




## Роль информационно-коммуникационных технологий в формировании устойчивых цепочек поставок до и после пандемии COVID-19

Р. С. Рогулин  

*Владивостокский государственный университет экономики и сервиса,  
г. Владивосток, Россия  
 rafassiaofusa@mail.ru*

**Аннотация.** В настоящее время управление цепочками поставок переживает значительную цифровую трансформацию, вызванную пандемией COVID-19. Целью данного исследования является оценка роли цифровых технологий и предпринимательства в повышении эффективности цепочек поставок в докризисный и посткризисный периоды. В работе рассматриваются показатели ВВП на душу населения как величина, характеризующая степень благосостояния страны в докризисный период; индекс эффективности логистики LPI, определяющий степень развитости логистической среды в стране; индекс цифровой жизни TIDL, оценивающий степень развитости экономики с позиций цифровизации; индекс предпринимательства GEI, отражающий степень развитости предпринимательства в стране. Проведен кластерный анализ стран по коэффициентам регрессии зависимости ВВП на душу населения от года. Результатом кластерного анализа явилось разбиение множества стран на кластеры, из которых были взяты по две экономики для дальнейшего анализа. Результатом работы стали выводы о значительной связи между информационно-коммуникационные технологии и эффективностью логистики, между уровнем предпринимательства и эффективностью логистики в докризисный период. Показано, что развитые экономики имеют высокую эффективность логистических систем, высокие значения рейтинга цифровой жизни и уровня предпринимательства, чего нельзя сказать о странах со средним и ниже уровнем развития. Главным выводом исследования является тот факт, что, во-первых, активное внедрение информационно-коммуникационных технологий дает возможность восстановить разрушенные кризисом цепочки поставок, повысить их эффективность; во-вторых, развитие предпринимательства в стране дает серьезный толчок к повышению эффективности цепочек поставок, вследствие чего бизнес в условиях пандемии получает не только шанс выжить, но и значительные выгоды. Настоящая работа ограничена отсутствием данных посткризисных периодов, поэтому существует огромный спектр для дополнения текущего исследования на тему стабильности и устойчивости цепочек поставок в период и после пандемий.

**Ключевые слова:** цепочки поставок; цифровые технологии; предпринимательство; кластерный анализ; COVID-19.

### 1. Введение

Информационно-коммуникационные технологии (далее ИКТ) и управление цепочками поставок (Supply Chain Management, SCM) в течение последних

20 лет привлекают большое внимание как ученых, так и практиков. На текущий момент безнадежно устарели доступные для менеджеров по логистике инструменты управления (личное управление, системы ручного

отслеживания, системы обработки заказов с преобладанием бумаги и проводные каналы связи). Авторы работ [1–3] утверждают, что успех любой системы управления цепочками поставок, которые являются сложной сетью поставщиков, заводов, складов, распределительных центров и предприятий розничной торговли, зависит от качества управления этими механизмами.

При наступлении продолжительных чрезвычайных ситуаций в мире (бедствий, пандемий, мировых и локальных войн и пр.) качественные современные цифровые и компьютерные системы, разрабатываемые для предприятий, компаний и организаций любой отрасли, переживают значительный спрос, так как только такие программы способны решить острый вопрос скорейшего повышения показателей устойчивости цепочек поставок для достижения стабильного уровня прибыльности, конкурентоспособности, качества продукции и во избежание сбоев в глобальных SC [2, 3].

Один из таких сбоев в глобальных SC был вызван пандемией COVID-19, которая серьезно ударила по мировой и местным экономикам. Как отмечено в работах [3], от 79 до 96% цепочек поставок были подвергнуты влиянию пандемии. Многие отрасли столкнулись с массовой покупательской паникой, а фабрики и склады крупнейших мировых компаний оказались в карантинной зоне [3]. Цепочки поставок продуктов питания и пищевая промышленность потребовали наиболее серьезной трансформации: по пути продукта до конечного потребителя пришлось принимать дополнительные меры безопасности, поскольку в процесс вовлекается больше людей (а следовательно, и больше потенциальных источников инфекции), приходится разрабатывать соответствующие аналитические протоколы для

приложений, связанных с безопасностью окружающей и социальной среды, пищевых продуктов, сырья и продукции лесопромышленной и других отраслей [4–6].

Нарушение работы глобальных цепочек поставок стало серьезной проблемой, связанной с экономическими издержками пандемии COVID-19, для всех типов и на всех уровнях бизнеса, включая и транснациональные корпорации. ИКТ и международные транспортные сети позволяют транснациональным корпорациям распределить свою деятельность в цепочке поставок, оптимизировать и координировать размещение определенных видов деятельности за пределами границ и локализацию тех видов деятельности, которые считаются не столь важными [7, 8]. В экстремальных условиях пандемии COVID-19 и кризиса на первый план вышла задача о поддержании жизнеспособности всех цепочек поставок. Другими словами, существенно вырос спрос на развитие цифровых способностей приложений и программ для SC, которые бы позволяли трансформироваться и выживать в изменяющейся среде за счет изменения структуры и перепланирования производительности с долгосрочными последствиями в кратчайшие сроки [9].

Информация в сложившихся экстремальных условиях играет чрезвычайно важную роль в определении производительности любого предприятия по степени оборачиваемости капитала. Успех предприятия на глобальном рынке лежит в плоскости обработки информации и скорейшего принятия решений. В сложившихся тяжелых условиях на первый план выходят *оценка и прогноз объема спроса, методы и алгоритмы поставок сырья в места производств и товаров в пункты реализаций, а также формы и методы управления организациями*. Необходима разработка

систем, которые бы могли консолидировать в себе нематериальные (включая информационные) и материальные потоки.

Конкурентоспособность в современных условиях зависит не только от цены, но и от качества обслуживания клиентов и скорости доставки. Это является одной из причин внедрения современных ИКТ в логистике. Из-за развития ИКТ концепция электронной логистики стала использоваться все чаще, поскольку она определяет новые правила для обмена информацией и обеспечения прозрачности информации между партнерами в SC. Эффективная информационная система и управление могут помочь не только в улучшении качества обслуживания клиентов и контроля затрат, но и в планировании для достижения основных показателей устойчивости, таких как экологическое, экономическое и социальное развитие. Использование ИКТ позволяет повышать уровень эффективности бизнеса и обеспечивать устойчивость цепочек поставок.

*Целью* настоящего исследования является выявление степени зависимости эффективности и устойчивости цепочек поставок от нескольких факторов: степени цифровизации и уровня развитости предпринимательской среды в различных странах в ситуациях до и после кризисных на примере пандемии COVID-19.

Задачами исследования являются:

1) сбор из открытых источников данных по множеству стран о степенях цифровизации, эффективности цепочек поставок и предпринимательской развитости;

2) сравнительный анализ трех указанных показателей на уровне государств;

3) выявление степени зависимости показателя эффективности цепочек

поставок от уровней цифровизации и предпринимательской развитости по государствам.

Сформулируем гипотезы исследования:

1. Показатели применения ИКТ в отсталых и развивающихся странах существенно ниже аналогичных показателей для экономически развитых стран.

2. Эффективность цепочек поставок значительно зависит от уровня использования информационных технологий.

3. Эффективность цепочек поставок значительно зависит от уровня предпринимательства.

## 2. Обзор литературы

В современном мире использование информационно-коммуникационных технологий в процессах управления получило массовое распространение. Поэтому влияние ИКТ на эффективность SC, особенно в кризисные моменты, является важным вопросом, который волнует практиков и ученых. В исследовании [10] рассматривается влияние инновационного лидерства и инноваций в цепочке поставок с точки зрения эффективности на примере организации здравоохранения. Результаты [10] показали, что лидерство положительно влияет на инновации, что, в свою очередь, повышает эффективность цепочки поставок. Исследование также показало взаимосвязь инноваций в SC с точки зрения повышения эффективности.

Факторы, которые влияют на эффективность управления цепочками поставок, рассматриваются в работе [11]: целью этой работы было изучение видов взаимосвязей между подходами управления зеленой цепочкой поставок, эффективностью бизнеса и факторами окружающей среды. Авторы пришли к выводу, что внешние и внутренние методы управления зеленой

цепочкой поставок, внедренные в цепочки поставок, облегчают фирмам увеличение доли рынка и прибыли только при совместном внедрении, повышая экологическую эффективность и минимизируя экологические риски, что также важно и в период спада рынка в условиях пандемии.

В статье [12] представлена структура, основанная на системе сбалансированных показателей и модели для разработки интегрированной системы измерения эффективности для управления цепочками поставок общественного здравоохранения. Эта система показателей может быть адаптирована к целям и предпочтениям лица, принимающего решения, что позволяет включить наиболее важные показатели для формирования интегральной оценки [12].

Один из центральных вопросов при проектировании цепочки поставок заключается в выборе метода инвестирования [13]. Это требует понимания взаимосвязей между затратами, факторами риска цепочки поставок, в том числе в условиях глобальных кризисных явлений, и инвестициями в ее возможности. В статье [13] предлагается многоцелевая стохастическая модель для проектирования цепочки поставок в условиях неопределенности. Источники риска моделируются как набор сценариев, цель состоит в том, чтобы изучить компромиссы между инвестициями в улучшение возможностей цепочки поставок и снижение ее рисков, а также минимизировать стоимость ее сбоев. Результаты показывают, что расширение возможностей цепочки поставок можно рассматривать как стратегию смягчения, которая позволяет компании снизить общую ожидаемую стоимость цепочки поставок, подверженную сбоям, в том числе в связи с пандемией COVID-19 [13].

Проблеме оптимального принятия решений в цепочке поставок, выбору

между централизованными и децентрализованными решениями производителей и ретейлеров посвящена работа [14]. Организация и координация цепочки поставок рассматривается в условиях налога на выбросы углерода.

В статье [1] описано решение комплексной проблемы лесопромышленного комплекса по снабжению предприятия сырьем с товарно-сырьевой биржи и по определению оптимального плана производства. Автор вывел смешанно-целочисленную модель оптимизации, и результаты ее апробации показали, что цепочки поставок зависят от объема добычи сырья в регионах, где неправильно используется лесной фонд.

В работе [14] обсуждается оптимизация цепочки поставок в трех постановках: при рассмотрении контракта обратной покупки, политики субсидирования и совместной стратегии обратной покупки и субсидии в условиях ограничения налога на выбросы углерода.

В работе [15] представлен пример одной из крупнейших платформ электронной коммерции в Китае, демонстрирующий, как этот онлайн-ритейлер усиливал свое конкурентное преимущество в докризисных условиях, используя методы финансирования и сотрудничества в цепочке поставок. Авторы делают вывод, что внедрение практики финансирования цепочки поставок помогает электронной платформе наладить более тесные отношения с партнерами по цепочке и повысить свое конкурентное преимущество.

Исследование [16] посвящено анализу управления цепочками гуманитарных поставок на примере Индии в обычной рыночной ситуации, не осложненной кризисами. Авторы подчеркивают важность информационных и коммуникационных технологий. Результаты работы показывают, что

стратегическое и упреждающее планирование имеет важное значение для расширения использования ИКТ в управлении цепочками гуманитарных поставок. Авторы отмечают, что это может мотивировать участников внедрять образовательные программы для повышения осведомленности о важности ИКТ. Эти результаты также подтверждают мнение о том, что роль правительства имеет решающее значение для расширения использования ИКТ [16]. Эффективная, прозрачная политика рабочих процессов, связанная с использованием системы управления знаниями, позволит максимизировать преимущества ИКТ и еще больше повысить эффективность цепочек поставок, утверждается в [16]. Определить и оценить движущие силы, имеющие отношение к ИКТ, для инициатив в области устойчивого развития предлагается в [17]. Для развития сетей SC, ориентированных на устойчивость, большое значение имеют информационно-коммуникационные технологии. Эффективная информационная система управления помогает, по мнению авторов [17], не только в улучшении обслуживания клиентов и контроле затрат, но также может помочь при планировании достижения устойчивости экологического, экономического и социального развития.

Вопросы устойчивости цепочек поставок изучаются во многих работах. Так, например, устойчивость цепочки поставок рассматривается как глобальная проблема в [17], особенно на фоне мирового экономического кризиса, вызванного COVID-19. Для развития цепочек поставок, ориентированных на устойчивость в кризисных условиях, важное место занимают информационно-коммуникационные технологии. Авторы исследования [17] подчеркивают, что эффективность используемых информационных систем влияет

не только на улучшение качества обслуживания, но и на повышение эффективности бизнеса. В работе [18] предлагается использовать технологию блокчейн для повышения прозрачности и надежности цепочек поставок, что приобретает дополнительную важность в кризисные периоды.

Индустрия 4.0 относится к автоматизации отраслей путем обмена данными между цепочкой поставок и логистикой [19]. Исследователи отмечают, что промышленный интернет вещей – это промышленные машины, подключенные к облачному хранилищу предприятия. Industry 4.0 вместе с интернетом вещей может сделать революцию в управлении глобальной цепочкой поставок, особенно в условиях сбоев. Методы контроля качества используются для повышения эффективности и качества производства и распределения, осуществляемых глобальными цепочками поставок [19]. Подходы Lean и Six Sigma в глобальной цепочке поставок с использованием Industry 4.0 и Интернетом создают идеальный технологический процесс, который является высоко оптимизированным.

В условиях пандемии COVID-19 практики и технологии индустрии 4.0 приобрели еще большую актуальность, особенно в пищевой промышленности и аграрном секторе. В частности, ИКТ, приложения, платформы интернета вещей, большие данные и технологии искусственного интеллекта могут использоваться для сбора данных в режиме реального времени, чтобы улучшить взаимодействие между поставщиками и покупателями и упростить перераспределение товаров для связи фермеров и поставщиков с рынками и получения неотложной реакции в случае изменения спроса. ИКТ также могут быть задействованы во время обработки посевов, послеуборочной

обработки, хранения и транспортировки продуктов; они помогают в мониторинге беспилотных транспортных средств и сельскохозяйственных беспилотных аппаратов связи, позволяющих сократить контакты людей сельскохозяйственным сырьем [20].

Цепочки поставок, основанные на интеграции промышленной информации (концепции интегрированного использования новых информационных технологий, таких как 5G, интернет вещей, большие данные, облачные сервисы, беспроводные сети связи и искусственный интеллект в области современной промышленности), сыграли огромную роль в доставке материалов для профилактики эпидемии COVID-19 [21].

Использование ИКТ и цифровая трансформация бизнеса особенно ярко показывают свою эффективность в кризисные моменты, когда предприятия, в особенности относящиеся к SME, вынуждены применять ИКТ под влиянием внешних факторов, таких как пандемия COVID-19: например, использование интернет-ресурсов и онлайн-приложений в цепочках поставок могут решить сразу две проблемы: продажи и логистику. Такая цепочка поставок полагается на онлайн-платформы, которые могут связывать бизнес как с производителями сырья, так и заказчиками [22].

В исследовании [23] предлагается использовать цифровой двойник цепочки поставок – модель, которая представляет состояние цепочки в любой конкретный момент времени и обеспечивает полную сквозную видимость SC для повышения устойчивости и планов действий в чрезвычайных ситуациях. Необходимость и значение цифровых двойников SC стали бесспорно очевидными во время пандемии COVID-19, когда многим компаниям пришлось оперативно адаптировать цепочку под

существующих и новых поставщиков и заказчиков. Цифровые двойники SC разработаны для управления сбоем, то есть система поддержки принятия решений существует для управления рисками сбоев SC, в которой используется интегрированное моделирование рисков сбоев с компонентами моделирования, оптимизации и аналитики для поддержки ситуационного прогнозирования, прогнозного моделирования, предписывающей оптимизации и адаптивного обучения на основе перехода от автономного режима к онлайн-моделированию и оптимизации [23].

Таким образом, подавляющее большинство авторов подчеркивают необходимость и преимущества использования и разработки ИКТ в системах управления цепочками поставок, особенно в условиях сбоев в глобальных и локальных цепочках поставок. Однако по-прежнему недостаточно исследований, посвященных влиянию программных и информационных сред на эффективность цепочек поставок в условиях мировых кризисов, закрытых границ и карантинных ограничений.

### 3. Материалы и методы

Для достижения цели работы были собраны выборки необходимых данных за период с 2010 по 2018 г. из официальных источников, которые находятся в открытом доступе<sup>1</sup>. Все расчеты осуществлялись с применением пакета программ MS Excel и языка программирования Matlab.

Анализ данных всех стран, представленных в открытом доступе, – это долгий и трудоемкий процесс, который мы решили упростить выделением кластеров стран исходя из значений ВВП на душу населения. Для этого мы

<sup>1</sup> The Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). Data Bank. URL: <https://data.oecd.org/>

построили регрессионные зависимости полиномиального вида (1), провели расчеты о минимальном значении кластеров<sup>2</sup>, на которые можно разделить страны по объему ВВП на душу населения, на основе векторов коэффициентов  $\{a_{ji}\}_j$ .

$$GDP_j = \sum_{i=1}^I a_{ji} \cdot year_j^i, \quad (1)$$

где  $GDP_j$  – объем ВВП страны  $j$  на душу населения,  $a_{ji}$  – коэффициент,  $year_j$  – переменная, отражающая номер года (здесь  $(year_j^i)^i$  – это показатель степени),  $I$  – минимальная степень полинома, достаточная для анализа ( $R^2$ ).

Обычно страны делятся на три группы по объему ВВП: развитые, развивающиеся и отсталые [9]. Это очень условное разделение, поэтому было принято решение о выделении нескольких кластеров на основе данных, полученных при регрессионном анализе. Далее из каждого кластера выделим по две страны, в которых хотя бы для одной имеются полные данные в базах данных по уровням предпринимательства и цифровизации стран.

Рассмотрим показатели, которые предстоит сравнить.

Индекс эффективности логистики (Logistics Performance Index, далее LPI) позволяет понять, какие действия необходимо предпринять для улучшения своих показателей как на уровне страны в целом, так и на уровне отдельных предприятий. Для анализа эффективности логистической системы оцениваются такие показатели как эффективность работы таможенных и пограничных служб, уровень качества инфраструктуры, простота организации поставок, качество логистических услуг,

возможность отслеживать грузы и своевременность поставок.

Индекс цифровой жизни (Telefónica Indexon Digital Life, далее TIDL) отражает потенциал страны с точки зрения цифровизации. Для построения индекса цифровой жизни принимается во внимание: обеспечение открытого доступа к информации на основе цифровой инфраструктуры страны; простота взаимодействия с цифровой инфраструктурой организаций внутри страны; комфортность использования цифровой инфраструктуры для предпринимательства и инноваций [24].

Индекс предпринимательства (The Global Entrepreneurship Index, далее GEI) дает возможность оценить потенциал экономики с позиций предпринимательства, поэтому он включает себя ряд показателей, жизненно важных для ведения бизнеса: восприятие возможностей, навыки стартапа, принятие рисков, сетевое взаимодействие, культурную поддержку, возможности стартапа, освоение технологий, человеческий капитал, конкуренцию, продуктовые инновации, процессные инновации, высокий рост, интернационализацию, рисковый капитал. Все они так или иначе интуитивно понятны, однако некоторые из них заслуживают комментариев. Процессные инновации охватывают использование новых технологий в стартапах в сочетании с валовыми внутренними расходами на исследования и разработки и потенциалом страны для проведения прикладных исследований. Высокий рост – это комбинированный показатель процента быстрорастущих предприятий, которые намереваются нанять не менее десяти человек и планируют вырасти более чем на 50% за пять лет, наличия венчурного капитала и сложности бизнес-стратегии [25].

Следует отметить, что ввиду отсутствия более свежих данных, в том числе

<sup>2</sup> k-Means Clustering. MathWorks. Matlab Documentations. URL: <https://www.mathworks.com/help/stats/k-means-clustering.html>

учитывающих пандемию COVID-19, при проведении текущего исследования использовались данные за период с 2011 по 2018 г. Показатель TIDL не будет рассмотрен в таком же объеме, как экономические показатели LPI и GEI, ввиду отсутствия данных из-за пандемии COVID-19.

#### 4. Результаты<sup>3</sup>

Согласно предложенному алгоритму, на первом шаге проведем кластеризацию стран по значению ВВП на душу населения и выберем по две страны из каждого кластера для дальнейшего анализа. В кластерах отражены все страны, которые были доступны для анализа<sup>4,5,6,7</sup>. Остановимся на следующих экономиках: США и Швейцария, Бельгия и Австралия, Япония и Финляндия, Испания и Словения, Словакия и Турция, Россия и Уругвай, Мексика и Гватемала, так как полный объем данных по всем показателям (LPI, TIDL, GEI, ВВП на душу населения) одновременно доступен только для этих стран. Нами сделаны графики изменения значений ВВП на душу населения для этих стран, сформированных по кластерам. Минимальное

количество кластеров, согласно результатам алгоритма, составило 7. Первый: Швейцария (1) и США (2), второй: Бельгия (3) и Австралия (4), третий: Япония (5) и Финляндия (6), четвертый: Испания (7) и Словения (8), пятый: Словакия (9) и Турция (10), шестой: Россия (11) и Уругвай (12), седьмой: Мексика (13) и Гватемала (14).

Несмотря на то, что экономики этих стран в докризисный период показывали небольшой рост, их причастность к своему кластеру по данному показателю выражена существенно (более 90% всех точек на графике для рассматриваемых пар стран). Таким образом, для анализа сформированы семь кластеров, в каждом из которых отобраны по две экономики.

Рассмотрим, как связаны объемы ВВП на душу населения и показатель LPI. На рис. 1 визуализированы значения LPI для выбранных стран по годам.

Анализ рис. 1 показывает, что страны, которые были поделены на семь кластеров, сформировали три группы: развитые экономики – Бельгия, Финляндия, Япония, США, Испания, Швейцария и Австралия; развивающиеся страны – Словения, Турция, Словакия и Мексика; остальные экономики – Гватемала, Россия и Уругвай. Здесь можно заметить, что в первую группу вошли страны из кластеров 1, 2, 3, 4 (Испания); во вторую – 4 (Словения), 5, 7 (Мексика); в третью – 6, 7 (Гватемала). Все страны по порядку их кластеров вошли в группы, кроме трех из групп 2 и 3, что позволяет утверждать о сильной связи LPI и ВВП на душу населения для группы стран с развитой экономикой. Можно также утверждать о том, что не всегда совпадают позиции стран по значению LPI на рис. 1 с порядком следования стран по ВВП на душу населения, что позволяет зафиксировать, что позиционно порядки следования стран по значению

<sup>3</sup> Расчеты в Excel доступны по ссылке: [https://drive.google.com/file/d/1O2\\_sK2WYaDzZWonH4oZgBGE\\_v3n1fMJ/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1O2_sK2WYaDzZWonH4oZgBGE_v3n1fMJ/view?usp=sharing).

<sup>4</sup> GDP per capita (constant LCU). World Bank national accounts data, and OECD national accounts data files. The World Bank. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.KN>.

<sup>5</sup> The Global Entrepreneurship and Development Institute // Telefónica Index on Digital Life – 2016. 2016. URL: <https://thegedi.org/telefonica-index-on-digital-life>.

<sup>6</sup> The World Bank // International LPI. 2019. URL: <https://lpi.worldbank.org/international>.

<sup>7</sup> The World Bank // GDP per capita (constant LCU). World Bank national accounts data, and OECD National Accounts data files. 2020. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.KN>.



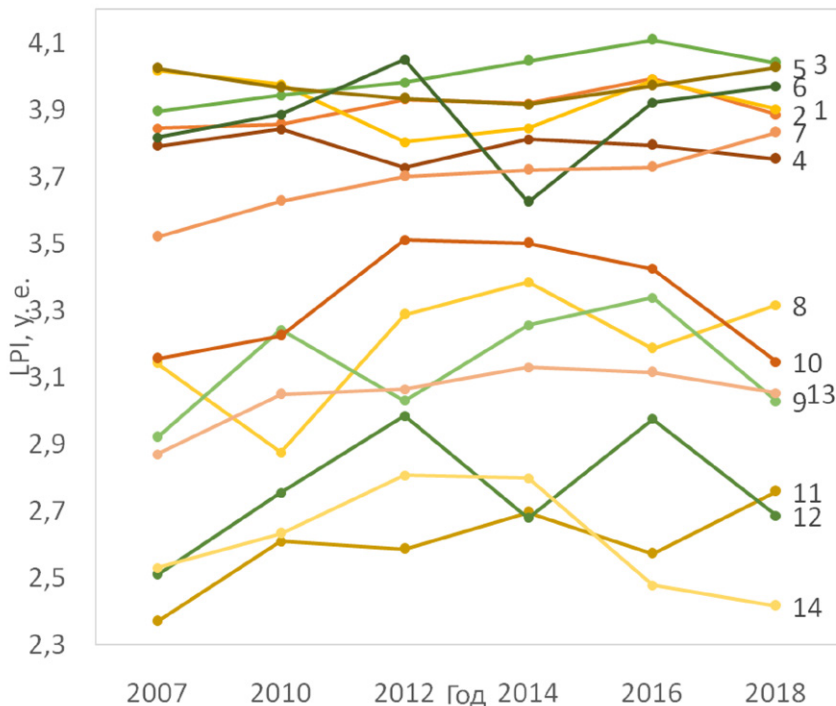


Рис. 1. Сравнение значений LPI по годам

Fig. 1. Comparison of LPI values by years

Примечание: 1 – Швейцария, 2 – США, 3 – Бельгия, 4 – Австралия, 5 – Япония, 6 – Финляндия, 7 – Испания, 8 – Словения, 9 – Словакия, 10 – Турция, 11 – Россия, 12 – Уругвай, 13 – Мексика, 14 – Гватемала.

Источник: на основе данных The World Bank, 2019.

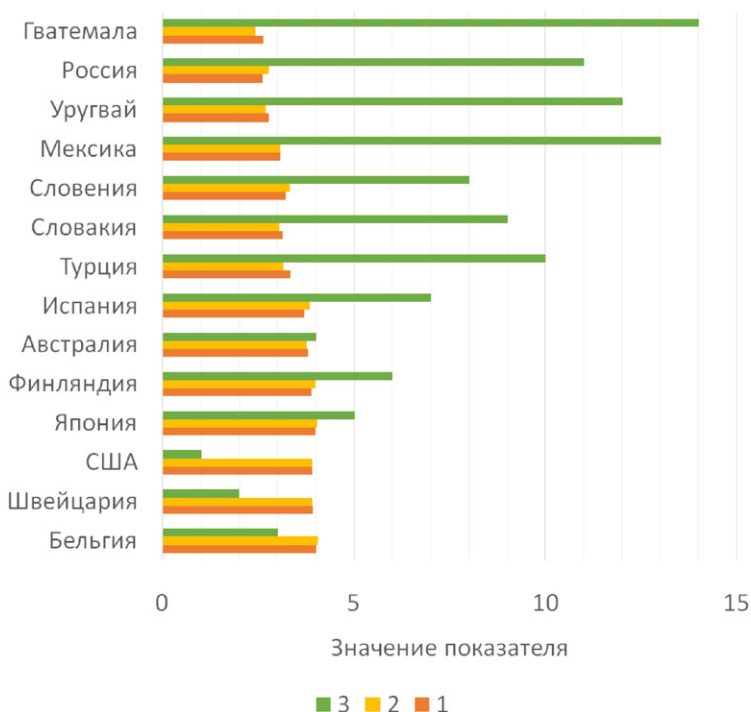
LPI и ВВП различны. Поясним смысл понятий «место» и «позиция». Чем *выше место* страны в списке, тем *ниже результат*. Чем выше позиция страны в списке, тем выше результат.

Рассмотрим рис. 2. Здесь можно видеть, что зависимость между объемом ВВП на душу населения и значением развитости логистической инфраструктуры есть. Парные коэффициенты корреляции составляют 0,90674 для зависимостей между средними значениями за период с 2007 по 2018 г. и местами в списке по ВВП на душу населения и 0,90171 – для значений LPI за 2018 г. и местами в списке по ВВП на душу населения, что позволяет утверждать о сильной связи между значением LPI и степенью развитости экономики.

Однако стоит рассмотреть эти связи более детально, на уровне субиндексов<sup>8</sup> (рис. 3).

Можно заметить, что в 2018 г. сохраняется количество групп – три. Здесь в первую группу неизменно входят Бельгия, Финляндия, Япония, США, Испания, Швейцария, Австралия и, в отличие от случая с LPI (рис. 2–3), Словения. Во вторую группу вошли Мексика, Словакия, Турция и, в отличие от случая с LPI (рис. 2–3), Россия. В третью группу попали Уругвай

<sup>8</sup> Ввиду невозможности размещения всех рисунков по имеющимся годам автором было принято решение о размещении соответствующих графиков по ссылке: <https://drive.google.com/file/d/1TkRDQXr1POdckmQQdlKR4U8zJgmV2kg/view?usp=sharing>.



**Рис. 2.** Визуализация значений LPI по странам в среднем и за 2018 г.

**Fig. 2.** Visualization of LPI values by country on average and for 2018

*Примечание:* 1 – среднее значение за период с 2007 по 2018 г., 2 – значение LPI за 2018, 3 – место в списке по ВВП на душу населения.

*Источник:* на основе данных The World Bank, 2020, составлено автором.

и Гватемала. Жирными линиями отмечены наиболее прогрессивные экономики в каждом кластере (1 – Япония и Бельгия, 2 – Турция, 3 – Уругвай).

Таким образом, при более детальном рассмотрении зависимости объема ВВП на душу населения и LPI можно сделать вывод о том, что страны с высоким уровнем развития экономики имеют достаточно высокие стандарты логистического обслуживания и соответствуют группе с высоким уровнем рейтинга. Для стран со средним и ниже уровнем экономического развития индекс эффективности логистики показывает среднюю корреляцию с показателем объемом ВВП на душу населения.

Кроме того, при более детальном рассмотрении позиции стран внутри групп поменялись и пересекаются,

что позволяет утверждать, что внутри групп корреляция LPI с объемом ВВП на душу населения слабое. Аналогичная картина сохраняется и для остальных годов (2010, 2012, 2014, 2016). Результаты их описания представлены в табл. 1.

Рассмотрим выбранные экономики с позиций уровня развития ИКТ в них. Предполагается, что существует зависимость степени эффективности SC от уровня информатизации в экономиках (TIDL). На рис. 4 отражены значения индекса TIDL, сформированные<sup>9</sup> на основе International LPI.

Следует отметить, что показатель TIDL демонстрирует корреляцию с уровнем развития экономики – чем выше уровень развития экономики, тем

<sup>9</sup> Данные по индексу TIDL доступны лишь за 2016 год.

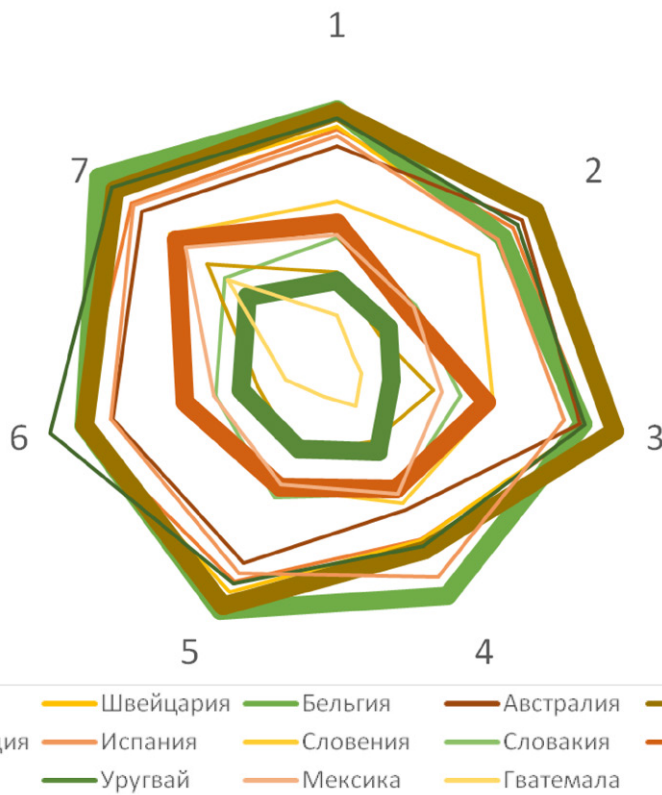


Рис. 3. Сравнение составляющих рейтинга LPI за 2018 г.

Fig. 3. Comparison of the components of the LPI rating for 2018

Примечание: 1 – LPI, 2 – таможня, 3 – инфраструктура, 4 – международные перевозки, 5 – качество логистики и компетенции, 6 – отслеживание, 7 – доставка в срок.

Источник: на основе данных The World Bank, 2020, составлено автором.

Таблица 1. Распределение рассматриваемых стран внутри каждой из групп LPI по годам

Table 1. Distribution of the countries under consideration within each of the LPI groups by year

Параметр	Год				
	2018	2016	2014	2012	2010
Лидеры Группа 1	Бельгия Япония	Бельгия	Бельгия	Финляндия Япония	Финляндия Япония
Лидеры Группа 2	Турция	Турция	Турция	Турция	Турция
Лидеры Группа 3	Уругвай	Уругвай	Гватемала	Гватемала	Уругвай
Группа 1	Швейцария	Швейцария	Швейцария	Швейцария	Швейцария
	Австралия	Австралия	Австралия	Австралия	Австралия

Окончание табл. 1

End of table 1

Группа 1	Финляндия	Финляндия	Финляндия	Бельгия	Бельгия
	США	США	США	США	США
	Испания	Испания	Испания	Испания	Испания
	Словения	Япония	Япония		
		Словакия			
Группа 2	Мексика	Мексика	Мексика	Мексика	Мексика
	Россия	Словения	Словения	Словения	Словения
	Словакия		Словакия	Словакия	Словакия
				Уругвай	
Группа 3	Гватемала	Россия	Россия	Россия	Россия
		Гватемала	Уругвай		Гватемала

Источник: составлено автором.

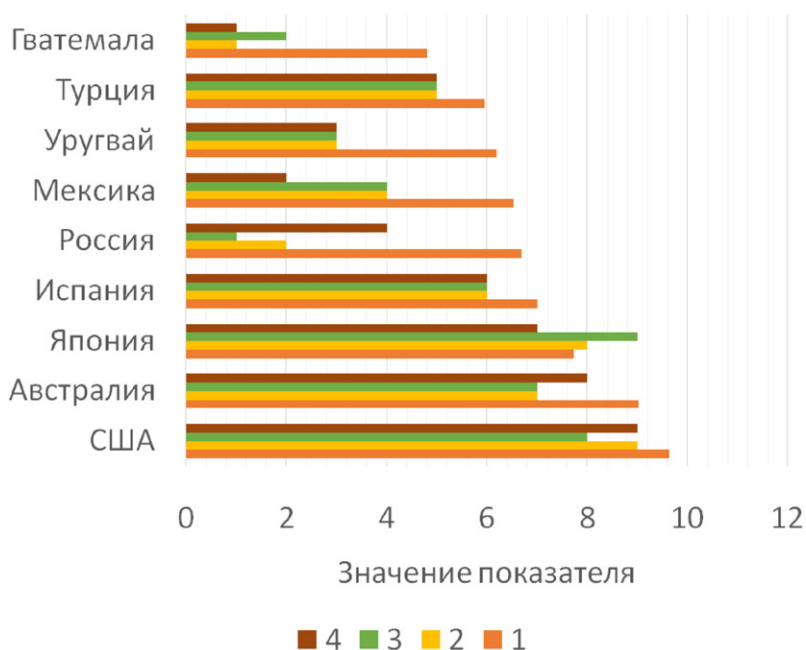


Рис. 4. Сравнение некоторых показателей, включая индекс цифровой жизни

Fig. 4. Comparison of some indicators, including the digital life index

Примечание: 1 – TIDL/10, 2 – LPI 2016 (позиция), 3 – средний LPI за все время наблюдений (позиция), 4 – позиция страны по ВВП на душу населения.

Источники: на основе данных The World Bank, 2019.

выше индекс цифровой жизни (значение коэффициента корреляции 0,9082). Несложно заметить, что почти все страны из своих кластеров занимают те же позиции по значению ВВП на душу населения, что при сортировке стран по убыванию значений индекса TIDL, что позволяет утверждать о корректности изначальной кластеризации стран по объему ВВП на душу населения.

Рассмотрим более детально индекс TIDL на уровне его составляющих. На рис. 5 видно, что все страны, кроме США, Австралии, Гватемалы и Уругвая, сохранили свою принадлежность к группам (первая и третья попарно соответственно). Основная масса стран, включая Россию, относится ко второй группе. Здесь наблюдается интересная ситуация: разброс значений цифрового предпринимательства очень

мал у всех стран, в то время как показатели цифровой открытости и цифрового доверия имеют больший разброс.

Лидерами тут являются США, Япония и Гватемала для первой, второй и третьей групп соответственно. Можно заметить, что объем ВВП на душу населения тем выше, чем выше индекс TIDL. Эта связь позволяет сделать вывод о том, что степень развитости экономики зависит от уровня ИКТ в стране.

Рассмотрим выбранные экономики с позиций уровня развития предпринимательства в них. Предполагается, что существует зависимость степени эффективности SC от уровня предпринимательства в экономиках (GEI). На рис. 6–8 отражены значения индекса GEI и его субиндексов.

Ввиду значительного числа субиндексов GEI было решено разбить

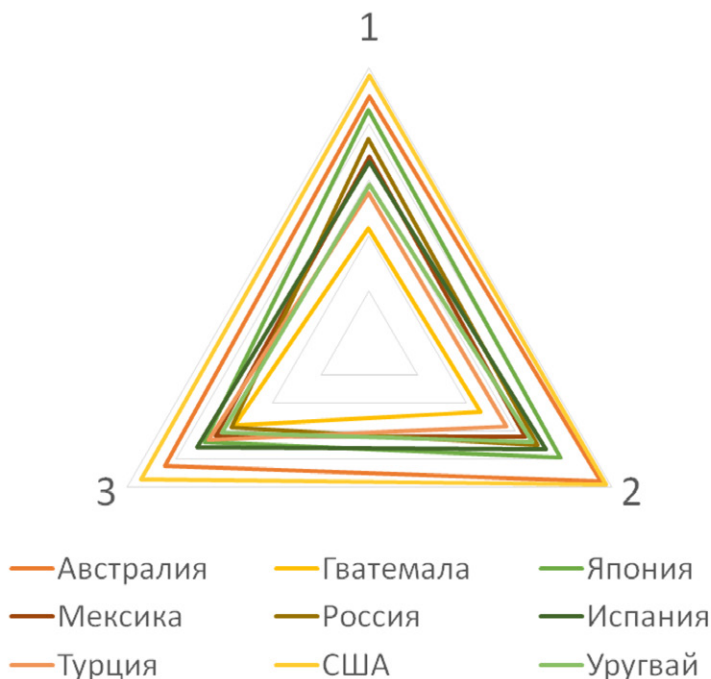
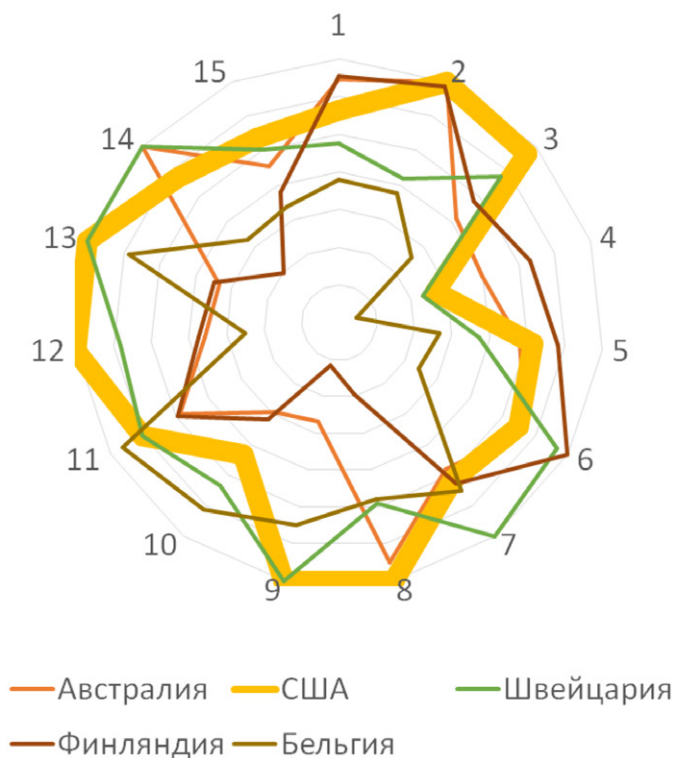


Рис. 5. Сравнение значений, составляющих индекса цифровой жизни

Fig. 5. Comparison of the values that make up the digital life index

Примечание: 1 – цифровая открытость, 2 – цифровое доверие, 3 – цифровое предпринимательство.

Источники: на основе данных The Global Entrepreneurship and Development Institute, 2016.



**Рис. 6.** Визуализация индекса предпринимательства для первой группы стран

**Fig. 6.** Visualization of the entrepreneurship index for the first group of countries

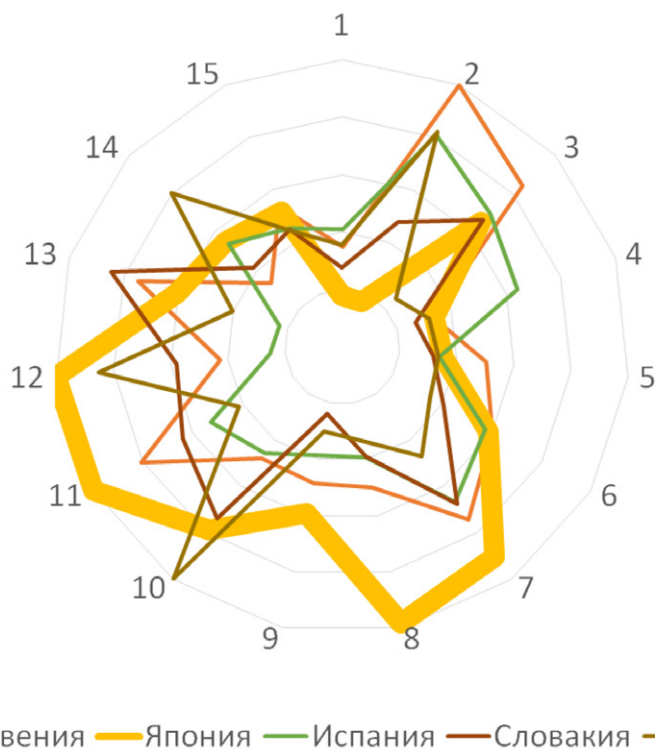
*Примечание:* 1 – восприятие возможностей, 2 – навыки стартапа, 3 – принятие рисков, 4 – сетевое взаимодействие, 5 – культурная поддержка, 6 – возможности стартапа, 7 – освоение технологий, 8 – человеческий капитал, 9 – конкуренция, 10 – продуктовые инновации, 11 – процессные инновации, 12 – высокий рост, 13 – интернационализация, 14 – рискованный капитал, 15 – GEI.

*Источник:* на основе данных The Global Entrepreneurship and Development Institute, 2010–2018.

страны по группам для большей наглядности выводов. Здесь так же, как в случае с анализом показателей TIDL, сохраняются лидеры в первых группах – США и Япония, однако в третьей группе лидером является Гватемала. Наилучшие условия для предпринимательства, исходя из данных рис. 6–8, созданы в США. Лишь по немногим показателям и немногие страны обгоняют США.

Для второй группы лидером является Япония. Однако, как можно заметить на рис. 7, лидером ее можно назвать весьма условно, исходя из значений таких субиндексов, как восприятие возможностей, навыки стартапа,

принятие рисков, сетевое взаимодействие, культурная поддержка и возможности стартапа. Это можно связать с культурными особенностями страны. Все описанные значения субиндексов могут быть объяснены тем, что в Японии и в XXI веке сохраняются крайне патриархальные настроения, как в быту, так и на работе: старший по званию/положению или по должности сам должен определять повестку дня, направление развития и т. д., обществом осуждаются инициативы «снизу». Однако Япония за последние 20 лет сделала большой шаг в сторону современного общества, где мнение каждого важно и должно быть



**Рис. 7.** Визуализация индекса предпринимательства для второй группы стран

**Fig. 7.** Visualization of the entrepreneurship index for the second group of countries

*Примечание:* 1 – восприятие возможностей, 2 – навыки стартапа, 3 – принятие рисков, 4 – сетевое взаимодействие, 5 – культурная поддержка, 6 – возможности стартапа, 7 – освоение технологий, 8 – человеческий капитал, 9 – конкуренция, 10 – продуктовые инновации, 11 – процессные инновации, 12 – высокий рост, 13 – интернационализация, 14 – рисковый капитал, 15 – GEI.

*Источник:* на основе данных The Global Entrepreneurship and Development Institute, 2010–2018.

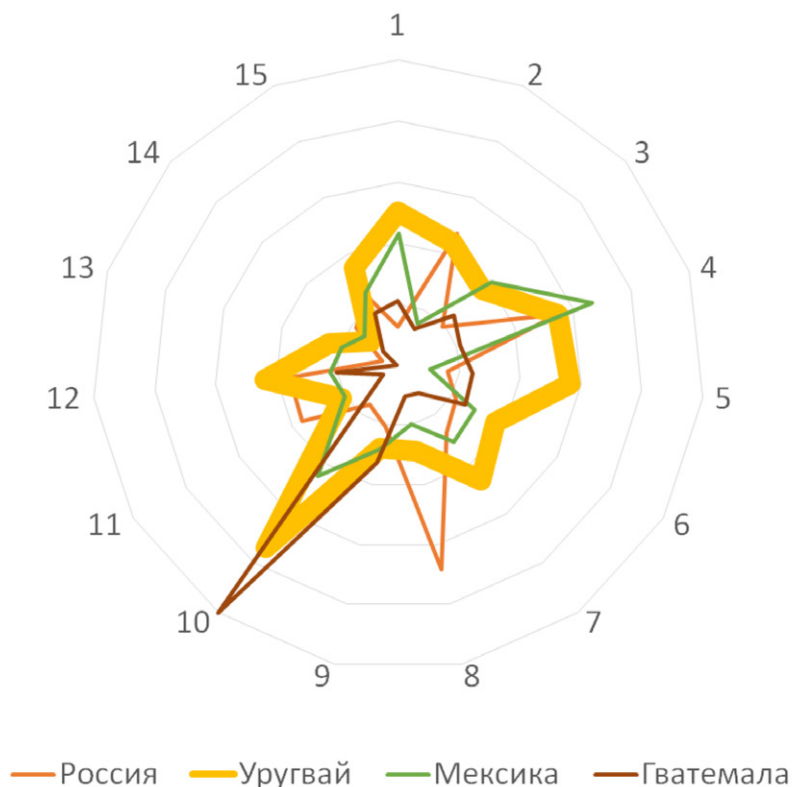
услышано. Это можно заметить исходя из карт Инглхарта<sup>10</sup> за 2000–2020 гг.

Третья группа сильно выделяется своими выбросами. Так, на рис. 9 можно заметить, что, несмотря на низкие уровни человеческого капитала в Уругвае и Гватемале, там наблюдаются значительные успехи в продуктовых инновациях. В программе уругвайского правительства Широкого Фронта с 2015 г. утверждается, что технологическое развитие должно стать инструментом повышения производительности труда, роста его механизации и становления новой

культуры труда в целом. Так, раздел 17 этой программы носит без преувеличения амбициозное название – «Уругвай производительный и инновационный» (Uruguay Productivo e Innovador) [26]. Однако такие громкие названия программ были также обоснованы и ожиданием народа Уругвая помощи со стороны Всемирного банка. Последний направил помощь Уругваю для повышения уровня устойчивого развития, предполагающую финансовые вложения в экономику страны для ее превращения в один из транспортных, экономических и экспериментальных центров в регионе<sup>11</sup>. Для этого

<sup>10</sup> The new 2020 World Cultural Map has been released // World Values Survey Association. 2020. URL: <http://www.worldvaluessurvey.org/WVSEventsShow.jsp?ID=428>.

<sup>11</sup> El Banco Mundial en Uruguay // Estrategia y resultados. 06.10.2017. URL: <http://www.bancomundial.org/es/country/uruguay/overview#2>.



**Рис. 8.** Визуализация индекса предпринимательства для третьей группы стран

**Fig. 8.** Visualization of the entrepreneurship index for the third group of countries

*Примечание:* 1 – восприятие возможностей, 2 – навыки стартапа, 3 – принятие рисков, 4 – сетевое взаимодействие, 5 – культурная поддержка, 6 – возможности стартапа, 7 – освоение технологий, 8 – человеческий капитал, 9 – конкуренция, 10 – продуктовые инновации, 11 – процессные инновации, 12 – высокий рост, 13 – интернационализация, 14 – рисковый капитал, 15 – GEI.

*Источник:* на основе данных The Global Entrepreneurship and Development Institute, 2010–2018.

было сформировано 12 проектов в сфере инноваций общей стоимостью более 1 млрд долл. Несмотря на объем инвестиций в Уругвай, большие успехи показывает Гватемала. Отметим, что Всемирный банк также инвестировал в Гватемалу, и результатом явился более значительный уровень продуктовых инноваций [27, 28]. Причины таких разных отдач от инвестиций остаются неизвестными и открытыми для будущих исследований.

В то же время в России наблюдается значительный уровень человеческого капитала, но низкий уровень как в продуктовых инновациях, так и во всех

остальных показателях, кроме сетевого взаимодействия и принятия рисков. Отсталость по целому множеству признаков определяется недалновидной политикой государства в области экономики. Особенно хорошо это заметно в период, связанный с пандемией COVID-19. Россия – единственное государство из G8, отказавшееся поддержать собственное население при наличии всех имеющихся для этого ресурсов (Фонд национального благосостояния и др.). Высокий уровень человеческого капитала в стране объясняется влиянием советского и раннего демократического (1991–2000) прошлого.



После 2000 г. количество школ и университетов стало неуклонно уменьшаться, а постоянно реформирующаяся система образования только способствует снижению уровня человеческого капитала в стране<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> См. *Гуриев С. М.* Ступор экономики Путина. 2020 // Project Syndicate. URL: <https://www.project-syndicate.org/commentary/covid19-crisis-not-to-blame-for-russia-economic-contraction-by-sergei-gurieiev-2020-11/russian?barrier=accesspaylog>.

Рассмотрим, какие страны остались в одних и тех же группах при анализе индексов GEI и LPI (табл. 2). Здесь можно заметить, что большинство стран в группах из перечня, полученного при кластеризации по LPI, совпали со странами из перечня, полученного при кластеризации по GEI, что позволяет утверждать о существовании значимой общей зависимости LPI от степени развитости

Таблица 2. Страны, входящие в группы, исходя из анализа индекса предпринимательства GEI

Table 2. Countries included in the groups based on the analysis of the GEI Entrepreneurship Index

Параметр	Год			
	2018	2014	2011	2010
Лидеры Группа 1	<b>США</b>	<b>США</b>	<b>США</b> <b>Австралия</b>	<b>США</b> <b>Австралия</b>
Лидеры Группа 2	Япония	<b>Словения</b>	Бельгия	<b>Словения</b>
Лидеры Группа 3	<b>Уругвай</b>	<b>Уругвай</b>	Уругвай	<b>Уругвай</b>
Группа 1	<b>Австралия</b>	<b>Австралия</b>		
	<b>Швейцария</b>	<b>Швейцария</b>	<b>Швейцария</b>	<b>Швейцария</b>
	<b>Финляндия</b>	<b>Финляндия</b>	<b>Финляндия</b>	<b>Финляндия</b>
	<b>Бельгия</b>	<b>Бельгия</b>		<b>Бельгия</b>
		<b>Япония</b>		<b>Япония</b>
Группа 2	Словения		<b>Словения</b>	
	Испания	Испания	Испания	Испания
	<b>Словакия</b>	<b>Словакия</b>	<b>Словакия</b>	
	Турция		Япония	
			<b>Турция</b>	<b>Турция</b>
Группа 3	Россия	<b>Россия</b>	<b>Россия</b>	<b>Россия</b>
	Мексика	Мексика	Мексика	Мексика
	<b>Гватемала</b>	<b>Гватемала</b>	<b>Гватемала</b>	<b>Гватемала</b>

*Примечание:* Жирным выделены те страны, принадлежность которых к группам, сформированным по индексу LPI (табл. 1), совпали.

*Источник:* составлено автором.

предпринимательства в странах с разной степенью развитости.

Для понимания, насколько сильно зависит LPI от показателей GEI, рассмотрим табл. 3. Коэффициент зависимости LPI от GEI находится в диапазоне между 0,7143 и 0,75, что подтверждает гипотезу о значительной степени зависимости двух экономических факторов. Диапазон существует из-за того, что некоторые данные в 2010 и 2014 гг. не известны. Считаем, что все эти данные могут принимать значения как «+», так

и «-», что сказывается на границах диапазона коэффициента значимости.

Интересен тот факт, что Россия оказалась во второй группе при сравнении показателей индекса TIDL, в то время как показатели LPI, ВВП на душу населения и результаты анализа GEI относят ее, скорее, к странам третьего мира. В России ярко выражены показатели цифрового доверия (2/10 место) и цифровой открытости (4/10), что демонстрирует потенциал к росту экономики. Однако этого не происходит из-за

Таблица 3. Совпадения позиций стран при анализе индексов LPI и GEI за разные года

Table 3. Coincidence of countries' positions in the analysis of LPI and GEI indices for different years

№	% [+; -; ?]	Страна	Год			
			2010	2012/2011	2014	2018
1	[1;0;0]	Австралия	+	+	+	+
2	[1;0;0]	США	+	+	+	+
3	[1;0;0]	Швейцария	+	+	+	+
4	[1;0;0]	Финляндия	+	+	+	+
5	[0.75;0.25;0]	Бельгия	+	-	+	+
6	[0.75;0.25;0]	Словения	+	+	+	-
7	[0.5;0.5;0]	Япония	+	-	+	-
8	[0;1;0]	Испания	-	-	-	-
9	[0.75;0;0.25]	Словакия	?*	+	+	+
10	[0.75;0;0.25]	Турция	+	+	?	+
11	[0.75;0.25;0]	Россия	+	+	+	-
12	[0.75;0.25;0]	Уругвай	+	-	+	+
13	[0;1;0]	Мексика	-	-	-	-
14	[1;0;0]	Гватемала	+	+	+	+
	<b>[0.7143,0.75]</b>	Совпало (+)	11	9	11	9
	<b>[0.25,0.2857]</b>	Не совпало (-)	2	5	2	5
		Не определен (?)	1	0	1	0

Примечание: \* нет данных.

Источник: составлено автором.

незначительного значения показателя цифрового предпринимательства (10/10). Можно полагать, что после роста уровня предпринимательства в области цифровых технологий в стране улучшится и уровень развитости экономики, а принимая вывод о связи LPI с TIDL, можно также утверждать, что в случае роста предпринимательства, связанного с цифровыми технологиями, в РФ значительно вырастет и уровень эффективности цепочек поставок.

Исходя из описанного, отметим, что существует серьезная зависимость между степенью устойчивости цепочек поставок и уровнем цифровизации страны (коэффициент корреляции 0,9). Наиболее серьезные связи демонстрируют страны с развитой экономикой в то время, как страны со средним и ниже уровнем развития не показывают сильную связь, однако она остается существенной.

Кроме того, показана серьезная зависимость между степенью устойчивости цепочек поставок и степенью развитости предпринимательства – в интервале от 0,7143 до 0,75. Наиболее сильные связи демонстрируют страны с развитой экономикой; страны со средним и ниже уровнем развития не показывают сильную связь, однако она остается значительной.

## 5. Обсуждение

Текущие научные исследования, посвященные вопросам цифровой экономики, являются самыми популярными направлениями не только по причине активного внедрения информационно-коммуникационных технологий во все сферы жизни, но в первую очередь из-за необходимости анализа и осмысления результатов воздействия пандемии COVID-19 на сбой глобальных и локальных цепочек поставок. Так, Kollberg Th. M. и Dreyer H. в своей

работе [29] выделяют очень разные области для анализа: ИКТ, управление и интеграция. На основе анализа факторов влияния на интеграцию цепочки поставок и эффектов внедрения ИКТ они делают вывод, что цифровые технологии являются главным фактором повышения эффективности цепочки поставок за счет поддержки процессов обмена информацией. Отличительной особенностью статьи [29] можно назвать факт рассмотрения уровня отдельно взятого предприятия, в то время как наше исследование демонстрирует более общие результаты: отдача от внедрения ИКТ очень существенна при условии отсутствия кризисов. Дмитрий Иванов в своем недавнем исследовании [9] показал, что в период мирового кризиса, вызванного различными факторами, включая пандемии, использование современных информационных технологий при формировании устойчивых цепочек поставок приобретает важность и тем самым может оказать существенную роль в устойчивости бизнеса к кризисным ситуациям. Принимая во внимание структуры цепочек поставок, можно утверждать, что ИКТ – это не панацея от последствий пандемии COVID-19, так как эффект их применения может быть сведен к нулю, если в рассматриваемом регионе недостаточно развита инфраструктура [3].

Фундаментом современного бизнес-сообщества является управление цепочками поставок с применением ИКТ [2]. Авторы работы [30] исследовали характер влияния основных концепций управления цепочками поставок на развитие ИКТ, а именно электронной коммерции. Важным замечанием видится, что результаты работы [30] не позволяют определить роль ИКТ в повышении эффективности управления цепочками поставок. В работе [26] показано, что в зависимости от организации

ИКТ они играют различную роль в повышении эффективности цепочки поставок: в случае с ориентацией на внутренние процессы компании это ведет к большей интеграции цепочки поставок, что повышает производительность, а в случае с ориентацией на сотрудничество с другими компаниями – требует дополнительных инвестиций для достижения повышенной производительности SC. Авторы [7, 26] также отмечают, что необходимы дополнительные исследования взаимодействия ИКТ с бизнес-процессами, чтобы лучше понять их роль в повышении эффективности цепочки поставок.

Авторы обзора [31] сосредоточили свое внимание на том, что цепочка поставок будущего станет автономной и будет иметь прогностические возможности благодаря развитию ИКТ, что обеспечит значительный выигрыш в эффективности во все более сложной и неопределенной среде. Основываясь на анализе 126 статей, авторы делают вывод о том, что искусственный интеллект является именно той группой технологий, которая определит будущие возможности цепочек поставок. При этом влияние внешней среды на развитие таких возможностей ими не анализируется.

Подводя итог, отметим, что многие современные исследования в области формирования устойчивых цепочек поставок подтверждают высокую степень важности ИКТ. Работы можно условно разделить на две группы: с ориентацией на микро- и макроуровни экономики. Но вне зависимости от направленности современные исследования сходятся в том, что будущее цепочек поставок и бизнеса как в благоприятных, так и в неблагоприятных условиях неотъемлемо связано с развитием ИКТ. Полученные результаты настоящей работы показывают, что,

несмотря на высокую степень важности и актуальности ИКТ, их влияние максимально проявляется в странах с развитой экономикой. Все описанное наглядно демонстрирует, что ИКТ – это не просто основа ведения бизнеса с точки зрения формирования цепочек поставок, но и базовая необходимость для выживания и восстановления после того, как пройдет пандемия [2, 22, 23].

## 6. Выводы

Повсеместное внедрение цифровых технологий отражается на методах ведения бизнеса, приводя к неизбежной трансформации всех процессов и сфер деятельности человека. Важность применения информационно-коммуникационных технологий для сохранения и восстановления цепочек поставок, на которые повлияла пандемия COVID-19 и связанные с ней карантинные ограничения различного уровня, трудно переоценить. Многочисленные публикации на тему управления цепочками поставок подтверждают активное повсеместное использование цифровых технологий для повышения эффективности ведения бизнеса в условиях сбоя в глобальных и локальных цепочках поставок.

Область управления цепочками поставок быстро развивалась под воздействием факторов глобализации, инноваций, устойчивости и технологий. Несмотря на то что многие мероприятия, влияющие на эффективность логистики, такие как международная инфраструктура, торговые коридоры, правила и услуги, уже проанализированы многими исследователями, вопросы оценки роли и информационно-коммуникационных технологий в повышении эффективности и восстановлении цепочек поставок приобрели новую актуальность в период пандемии коронавируса ввиду закрытых государственных границ,

повышенных санитарно-гигиенических требований и различных по уровню строгости карантинных мероприятий, поскольку разрушены многие логистические цепочки как транснациональные, так и локальные. В результате проведенного исследования можно сделать вывод о том, что значение и перспективы использования информационно-коммуникационных технологий усиливаются в странах с развитой экономикой, где цифровизация позволяет достигать высоких показателей эффективности и восстановления цепочек поставок.

Результаты исследования демонстрируют, что в докризисный период страны с развитой экономикой (высоким уровнем ВВП на душу населения) показывали высокие и близкие к друг другу значения индексов эффективности логистики, что говорит о взаимосвязи экономического окружения и логистической инфраструктуры, и сервисов в стране. Страны с более низким уровнем развития экономики имели невысокие показатели рейтинга эффективности логистики. При этом прямой взаимосвязи между уровнем ВВП и уровнем индексом эффективности логистики не выявлено.

Как показал проведенный анализ, индексы цифровой жизни и предпринимательства коррелируют со степенью развития экономики и показателем эффективности логистики. Можно сделать вывод, что страны с развитой экономикой показывали высокие показатели эффективности логистических систем, предпринимательства и цифровизации. Исследование показало, что роли предпринимательства и информационно-коммуникационных технологий в повышении эффективности цепочек

поставок становятся значимыми при отсутствии пандемии или глобальных кризисов, а в кризисные периоды их значимость еще более возрастает и способствует восстановлению цепочек поставок и выживанию бизнеса в целом.

Таким образом, можно смело утверждать о том, что все три гипотезы исследования подтвердились: показатели применения информационно-коммуникационных технологий в отсталых и развивающихся странах существенно ниже аналогичных показателей для экономически развитых стран; эффективность цепочек поставок значительно зависит от уровня использования информационных технологий; эффективность цепочек поставок значительно зависит от уровня предпринимательства.

Современные предприятия могут не только выжить в условиях пандемии COVID-19, но и получить конкурентные преимущества, активно используя информационно-коммуникационные технологии. Другими словами, инвестиции в цифровизацию экономики есть основное условие выживания и устойчивого развития предприятий различных секторов экономики, однако нельзя назвать необходимые объемы инвестиций в информационно-коммуникационные технологии.

Результаты данного исследования, методы и данные могут быть использованы для дальнейших исследований в области влияния информационно-коммуникационных технологий и предпринимательства на восстановление и эффективность любого уровня цепочек поставок, в том числе с учетом обновленных данных, учитывающих влияние пандемии.

### Список использованных источников

1. *Розулин Р. С.* Модель оптимизации плана закупок сырья из регионов России лесоперерабатывающим комплексом // Бизнес-информатика. 2020. № 4. С. 19–35. DOI: 10.17323/2587–814X.2020.4.19.35.

2. *Dolgui A., Ivanov D., Sokolov B.* Reconfigurable supply chain: The X-network // International Journal of Production Research. 2020. Vol. 58, Issue 13. Pp. 4138–4163. DOI: 10.1080/00207543.2020.1774679.
3. *Remko V. H.* Research opportunities for a more resilient post-COVID-19 supply chain—closing the gap between research findings and industry practice // International Journal of Operations & Production Management. 2020. Vol. 40, No. 4. Pp. 341–355. DOI: 10.1108/IJOPM-03-2020-0165.
4. *Rizou M., Galanakis I. M., Aldawoud T. M., Galanakis C. M.* Safety of foods, food supply chain and environment within the COVID-19 pandemic // Trends in Food Science & Technology. 2020. Vol. 102. Pp. 293–299. DOI: 10.1016/j.tifs.2020.06.008.
5. *Wahyuni H. C., Vanany I., Ciptomulyono U., Purnomo J. D. T.* Integrated risk to food safety and halal using a Bayesian Network model // Supply Chain Forum: An International Journal. 2020. Vol. 21, Issue 4. Pp. 260–273. DOI: 10.1080/16258312.2020.1763142.
6. *Ageron B., Bentahar O., Gunasekaran A.* Digital supply chain: challenges and future directions // Supply Chain Forum: An International Journal. 2020. Vol. 21, Issue 3. Pp. 133–138. DOI: 10.1080/16258312.2020.1816361.
7. *Liu Y., Lee J. M., Lee C.* The challenges and opportunities of a global health crisis: the management and business implications of COVID-19 from an Asian perspective // Asian Business & Management. 2020. Vol. 19. Pp. 277–297. DOI: 10.1057/s41291-020-00119-x.
8. *Tellez O., Daguet L., Lehuédé F., Monteiro T., Osorio Montoya G., Péton O., Vercaene S.* A stakeholder-oriented approach to the optimization of transports of people with disabilities // Supply Chain Forum: An International Journal. 2020. Vol. 21, Issue 2. Pp. 93–102. DOI: 10.1080/16258312.2020.1768435.
9. *Ivanov D.* Viable supply chain model: integrating agility, resilience and sustainability perspectives – lessons from and thinking beyond the COVID-19 pandemic // Annals of Operations Research. 2020. Pp. 1–21. DOI: 10.1007/s10479-020-03640-6.
10. *Yoon S. N., Lee D. H., Schniederjans M.* Effects of innovation leadership and supply chain innovation on supply chain efficiency: Focusing on hospital size // Technological Forecasting and Social Change. 2016. Vol. 113, Part B. Pp. 412–421. DOI: 10.1016/j.techfore.2016.07.015.
11. *Thongrawd C., Pichetsiraprapa P., Somthong N., Sudprasert K.* The mediating role of operational and environmental performance in the relationship between green supply chain management and financial performance // International Journal of Supply Chain Management. 2019. Vol. 8, No. 4. Pp. 258–268. Режим доступа: <https://ojs.excelingtech.co.uk/index.php/IJSCM/article/download/3456/1771>.
12. *Chorfi Z., Benabbou L., Berrado A.* An integrated performance measurement framework for enhancing public health care supply chains // Supply Chain Forum. 2018. Vol. 19, Issue 3. Pp. 191–203. DOI: 10.1080/16258312.2018.1465796.
13. *Nooraie V. S., Parast M. M.* Mitigating supply chain disruptions through the assessment of trade-offs among risks, costs and investments in capabilities // International Journal of Production Economics. 2016. Vol. 171, Part 1. Pp. 8–21. DOI: 10.1016/j.ijpe.2015.10.018.
14. *Liu Z., Hu B., Zhao Y., Lang L., Guo H., Florence K., Zhang S.* Research on Intelligent Decision of Low Carbon Supply Chain Based on Carbon Tax Constraints in Human-Driven Edge Computing // IEEE Access. 2020. Vol. 8. Pp. 48264–48273. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2978911.
15. *Chen X., Liu C., Li S.* The role of supply chain finance in improving the competitive advantage of online retailing enterprises // Electronic Commerce Research and Applications. 2019. Vol. 33. P. 100821. DOI: 10.1016/j.elerap.2018.100821.
16. *Kabra G., Ramesh A.* Analyzing ICT issues in humanitarian supply chain management: A SAP-LAP linkages framework // Global Journal of Flexible Systems Management. 2015. Vol. 16, Issue 2. Pp. 157–171. DOI: 10.1007/s40171-014-0088-3.
17. *Luthra S., Mangla S. K., Chan F. T. S., Venkatesh V. G.* Evaluating the Drivers to Information and Communication Technology for Effective Sustainability Initiatives in Supply

Chains // International Journal of Information Technology and Decision Making. 2018. Vol. 17, No. 01. Pp. 311–338. DOI: 10.1142/S0219622017500419.

18. *Benton M. C., Radziwill N. M., Purritano A. W., Gerhart C. J.* Blockchain for Supply Chain: Improving Transparency and Efficiency Simultaneously // Software Quality Professional. 2018. Vol. 20, No. 3. Pp. 28–38.

19. *Jayaram A.* Lean six sigma approach for global supply chain management using industry 4.0 and IIoT // Proceedings of the 2016 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics. IEEE, 2016. Pp. 89–94. DOI: 10.1109/IC3I.2016.7917940.

20. *Galanakis C. M.* The Food Systems in the Era of the Coronavirus (COVID-19) Pandemic Crisis // Foods. 2020. Vol. 9, Issue 4. P. 523. DOI: 10.3390/foods9040523.

21. *Yin S., Zhang N., Dong H.* Preventing COVID-19 from the perspective of industrial information integration: Evaluation and continuous improvement of information networks for sustainable epidemic prevention // Journal of Industrial Information Integration. 2020. Vol. 19. P. 100157. DOI: 10.1016/j.jii.2020.100157.

22. *Indriastuti M., Fuad K.* Impact of Covid-19 on Digital Transformation and Sustainability in Small and Medium Enterprises (SMEs): A Conceptual Framework. // In: Complex, Intelligent and Software Intensive Systems. CISIS2020. Advances in Intelligent Systems and Computing / Edited by L. Barolli, A. Poniszewska-Maranda, T. Enokido. Vol. 1194. Springer, Cham, 2020. DOI: 10.1007/978-3-030-50454-0\_48.

23. *Ivanov D., Dolgui A.* A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0 // Production Planning & Control. 2020. Vol. 32, Issue 9. Pp. 775–778. DOI: 10.1080/09537287.2020.1768450.

24. *Drake W. J., Drake V. G.* Kleinwächter C. W. Internet Fragmentation: An Overview // Future of the Internet Initiative White Paper. World Economic Forum, 2016. 77 p. Режим доступа: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_FII\\_Internet\\_Fragmentation\\_An\\_Overview\\_2016.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_FII_Internet_Fragmentation_An_Overview_2016.pdf).

25. *Bortagaray I.* Cultura, innovación, ciencia y tecnología en Uruguay: trazos de sus vinculaciones // Revista de Ciencias Sociales. 2017. Vol. 30, No. 41. Pp. 87–110. DOI: 10.26489/rvs.v30i41.5.

26. *Zhang X., Van Donk D. P., Van der Vaart T.* The different impact of inter-organizational and intra-organizational ICT on supply chain performance // International Journal of Operations and Production Management. 2016. Vol. 36, Issue 7. Pp. 803–824. DOI: 10.1108/IJOPM-11-2014-0516.

27. El Banco Mundial en Uruguay. Estrategia y resultados. 06.10.2017. Режим доступа: <http://www.bancomundial.org/es/country/uruguay/overview#2>.

28. *Komlósi E., Páger B., Márkus G.* Entrepreneurial Innovations in Countries at Different Stages of Development // Foresight and STI Governance. 2019. Vol. 13, No. 4. Pp. 23–34. DOI: 10.17323/2500–2597.2019.4.23.34.

29. *Kollberg M., Dreyer H. D.* Exploring the impact of ICT on integration in supply chain control: a research model // Proceedings of the 2006 EurOMA Conference. Norway: Department of Production and Quality Engineering, Norwegian University of Science and Technology, 2006. Pp. 285–294. Режим доступа: <https://www.sintef.no/globalassets/project/smartlog/publikasjoner/2006/2006-kollberg-dreyer.pdf>.

30. *Biniazi K., Ghahremani R., Alipour H., Soofi Z. T., Akhavan A.* Position and Role of ICT in Supply Chain Management (SCM) // Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 2011. Vol. 5, Issue. 8. Pp. 827–831. Режим доступа: <http://ajbasweb.com/old/ajbas/2011/August-2011/827–831.pdf>.

31. *Calatayud A., Mangan J., Christopher M.* The self-thinking supply chain // Supply Chain Management. 2019. Vol. 24, Issue 1. Pp. 22–38. DOI: 10.1108/SCM-03-2018-0136.

## **ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ**

### **Рогулин Родион Сергеевич**

Ассистент кафедры математики и моделирования Владивостокского государственного университета экономики и сервиса, г. Владивосток, Россия (690014, Приморский край, г. Владивосток, ул. Гоголя, 41); ORCID 0000-0002-3235-6429; e-mail: rafassiaofusa@mail.ru.

## **ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ**

Рогулин Р. С. Роль информационно-коммуникационных технологий в формировании устойчивых цепочек поставок до и после пандемии Covid-19 // Journal of Applied Economic Research. 2021. Т. 20, № 3. С. 461–488. DOI: 10.15826/vestnik.2021.20.3.019.

## **ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ**

Дата поступления 7 июня 2021 г.; дата поступления после рецензирования 22 июля 2021 г.; дата принятия к печати 4 августа 2021 г.



## The Role of ICT and Entrepreneurship in forming Sustainable Supply Chains: Before and After the Covid-19 Pandemic

R. S. Rogulin  

Vladivostok State University Economy and Service,  
Vladivostok, Russia

 rafassiaofusa@mail.ru

**Abstract.** Supply chain management is currently undergoing a significant digital transformation driven by the COVID-19 pandemic. The purpose of this study is to assess the role of digital technologies and entrepreneurship in improving the efficiency of supply chains in the pre-crisis and post-crisis periods. The paper considers GDP per capita as a value characterizing the degree of the country's well-being in the pre-crisis period; the LPI logistics efficiency index which determines the degree of development of the logistics environment in the country; the TIDL digital life index, which assesses the degree of development of the economy from the standpoint of digitalization; the GEI entrepreneurship index reflecting the degree of development of entrepreneurship in the country. A cluster analysis of countries by regression coefficients of the dependence of GDP per capita on the year is carried out. The result of the cluster analysis was the division of many countries into clusters, from which two economies were taken for further analysis. The work resulted in conclusions about a significant relationship between ICT and logistics efficiency, between the level of entrepreneurship and the efficiency of logistics in the pre-crisis period. It is shown that developed economies have high efficiency of logistics systems, high values of the rating of digital life and the level of entrepreneurship, which cannot be argued for countries with a level of development starting from the middle and below. The main conclusion of the study is the fact that, firstly, the active introduction of ICT makes it possible to restore supply chains destroyed by the crisis, to increase their efficiency, and secondly, the development of entrepreneurial activity in the country gives a serious impetus to the efficiency of supply chains, as a result of which businesses get a chance not only to survive amid a pandemic, but also gain significant benefits. This work is constrained by the lack of post-crisis data, so there is a huge spectrum to complement the current research on the stability and resilience of supply chains during and after pandemics.

**Key words:** supply chains; digital technologies; entrepreneurship; cluster analysis; COVID19; countries.

JEL C00, E01, E61, E66, R41.

### References

1. Rogulin, R. S. (2020). Model optimizatsii plana zakupok syrya iz regionov Rossii lesoperabatvayushchim kompleksom (A model for optimizing plans for procurement of raw materials from regions of Russia in a timber-processing enterprise). *Biznes-informatika (Business Informatics)*, No. 4, 19–35. (In Russ.). DOI: 10.17323/2587–814X.2020.4.19.35.
2. Dolgui, A., Ivanov, D., Sokolov, B. (2020). Reconfigurable supply chain: The X-network. *International Journal of Production Research*, Vol. 58, Issue 13, 4138–4163. DOI: 10.1080/00207543.2020.1774679.
3. Remko, V.H. (2020). Research opportunities for a more resilient post-COVID-19 supply chain—closing the gap between research findings and industry practice. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 40, No. 4, 341–355. DOI: 10.1108/IJOPM-03-2020-0165.

4. Rizou, M., Galanakis, I. M., Aldawoud, T. M., Galanakis, C. M. (2020). Safety of foods, food supply chain and environment within the COVID-19 pandemic. *Trends in Food Science & Technology*, Vol. 102, 293–299. DOI: 10.1016/j.tifs.2020.06.008.
5. Wahyuni, H. C., Vanany, I., Ciptomulyono, U., Purnomo, J. D. T. (2020). Integrated risk to food safety and halal using a Bayesian Network model. *Supply Chain Forum: An International Journal*, Vol. 21, Issue 4, 260–273. DOI: 10.1080/16258312.2020.1763142.
6. Ageron, B., Bentahar, O., Gunasekaran, A. (2020). Digital supply chain: challenges and future directions. *Supply Chain Forum: An International Journal*, Vol. 21, Issue 3, 133–138. DOI: 10.1080/16258312.2020.1816361.
7. Liu, Y., Lee, J. M., Lee, C. (2020). The challenges and opportunities of a global health crisis: the management and business implications of COVID-19 from an Asian perspective. *Asian Business & Management*, Vol. 19, 277–297. DOI: 10.1057/s41291-020-00119-x.
8. Tellez, O., Daguet, L., Lehuédé, F., Monteiro, T., Osorio Montoya, G., Péton, O., Vercraene, S. (2020). A stakeholder-oriented approach to the optimization of transports of people with disabilities. *Supply Chain Forum: An International Journal*, Vol. 21, Issue 2, 93–102. DOI: 10.1080/16258312.2020.1768435.
9. Ivanov, D. (2020). Viable supply chain model: integrating agility, resilience and sustainability perspectives – lessons from and thinking beyond the COVID-19 pandemic. *Annals of Operations Research*, 1–21. DOI: 10.1007/s10479-020-03640-6.
10. Yoon, S. N., Lee, D. H., Schniederjans, M. (2016). Effects of innovation leadership and supply chain innovation on supply chain efficiency: Focusing on hospital size. *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 113, Part B, 412–421. DOI: 10.1016/j.techfore.2016.07.015.
11. Thongrawd, C., Pichetsiraprapa, P., Somthong, N., Sudprasert, K. (2019). The mediating role of operational and environmental performance in the relationship between green supply chain management and financial performance. *International Journal of Supply Chain Management*, Vol. 8, No. 4, 258–268. Available at: <https://ojs.excelingtech.co.uk/index.php/IJSCM/article/download/3456/1771>.
12. Chorfi, Z., Benabbou, L., Berrado, A. (2018). An integrated performance measurement framework for enhancing public health care supply chains. *Supply Chain Forum*, Vol. 19, Issue 3, 191–203. DOI: 10.1080/16258312.2018.1465796.
13. Nooraie, V. S., Parast, M. M. (2016). Mitigating supply chain disruptions through the assessment of trade-offs among risks, costs and investments in capabilities. *International Journal of Production Economics*, Vol. 171, Part 1, 8–21. DOI: 10.1016/j.ijpe.2015.10.018.
14. Liu, Z., Hu, B., Zhao, Y., Lang, L., Guo, H., Florence, K., Zhang, S. (2020). Research on Intelligent Decision of Low Carbon Supply Chain Based on Carbon Tax Constraints in Human-Driven Edge Computing. *IEEE Access*, Vol. 8, 48264–48273. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2978911.
15. Chen, X., Liu, C., Li, S. (2019). The role of supply chain finance in improving the competitive advantage of online retailing enterprises. *Electronic Commerce Research and Applications*, Vol. 33, 100821. DOI: 10.1016/j.elerap.2018.100821.
16. Kabra, G., Ramesh, A. (2015). Analyzing ICT issues in humanitarian supply chain management: A SAP-LAP linkages framework. *Global Journal of Flexible Systems Management*, Vol. 16, Issue 2, 157–171. DOI: 10.1007/s40171-014-0088-3.
17. Luthra, S., Mangla, S. K., Chan, F. T. S., Venkatesh, V. G. (2018). Evaluating the Drivers to Information and Communication Technology for Effective Sustainability Initiatives in Supply Chains. *International Journal of Information Technology and Decision Making*, Vol. 17, No. 01, 311–338. DOI: 10.1142/S0219622017500419.
18. Benton, M. C., Radziwill, N. M., Purritano, A. W., Gerhart, C. J. (2018). Blockchain for Supply Chain: Improving Transparency and Efficiency Simultaneously. *Software Quality Professional*, Vol. 20, No. 3, 28–38.

19. Jayaram, A. (2016). Lean six sigma approach for global supply chain management using industry 4.0 and IIoT. *Proceedings of the 2016 2nd International Conference on Contemporary Computing and Informatics*. IEEE, 89–94. DOI: 10.1109/IC3I.2016.7917940.
20. Galanakis, C.M. (2020). The Food Systems in the Era of the Coronavirus (COVID-19) Pandemic Crisis. *Foods*, Vol. 9, Issue 4, 523. DOI: 10.3390/foods9040523.
21. Yin, S., Zhang, N., Dong, H. (2020). Preventing COVID-19 from the perspective of industrial information integration: Evaluation and continuous improvement of information networks for sustainable epidemic prevention. *Journal of Industrial Information Integration*, Vol. 19, 100157. DOI: 10.1016/j.jii.2020.100157.
22. Indriastuti, M., Fuad, K. (2020). Impact of Covid-19 on Digital Transformation and Sustainability in Small and Medium Enterprises (SMEs): A Conceptual Framework. In: *Complex, Intelligent and Software Intensive Systems. CISIS2020. Advances in Intelligent Systems and Computing*. Edited by L. Barolli, A. Poniszewska-Maranda, T. Enokido. Vol. 1194. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-50454-0\_48.
23. Ivanov, D., Dolgui, A. (2020). A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0. *Production Planning & Control*, Vol. 32, Issue 9, 775–778. DOI: 10.1080/09537287.2020.1768450.
24. Drake, W.J., Drake, V. G. Kleinwächter, C.W. (2016). Internet Fragmentation: An Overview. *Future of the Internet Initiative White Paper*. World Economic Forum, 77 p. Available at: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_FII\\_Internet\\_Fragmentation\\_An\\_Overview\\_2016.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_FII_Internet_Fragmentation_An_Overview_2016.pdf).
25. Bortagaray, I. (2017). Cultura, innovación, ciencia y tecnología en Uruguay: trazos de sus vinculaciones. *Revista de Ciencias Sociales*, Vol. 30, No. 41, 87–110. DOI: 10.26489/rvs.v30i41.5.
26. Zhang, X., Van Donk, D.P., Van der Vaart, T. (2016). The different impact of inter-organizational and intra-organizational ICT on supply chain performance. *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 36, Issue 7, 803–824. DOI: 10.1108/IJOPM-11-2014-0516.
27. El Banco Mundial en Uruguay. Estrategia y resultados (2017). Available at: <http://www.bancomundial.org/es/country/uruguay/overview#2>.
28. Komlósi, E., Páger, B., Márkus, G. (2019). Entrepreneurial Innovations in Countries at Different Stages of Development. *Foresight and STI Governance*, Vol. 13, No. 4, 23–34. DOI: 10.17323/2500–2597.2019.4.23.34.
29. Kollberg, M., Dreyer, H.D. (2006). Exploring the impact of ICT on integration in supply chain control: a research model. *Proceedings of the 2006 EurOMA Conference*. Norway, Department of Production and Quality Engineering, Norwegian University of Science and Technology, 285–294. Available at: <https://www.sintef.no/globalassets/project/smartlog/publikasjoner/2006/2006-kollberg-dreyer.pdf>.
30. Biniazi, K., Ghahremani, R., Alipour, H., Soofi, Z. T., Akhavan, A. (2011). Position and Role of ICT in Supply Chain Management (SCM). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, Vol. 5, Issue. 8. Pp. 827–831. Available at: <http://ajbasweb.com/old/ajbas/2011/August-2011/827–831.pdf>.
31. Calatayud, A., Mangan, J., Christopher, M. (2019). The self-thinking supply chain. *Supply Chain Management*, Vol. 24, Issue 1, 22–38. DOI: 10.1108/SCM-03-2018-0136.

## INFORMATION ABOUT AUTHORS

### Rogulin Rodion Sergeevich

Assistant, Department of Mathematics and Modeling, Vladivostok State University of Economics and Service, Vladivostok, Russia (690014, Primorsky Territory, Vladivostok, Gogol street, 41); ORCID 0000-0002-3235-6429; e-mail: rafassiaofusa@mail.ru.

## FOR CITATION

Rogulin R. S. The Role of ICT and Entrepreneurship in forming Sustainable Supply Chains: Before and After the Covid-19 Pandemic. *Journal of Applied Economic Research*, 2021, Vol. 20, No. 3, 461–488. DOI: 10.15826/vestnik.2021.20.3.019.

## ARTICLE INFO

Received June 7, 2021; Revised July 22, 2021; Accepted August 4, 2021.

