: Elsevier Science B.V.; 1994:2844–2915.
26. Kantorovich G. Time series analysis. *Ekonomicheskii zhurnal Vysshei shkoly ekonomiki = The HSE Economic Journal*. 2003;7(1):79–103. (In Russ.).
27. Elshin L.A. Comparative analysis of cyclical fluctuations of regional economic systems: Modeling, identification, forecasting. *Vestnik Instituta ekonomiki Rossiiskoi akademii nauk = Bulletin of the Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences*. 2017;(4):138–156. (In Russ.).
28. Safiullin M.R., Krasnova O.M. et al. Features of assessing inclusive growth at the regional level (on the example of the Republic of Tatarstan). Nizhny Novgorod: Indiv. entrepreneur N.V. Kuznetsov; 2018. 101 p. (In Russ.).
29. Safiullin M., Savelichev M., Elshin L. Some blueprints for blockchain technologies development based on economic sociodynamics. *Obshchestvo i ekonomika = Society and Economy*. 2019;(9):32–42. (In Russ.). DOI: 10.31857/S 020736760006402–1

30. Safiullin M. R., Elshin L. A., Abdukaeva A. A. A descriptive and formalized analysis of the digital economy's development in Russia: A case study of the assessment of demand for blockchain technology. *Finansy i kredit = Finance and Credit*. 2019;25(7):1586–1603. (In Russ.). DOI: 10.24891/fc.25.7.1586
31. Safiullin M. R., Abdukaeva A. A., Elshin L. A. Integrated multicomponent assessment of the development of the blockchain technologies market in the national economy of Russia. *Innovatsii = Innovations*. 2019;(7):41–49. (In Russ.). DOI: 10.26310/2071–3010.2019.249.7.006
32. Yli-Huumo J., Ko D., Choi S., Park S., Smolander K. Where is current research on blockchain technology? — A systematic review. *PLoS One*. 2016;11(10):17–22. DOI: 10.1371/journal.pone.0163477/
33. Ciaian P., Rajcaniova M., Kancs A. The digital agenda of virtual currencies: Can BitCoin become a global currency? *Information Systems and e-Business Management*. 2016;14(4):883–919. DOI: 10.1007/s10257–016–0304–0
34. Cheah E.-T., Fry J. Speculative bubbles in Bitcoin markets? An empirical investigation into the fundamental value of Bitcoin. *Economics Letters*. 2015;130:32–36. DOI: 10.1016/j.econlet.2015.02.029
35. Treiblmaier H., Beck R., eds. Business transformation through blockchain. Vol. 1. Cham: Palgrave Macmillan; 2019. 290 p. DOI: 10.1007/978–3–319–98911–2
36. Dapp M. M. Toward a sustainable circular economy powered by community-based incentive systems. In: Treiblmaier H., Beck R., eds. Business transformation through blockchain. Vol. 1. Cham: Palgrave Macmillan; 2019:153–181. DOI: 10.1007/978–3–319–99058–3_6
37. Safiullin M. R., Abdukaeva A. A., Elshin L. A. Methodological approaches to the formal assessment of patterns and trends in the development of blockchain technologies in the regions. *Kreativnaya ekonomika = Journal of Creative Economy*. 2019;13(7):1343–1356. (In Russ.). DOI: 10.18334/ce.13.7.40832
38. Safiullin M. R., Abdukaeva A. A., Elshin L. A. Assessment and analysis of digital transformation of regional economic systems of the Russian Federation: Methodological approaches and their approbation. *Vestnik Universiteta (Gosudarstvennyi universitet upravleniya)*. 2019;(12):133–143. (In Russ.). DOI: 10.26425/1816–4277–2019–12–133–143
39. Wang A. W. Crypto economy: How blockchain, cryptocurrency, and token-economy are disrupting the financial world. New York: Racehorse Publishing; 2018. 148 p.
40. Liao C.-F., Hung C.-C., Chen K. Blockchain and the Internet of things: A software architecture perspective. In: Treiblmaier H., Beck R., eds. Business transformation through blockchain. Vol. 1. Cham: Palgrave Macmillan; 2019:53–75. DOI: 10.1007/978–3–319–99058–3_3
41. Kagel J. H. Token economies and experimental economics. *Journal of Political Economy*. 1972;80(4):779–785. DOI: 10.1086/259926
42. Tapscott D., Tapscott A. How blockchain will change organizations. *MIT Sloan Management Review*. 2017;58(2):10–13.
43. Yakutin Yu. V. The Russian economy: A strategy for digital transformation (constructive criticism of the government programme "Digital economy of the Russian Federation"). *Menedzhment i biznes-administrirovanie = Management and Business Administration*. 2017;(4):27–52. (In Russ.).
44. Aksenov D. A., Kuprikov A. P., Saakyan P. A. Trends and features of blockchain application in economy and finance. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskie nauki = St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics*. 2018;11(1):30–38. (In Russ.). DOI: 10.18721/JE.11103
45. Pryanikov M. M., Chugunov A. V. Blockchain as a communication basis for the digital economy development: Advantages and problems. *International Journal of Open Information Technologies*. 2016;5(6):49–55.
46. Latour B. Reassembling the social: An introduction to actor-network-theory. Oxford, New York: Oxford University Press; 2005. 301 p.
47. Kiviat T. I. Beyond Bitcoin: Issues in regulating blockchain transactions. *Duke Law Journal*. 2015;65(3):569–608. URL: https://scholarship.law.duke.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3827&context=dlj
48. Knack S., Keefer P. Does social capital have an economic payoff? A cross-country investigation. *The Quarterly Journal of Economics*. 1997;112(4):1251–1288. DOI: 10.1162/003355300555475
49. Bruland K., Mowery D. C. Technology and the spread of capitalism. In: Neal L., Williamson J. G., eds. The Cambridge history of capitalism. Vol. 2: The spread of capitalism: From 1848 to the present. Cambridge, New York: Cambridge University Press; 2014:82–126. DOI: 10.1017/CHO9781139095105

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / ABOUT THE AUTHORS

Леонид Алексеевич Ельшин — доктор экономических наук, заместитель директора по науке, Центр перспективных экономических исследований Академии наук Республики Татарстан, Казань, Россия; профессор кафедры менеджмента и предпринимательской деятельности, Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия
Leonid A. El'shin — Dr. Sci. (Econ.), Deputy Director for Science, State Budgetary Institution Center for Advanced Economic Research of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, Kazan, Russia; Professor of the Department of Management and Entrepreneurship, Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia
Leonid.Elshin@tatar.ru

Виктор Викторович Бандеров — кандидат экономических наук, доцент кафедры анализа данных и исследования операций, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
Viktor V. Banderov — Cand. Sci. (Econ.), Assoc. Prof., Department of Data Analysis and Operations Research, Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia
Victor.Banderov@kpfu.ru

Алия Айдаровна Абдукаева — ведущий научный сотрудник, Центр перспективных экономических исследований Академии наук Республики Татарстан, Kazan, Russia; ассистент кафедры бизнес-статистики и экономики, Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия
Aliya A. Abdukaeva — Leading Researcher, State Budgetary Institution Center for Advanced Economic Research of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan; Assistant, Department of Business Statistics and Economics, Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia
Aliya.Abdukaeva@tatar.ru

Заявленный вклад авторов:
Ельшин Л.А. — постановка проблемы, разработка концепции статьи, критический анализ литературы.
Бандеров В.В. — вероятностный анализ перспектив развития экономики в условиях проникновения блокчейн технологий.
Абдукаева А.А. — разработка коинтеграционного уравнения, формирование выводов исследования.

Authors' declared contributions:
El'shin L.A. — defined the problem, developed the conceptual framework of the article, performed a critical analysis of the literature.
Banderov V.V. — performed a probabilistic analysis of the prospects for economic development in the context of the diffusion of blockchain technologies.
Abdukaeva A.A. — developed a cointegration equation, wrote the research conclusions.

Статья поступила в редакцию 13.01.2021; после рецензирования 28.02.2021; принята к публикации 02.03.2021. Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.
The article was submitted on 13.01.2021; revised on 28.02.2021 and accepted for publication on 02.03.2021. The authors read and approved the final version of the manuscript.