

Цифровые эшелоны и интерфейсы в цепочках создания стоимости: интеграция комплексного маркетинга и логистики

С.Е. БАРЫКИН¹ ✉, Е.А. СМЕРНОВА², Дань ЧЖАО², И.В. КАПУСТИНА¹, С.М. СЕРГЕЕВ¹ ✉,
Ю.Ю. МИХАЛЬЧЕВСКИЙ³, А.В. ГУБЕНКО³, Г.А. КОСТИН³, Е. ДЕ ЛА ПОЗА ПЛАЗА⁴,
Л.А. САЙЧЕНКО⁵, Н. МОИСЕЕВ⁶

¹ Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

² Санкт-Петербургский государственный экономический университет, Санкт-Петербург, Россия

³ Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации, Санкт-Петербург, Россия

⁴ Политехнический университет Валенсии, Валенсия, Испания

⁵ Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия

⁶ Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия

✉ sbe@list.ru (С.Е. Барыкин); sergeev2@yandex.ru (С.М. Сергеев)

Ссылка для цитирования оригинальной статьи: Barykin, S.E.; Smirnova, E.A.; Chzhao, D.; Kapustina, I.V.; Sergeev, S.M.; Mikhaltchevsky, Y.Y.; Gubenko, A.V.; Kostin, G.A.; De La Poza Plaza, E.; Saychenko, L.; et al. Digital Echelons and Interfaces within Value Chains: End-to-End Marketing and Logistics Integration. *Sustainability* 2021, 13, 13929. <https://doi.org/10.3390/su132413929>

Аннотация: Цели реального бизнеса в условиях цифровой трансформации международных логистических сетей и маркетинговых каналов обусловили необходимость применения научно-обоснованного теоретического подхода к разработке формализованного описания, приемлемого для прогнозного планирования на основе опережающих индикаторов. В условиях глобализации и межгосударственных и региональных экономических союзов это приведет к достижению максимальной сквозной интеграции цифровых платформ. На основе проведенного анализа в статье представлена интеграция подходов цифровой логистики и маркетинга с математическими моделями экосистемной организации экономических отношений. Проанализированы особенности организации экономических отношений между контрагентами, участвующими в совершении виртуальных транзакций и материальном перемещении ресурсов. Исследователи рассмотрели предпосылки для аналитического описания взаимосвязей между участниками цифровых платформ в трансграничной электронной коммерции. В основе авторского подхода лежит идея воронки продаж в маркетинге и воронки конверсии в цифровой трансформации. Учитывая интеграцию логистики и маркетинга, авторы предлагают определение бизнес-эшелонов как этапов создания потребительской ценности. Теоретический вклад данной статьи заключается в построении математического описания бизнес-эшелонов по всей цепочке создания ценности. Разработанное аналитическое описание бизнес-эшелонов приемлемо как для встраивания системы поддержки цифрового управления в различные программные продукты, так и для проведения глубокого анализа и поиска оптимальных решений.

Ключевые слова: цифровая экосистема; цифровая логистика; трансграничная электронная коммерция; бизнес-взаимодействие; цифровые платформы; цифровой маркетинг; цифровая логистика.

Digital Echelons and Interfaces within Value Chains: End-to-End Marketing and Logistics Integration

Sergey E. BARYKIN¹ ✉, Elena A. SMIRNOVA², Dan CHZHAO², Irina V. KAPUSTINA¹, Sergey M. SERGEEV¹ ✉,
Yuri Yu. MIKHALCHEVSKY³, Alexander V. GUBENKO³, Gennady A. KOSTIN³, Elena DE LA POZA PLAZA⁴,
Lilya A. SAYCHENKO⁵ and Nikita MOISEEV⁶

¹ Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia

² Saint Petersburg State University of Economics, Saint Petersburg, Russia

³ Saint Petersburg State University of Civil Aviation, Saint Petersburg, Russia

⁴ Universitat Politècnica de València, Valencia, Spain

⁵ Saint Petersburg Mining University, Saint Petersburg, Russia

⁶ Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

✉ sbe@list.ru (S.E. Barykin); sergeev2@yandex.ru (S.M. Sergeev)

Abstract: The goals of real business in the context of the digital transformation of international logistics networks and marketing channels have necessitated the application of a scientifically based theoretical approach to the development of a formalized description acceptable for predictive planning based on leading indicators. In the context of globalization and interstate and regional economic unions, this will lead to achieving the maximum end-to-end integration of digital

* Перевод подготовлен для повышения интереса русскоязычной аудитории к данной статье.

© 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

© Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II (перевод), 2024.

platforms. Based on the analysis, the article presents the integration of digital logistics and marketing approaches with the mathematical models of the ecosystem organization of economic relations. The features of the organization of economic relations between contractors involved in the execution of virtual transactions and the material movement of resources were analyzed. The researchers considered prerequisites for the analytical description of interconnections between the participants of digital platforms in cross border e-commerce. The authors' approach is based on the idea of both a sales funnel in marketing and a conversion funnel in digital transformation. Considering the integration of logistics and marketing, authors offer the definition of business echelons as stages of the consumer value creation. The theoretical contribution of this article consists in constructing a mathematical description of business echelons along the entire value chain. The developed analytical description of business echelons is acceptable both for embedding a digital management support system into various software products, and for conducting in-depth analysis and finding optimal solutions.

Keywords: digital marketing; digital logistics; cross-border e-commerce; business interaction; digital platforms; sustainable digital ecosystem.

1. Введение

Идея формирования цепочки потребительской ценности была предложена М. Портером в его книге [1]. Концепция цепочки ценностей Портера основана на процессном взгляде на организации, идее рассматривать производственную (или сервисную) организацию как систему, состоящую из подсистем, каждая из которых имеет входы, процессы преобразования и выходы (<https://www.ifm.eng.cam.ac.uk/research/dstools/value-chain-/>, доступ 1 декабря 2021). Интересными для исследователя могут оказаться как ранние идеи М. Портера о конкурентоспособности [2], так и его недавняя публикация [3].

В соответствии с основной идеей М. Портера, исследователь может выделить пять основных видов деятельности: «Входящая логистика», «Операции», «Исходящая логистика», «Маркетинг и продажи» (информирование покупателей и содействие их покупке), а также «Сервис». Авторы, развивающие подход М. Портера, опираются на применение концепции к преобразованию воронки продаж и цифровой логистики [4-7]. Исследователи считают, что полный цикл продвижения любого продукта включает в себя различные этапы цепочки создания потребительской ценности. Каждый из этих этапов является полноценным бизнес-эшелонem, который можно оценить как по материальным количественным показателям, так и по показателям экономической эффективности используемых технологий и условий, в которых ведется эта деятельность. На потребительскую ценность серьезное влияние оказывают составляющие, которые зависят от организации управления каждым из этих эшелонов. Авторы предполагают, что создание потребительской ценности может быть результатом цепочки преобразования сырья в продукт, готовый к продаже.

Проблему исследования можно описать как организацию бизнес-взаимодействий в рамках цепочки создания потребительской ценности на основе цифровой трансформации как логистических сетей и маркетинговых каналов, так и международных экономических отношений. Цель исследования – разработка теоретической конструкции процесса взаимодействия бизнес-эшелонов в рамках цепочек создания стоимости.

Авторы предлагают подход к эффективной организации взаимодействия, как в глобальном масштабе, так и в рамках всей цепочки создания стоимости, на основе динамического моделирования процесса создания потребительской ценности в форме продвижения через бизнес-эшелоны. Авторы смогли доказать, что рассматриваемое взаимодействие необходимо для устойчивого продвижения в условиях конкурентной среды и рыночной неопределенности. Приведены основные математические соотношения для аналитического описания бизнес-эшелонов.

Научная новизна предложенной концепции заключается в разработанной сквозной модели интеграции цифровых логистических и маркетинговых каналов, позволяющей получить целостное представление о процессе создания потребительской ценности, а не разрозненные данные по отдельным бизнес-процессам. В связи с этим авторы предлагают ввести термин «интерфейс взаимодействия». Параметры интерфейса в данной парадигме позволяют оценить качество процесса продвижения товаров и услуг с помощью экономически значимых показателей, зависящих как от времени, так и от масштаба процессов в рассматриваемом бизнес-эшелоне. Реализация математических соотношений позволит анализировать процессы во взаимодействии участников бизнес-эшелонов. Такое представление, во-первых, предоставляет поле для применения методов математической оптимизации. Во-вторых, оно дает алгоритмическую основу для создания не только систем поддержки принятия управленческих решений, но и полного перехода к внедрению систем

искусственного интеллекта в критические области принятия решений в бизнесе. В-третьих, он позволяет реконструировать промежуточные отраслевые решения, по данным, полученным в процессе решения оптимизационных задач, в последовательности наиболее выгодного построения всей цепочки продвижения предметов труда по бизнес-эшелонам.

Практическая значимость разработанного подхода заключается в сочетании методов анализа потока бизнес-данных, исходящих с интернет-платформ, и средств экономико-математического моделирования, позволяющих кардинально влиять на управленческую работу всех бизнес-эшелонов. Кроме того, учитывается чрезвычайно важный аргумент для предиктивного планирования – время, затрачиваемое на прохождение этапов. Участники каждого последующего бизнес-эшелона опираются на показатели, полученные на предыдущем этапе взаимодействия в цепочке создания потребительской ценности.

2. Материалы и методы

2.1. Модели экосистемы

Исследователи рассматривают определение бизнес-эшелонов как различные этапы цепочки создания потребительской ценности, касающиеся полного цикла продвижения любого продукта. Термин «эшелон», как правило, относится к контексту цепей поставок и логистики теоретических подходов, например, моделирование и оптимизация проектирования многоэшелонных цепей поставок [8], количественные показатели для оценки социальной устойчивости эшелонов связанных фирм, которые занимаются добычей и трансформацией сырья (upstream), производством и сборкой (midstream) и продажами и предоставлением услуг (downstream) цепей поставок [9]. В работе [10] изучается логистическая схема трехэшелонной гибридной модели замкнутой цепи поставок, состоящей из одного производителя, 3PL и нескольких розничных торговцев. В работе [11] сформулирована двухэшелонная модель цепи поставок (с одним покупателем и продавцом), когда спрос на поставку является стохастическим по своей природе, а в работе [12] – с коррелированными спросом и возвратом. В работе [13] разработана многоэшелонная модель цепи поставок для систем управления твердыми отходами. Эффективная многоэшелонная цепь поставок в условиях стохастической и нечеткой среды рассматривается в статье [14]. Авторы согласны с критической точкой зрения, что недостатком традиционного управления цепями поставок является то, что каждый эшелон в цепи поставок пополняет свои запасы, учитывая локальную позицию запасов, но не конечного потребителя [15]. В соответствии с эшелонированием на основе фракталов [15], для инвентаризации, управляемой поставщиком, во-первых, производитель (поставщик) управляет запасами дистрибьютора (покупателя), во-вторых, дистрибьютор (поставщик) управляет запасами розничного продавца (покупателя). Авторы считают такой подход интересным и предлагают рассматривать последовательность взаимодействий с учетом особенностей цепей поставок, трансформирующихся в цифровые сети поставок, включающие партнеров по экосистеме [16].

В условиях цифровой трансформации экономики логистика становится одним из наиболее эффективных инструментов поиска новых организационно-управленческих решений [17]. Поскольку логистика и управление цепями поставок в современной литературе рассматриваются «как одно из приоритетных направлений происходящей трансформации экономики, связанной с внедрением цифровых технологий в экономические процессы» [18,19], решение проблемы совершенствования экономических отношений в трансграничной электронной коммерции трансформируется в задачу экосистемной организации экономических отношений.

Изучение экосистемной организации в трансграничной электронной коммерции предполагает исследование характера отношений между контрагентами в едином цифровом пространстве. Действующие технологические платформы позволяют агрегировать вокруг себя все виды ресурсов (информационные, финансовые, человеческие, природные и т. д.) для производства и распространения товаров и услуг на основе клиент-ориентированного подхода. Примерами успешных цифровых платформ являются Международная станция Алибаба, АлиЭкспресс, Амазон, Дуньхуан и др.

Модель экосистемной организации экономических отношений в трансграничной электронной коммерции на основе торговой цифровой платформы

Авторы рассматривают два основных подхода к развитию электронной коммерции на основе создания цифровой платформы.

Первый вариант – модель цифровой платформы только для торговли. Эта модель описывает только цифровую торговую платформу без возможности предоставления других услуг, например, логистических. Примерами модели платформы «только торговля» являются Таобао и Пиндуюдоу.

Модель экосистемной организации экономических отношений в трансграничной электронной коммерции на основе цифровой платформы «только торговля» предполагает разделение всех участников трансграничной электронной коммерции на две основные группы:

1. Фокус-группа является ядром экосистемы логистики электронной коммерции, которая создает цифровую платформу, играет роль лидерской группы, тем самым становясь фокусной компанией в экосистемной модели организации экономических отношений в трансграничной электронной коммерции.

2. Ключевая группа включает продавцов и покупателей товаров и услуг. Компании ключевой группы инвестируют материальные, информационные и другие ресурсы в экосистему и пользуются услугами, предоставляемыми фокус-группой и логистическими компаниями.

Остальные группы участников не входят в состав цифровой платформы для только торговли, но находятся в прямом взаимодействии с ее участниками.

3. Логистические компании, входящие в третью группу, в процессе обращения электронных торговых операций оказывают логистические услуги, необходимые предприятиям ключевой группы.

4. Сервисные компании предоставляют услуги, связанные с проведением сделок, обучением персонала, разработкой и внедрением ПО, предоставлением сетевых услуг и т. д.

5. Связанные предприятия образуют группу с относительно низким уровнем взаимодействия с экосистемой. В основном это социальные группы, родственные учреждения, управленческие институты, консалтинговые компании и исследовательские институты.

6. Государственные учреждения. Авторский подход предполагает выделение группы, которая не входит в структуру экосистемы, но влияет на нее через создание нормативных актов и последующий контроль за их соблюдением на национальном уровне. В эту группу входят налоговые и таможенные службы, транспортная инспекция, службы фитосанитарного и эпидемиологического контроля, службы контроля качества и т. д.

7. Международные торгово-экономические организации и соглашения. Эта группа также не входит в структуру экосистемы, но влияет на нее через создание нормативных актов и последующий контроль за их соблюдением на национальном уровне. Прежде всего, к этой группе относятся международные наднациональные органы, международные организации, ассоциации, союзы и т.д.

Модель экосистемной организации экономических отношений в трансграничной электронной коммерции основана на открытой цифровой платформе.

Другая модель представляет собой открытую цифровую платформу, которая предоставляет участникам как торговые площадки, так и услуги (операционные и логистические). Примерами модели открытой цифровой платформы являются JD.com и Tmall.

Эта модель также основана на разделении всех участников трансграничной электронной коммерции на семь основных групп. Но в отличие от модели цифровой платформы, ориентированной только на торговлю, модель открытой цифровой платформы напрямую включает в себя все семь групп взаимосвязанных участников.

1. Фокус-группа, которая организует цифровую платформу, координирует и распределяет ресурсы.

2. Ключевая группа, включающая продавцов и покупателей товаров и услуг.

3. Логистическая система, представляющая третью группу. Поставщики логистических услуг и инфраструктурные логистические объекты образуют логистическую сеть предприятий электронной коммерции на цифровой платформе.

4. Сервисные компании образуют группу, поддерживающую фокусную и ключевую группы экосистемы.

5. Смежные предприятия образуют группу, которая периодически и нерегулярно сотрудничает с основными группами экосистемы.

6. Государственные учреждения.

7. Международные торгово-экономические организации и соглашения.

По мнению авторов, важным вопросом в развитии цифровых платформ в рамках цепочек создания стоимости является задача адаптации к постоянно меняющимся требованиям покупателей. Для решения этой задачи также важно изучить китайский тренд «инноваций в физическом ритейле с цифровыми возможностями» (выполнение заказов по всем каналам, оцифровка магазинов, также называемый «фиджитал» как сочетание слов «физический» и «диджитал» – цифровой, и новые модели выхода на рынок) [20]. Ожидается, что в 2019 году объем розничных онлайн-продаж в Китае достигнет 1,5 триллиона долларов США, превысив объем розничных продаж десяти следующих по величине рынков мира, составляющий 1,2 триллиона долларов США (в порядке убывания объема: США, Великобритания, Япония, Южная Корея, Германия, Франция, Индия, Россия, Бразилия, Индонезия, Аргентина), согласно отчету МакКинзи о внезапном превращении Китая в мирового лидера в области электронной коммерции [20]. В основном товары и услуги продаются напрямую между предприятием и конечным потребителем [21]. Бизнес – потребителю (B2C) является наиболее популярной формой электронной коммерции в Китае. Следует учитывать, что фирма, занимающаяся электронной коммерцией, играет двойную роль в качестве платформы: во-первых, как розничный продавец она продает свои товары непосредственно потребителям, а во-вторых, как торговая площадка она предоставляет независимым розничным торговцам возможность продавать свои товары непосредственно потребителям. Взаимодействие между участниками платформы, безусловно, влияет на адаптацию цепочки создания стоимости к меняющимся требованиям покупателей в глобальной среде.

Учитывая большую роль китайской экономики, экономических отношений в странах БРИКС (Бразилии, России, Индии, Китае и ЮАР) и, как следствие, во всем мире, авторы соглашаются с актуальностью изучения в работе роли конкурентного права и новых процессов создания стоимости в эпоху цифрового капитализма [22]. Кроме того, исследователи считают целесообразным рассмотреть тезис (в упомянутой работе) о конкуренции между платформами и экосистемами («внутриплатформенная/экосистемная конкуренция»). Авторы могут согласиться с актуальностью глубокого научного подхода к изучению природы благосостояния потребителей в цифровую эпоху. В этой связи система ярусов китайских городов (<https://www.morganstanley.com/ideas/china-small-cities-economic-growth>, дата обращения: 1 декабря 2021 г.) при разработке маркетинговой стратегии очень полезна для понимания подходов к планированию сложности и последовательности участников всей цепочки создания стоимости. Изучение взаимодействий между участниками цифровых платформ направлено на повышение устойчивости логистических сетей и маркетинговых каналов. Таким образом, авторы сочли актуальным вопрос аналитического описания процесса рассматриваемых бизнес-взаимодействий в рамках цепочек создания стоимости.

Предпосылкой для разработанного подхода является формирование особенностей организации экосистемы на примере трансграничной электронной коммерции между Китаем и Россией. Развитие открытых цифровых платформ предоставляет услуги нескольким группам взаимосвязанных участников трансграничной электронной коммерции, которые рассматриваются в данном разделе.

2.2. Электронная коммерция с созданием ценности на основе данных в контексте исследования предпосылок для подхода бизнес-эшелонов

Для формулирования и реализации стратегии широко используются такие рамки, как

AARRR (приобретение-активация-удержание-направление-доход) и ее модифицированная версия RARRA (удержание-активация-направление-доход-приобретение), изначально отражали трансформацию воронки продаж в иное качество, называемое воронкой конверсии. Поскольку обе модели были нацелены на достижение максимальной эффективности продвижения в условиях конкуренции, применяемый в них набор метрик закладывает основу, удобную для построения тематических моделей и алгоритмов широкого спектра применения. Основа для создания подобных интеллектуальных систем стала возможной благодаря повсеместному внедрению организации методов производства, основанных на принципах программ развития под эгидой доктрины Индустрии 4.0. Трансформация цифровых логистических и маркетинговых каналов определяется эволюционным развитием логистической системы и маркетинговых инструментов, надежность и эффективность которых может быть проверена на практике [23-26].

Анализируя состояние и динамику развития трансграничной электронной коммерции между Китаем и Россией, необходимо провести комплексное исследование условий формирования и развития взаимной торговли между странами. Несомненно, развитие рынка трансграничной электронной коммерции между Китаем и Россией обусловлено развитием китайско-российского сотрудничества во всех сферах экономики. Исследование особенностей развития взаимной торговли между Китаем и Россией может позволить детально рассмотреть эшелоны бизнеса.

Сравнительный анализ основных экономических показателей Китая и России представлен в таблицах 1 и 2.

Из приведенных в таблице данных видно, что по ряду показателей Китай опережает Россию, в частности по объему ВВП и темпам его ежегодного роста. Однако соотношение ВВП на душу населения в Китае ниже, чем в России, а заработная плата в Китае выше, чем в России. В то же время уровень безработицы в обеих странах находится в сопоставимых пределах.

Текущий баланс ВВП в Китае составит 1,9 % в 2020 году, в то время как в России это значение составит 3,9 % в 2019 году. При этом торговый баланс Китая в пять раз превышает торговый баланс России, составляя 51,5 млрд долларов США и 10,206 млрд долларов США соответственно, по данным на первое полугодие 2021 года.

Таблица 1

Сравнительный анализ ключевых экономических показателей Китая и России
(на основе данных, полученных с сайта <https://take-profit.org/statistics/countries>, доступ 1 декабря 2021 года)

Показатель для сравнения	Китай		Россия	
	Значение показателя	Период	Значение показателя	Период
Объем ВВП, млрд долл.	14723	2020 г.	1484	2020 г.
Годовой темп роста ВВП, %	7,9	2-й квартал 2021 г.	-0,7	1-й квартал 2021 г.
Темпы роста ВВП, %	1,3	2-й квартал 2021 г.	-0,2	4-й квартал 2021 г.
ВВП на душу населения, долл.	8405	2020 г.	11787	2020 г.
Годовой уровень инфляции, %	1,1	Июнь 2020 г.	6,5	Июнь 2021 г.
Начисления, %	3,85	Июль 2020 г.	5,5	Июнь 2021 г.
Уровень безработицы, %	5	2-й квартал 2021 г.	4,9	Май 2021 г.
Заработная плата, USD/месяц	1201,123	2019 г.	766,09	Апрель 2021 г.

Таблица 2

Сравнительный анализ ключевых показателей торговли Китая и России
(<https://take-profit.org/statistics/countries>, доступ 1 декабря 2021 г.).

Показатель для сравнения	Китай		Россия	
	Значение показателя	Период	Значение показателя	Период
Баланс текущих операций к ВВП, %	1,9	2020 г.	3,9	2019 г.
Торговый баланс, млрд долл.	51,5	Июнь 2021 г.	10206	Май 2021 г.
Денежные потоки, млрд долл.	-71,1	1-й квартал 2021 г.	24.869	1-й квартал 2021 г.
Экспорт, млрд долл.	281,4	1-й квартал 2021 г.	19,9	Май 2021 г.
Международная инвестиционная позиция, млрд долл.	2400,8	2020 г.	471	2-й квартал 2021 г.
Международные валютные резервы, млрд долл.	3214	Июнь 2020 г.	591.521	Июнь 2021 г.
Импорт, млрд долл.	229,9	Июнь 2020 г.	24.61	Май 2021 г.

По объему импорта и экспорта Китай значительно опережает Россию: импорт в Китае составляет 229,9 млрд долларов США, в то время как в России эта величина равна 24,61 млрд долларов США.

Аналогичная ситуация наблюдается и с экспортом: в Китае этот показатель составляет 281,4 млрд долларов США, в то время как в России – 19,9 млрд долларов США.

Международная инвестиционная позиция Китая соответствует 2400,8 млрд долларов США, в то время как в России эта величина равна 471 млрд долларов США. Это свидетельствует о высокой инвестиционной привлекательности Китая.

По объему международных валютных резервов Китай превосходит Россию в пять раз – 3214 млрд долларов США и 596,521 млрд долларов США соответственно, по данным на первое полугодие 2021 года.

Динамика взаимного товарооборота Китая и России в 2000-2018 годах (табл. 3) отражает общую картину внешнеторгового оборота каждой из рассматриваемых стран. Растущий взаимный интерес Китая и России к развитию торгово-экономических отношений может оказать положительное влияние на реализацию концепции цифровых эшелонов в международной торговле.

Несмотря на небольшое снижение значений рассматриваемых показателей в 2019 и 2020 годах, что в целом характерно для динамики внешнеторгового оборота стран, можно наблюдать положительную динамику во взаимной торговле Китая и России, что свидетельствует о повышении значимости стран-партнеров.

Таблица 3

Динамика взаимной торговли между Китаем и Россией в 2010-2020 годах, млн долларов США
(составлено по данным <https://take-profit.org/statistics/countries>
и <https://russian-trade.com/statistics/by-country/china/export/2018/>, доступ 1 декабря 2021 года)

Показатель	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Взаимный товарооборот	91265	63549	66034	86975	108284	110918	103969
Из России в Китай	37492	28601	28012	38919	56066	56791	49060
Из Китая в Россию	53773	34948	38022	48056	52218	54127	54908

Это связано с влиянием не только экономических, но и политических факторов. В частности, это связано с введением рядом стран санкций против товаров из Китая и России (например, санкционная политика США, направленная на ограничение импорта китайских товаров; санкционная политика ряда стран, направленная на ограничение импорта российских товаров, и ответные меры на эти ограничения). Все это привело к взаимному сближению и активизации торгового сотрудничества между Китаем и Россией, в том числе в сфере трансграничной электронной коммерции. Рынок электронной коммерции динамично развивается. Особенно быстро он растет в Китае. Динамика роста рынка электронной коммерции в Китае представлена в таблице 4 (на основе данных, полученных из <https://dzswgf.mofcom.gov.cn/sjcx.html>, доступ 1 декабря 2021 года).

Таблица 4

Динамика развития электронной коммерции в Китае в 2019-2020 годах

Показатель	2019 г.	Годовой темп роста, % 2018 г.	2020 г.	Годовой темп роста, % 2019 г.
Объем операций электронной коммерции (трлн юаней)	34,81	6,70 %	37,2	4,50 %
Объем розничной электронной торговли на внутреннем рынке (B2C+C2C) (трлн юаней)	10,63	16,50 %	11,76	10,90 %
Объем трансграничной розничной электронной торговли (трлн юаней)	-	38,20 %	1,69	31,10 %
Количество экспресс-доставок (млрд.)	63,523	25,30 %	83,358	31,2 %

По объему транзакций в электронной коммерции Китая наблюдается небольшой спад (темпы роста в 2020 году составили 4,5 %, а в 2019 году – 6,7 %), при общей положительной тенденции. Объем внутренней розничной электронной коммерции на рынках B2C и C2C имеет тенденцию к росту при незначительном снижении темпов (темп роста в 2020 году составил 10,9 %, тогда как в 2019 году он составлял 16,5 %). В то же время значительно растет количество экспресс-доставок. В 2019 году это значение равнялось 63,523 млрд доставок, а в 2020 году – уже 83,358 млрд доставок, что соответствует увеличению данного сегмента рынка примерно на треть (31,2 %). Такой рост числа экспресс-доставок создает нагрузку на логистику.

Предлагаемый подход рассматривает модель сквозной интеграции цифровой логистики и маркетинговых каналов, основанную на целостном представлении о процессе создания потребительской ценности. Авторы предлагают определение интерфейса взаимодействия как интерфейса, оценивающего качество процесса создания ценности в соответствующих эшелонах бизнеса с помощью экономически значимых показателей, зависящих как от времени, так и от масштаба рассматриваемых эшелонов. Термин «интерфейс» обычно относится к человеко-компьютерному взаимодействию (например, обобщенная технология интерфейса «мозг-компьютер», состоящая из трех этапов: интерфейс, взаимодействие и интеллект [27]). Авторы считают интересным взаимодействие человека с чат-ботом и его потенциальное сходство с разговором человека с человеком на рабочем месте [28]. Исследователи сходятся во мнении, что чат-боты создают более личное взаимодействие с клиентами, чем традиционные веб-приложения на основе меню. Архитектура системы разговорных агентов, основанная на интеллектуальных знаниях, направлена на поддержку обслуживания клиентов в сфере продаж и маркетинга электронной коммерции [29]. Различные типы знаний о клиентах могут применяться в интерфейсах взаимодействия в последовательности бизнес-эшелонов, направленных на повышение качества процесса создания потребительской ценности. Разработка математических моделей, отражающих материальные потоки в сетях, требует привлечения математического аппарата [30], позволяющего описать как бизнес-эшелоны, так и вновь определяемые интерфейсы взаимодействия (на основе интеграции цифровых логистических сетей и маркетинговых каналов). Авторы рассматривают математический подход с утверждением, которое подтверждается в работах [31, 32].

Основная цель данного раздела статьи – показать возможность получения агрегированных данных, пригодных для использования в качестве аргументов математической модели. Авторы понимают, что статистики за два года недостаточно для формулирования выводов, пригодных для практического применения, но такая цель и не ставилась. Цель исследователей – показать, что имеющийся поток данных об экономических показателях, будучи обработанным, дает основу для предиктивной аналитики. Для этого используется разработанная в статье математическая модель. Технологические решения, широко представленные на рынке в сегменте Больших данных, а также межгосударственные соглашения между Россией и Китаем по стандартизации, обмену информацией и машиночитаемыми данными в цифровых транспортных коридорах позволяют собирать необходимые данные на длительном горизонте.

3. Результаты

3.1. Теоретические основы

Последовательность эшелонов можно рассматривать как ряд этапов создания цепочки создания потребительской ценности. Рассматриваемая серия этапов может быть расположена вдоль определенной оси. С экономической точки зрения процесс создания потребительской ценности растягивается во времени от стадии коммерческого интереса, направленного на продвижение товара или услуги к потребителю и инициирующего всю цепочку создания ценности, до завершения выплаты рыночной стоимости за товар или услугу.

Формализуя, продвижение по эшелонам можно определить как изменение параметра, соответствующего оси X , где $X \in [0, M]$, а M – длина цепочки эшелонов. Текущее время обозначается как t . Движение между эшелонами процесса преобразования исходного продукта (например, от владения месторождением сырья) до конечного потребительского продукта (продажа на товарном рынке) происходит как во времени t , так и вдоль оси X .

Для того чтобы деятельность была успешной и конкурентоспособной, необходимо оценивать как динамику процесса, так и значимый показатель экономической эффективности. Для построения математической модели эта зависимость $Q(x, t)$ определяется как функция, отражающая этапы продвижения эшелонов x и текущее время процесса t .

Данный математический формализм позволяет сделать сквозное описание всей цепочки коммерческого процесса и отражает уровень его эффективности в каждый момент времени t на эшелоне $x \in X$.

Соответственно, далее выражение для динамики может быть получено путем виртуального сдвига процесса, находящегося на эшелоне x_1 , с момента времени $t = t^*$ вдоль оси эшелонов X . Авторы вводят ключевой показатель $W(x, t)$, необходимый для оценки динамики изменения показателя экономической эффективности, в следующем виде:

$$W(x, t) = - \frac{Q(x_2, t^*) - Q(x_1, t^*)}{x_2 - x_1}$$

где x_1 и x_2 – предыдущий и последующий эшелоны продвижения, соответственно.

На практике представленный показатель носит комплексный характер. В его основе лежат бизнес-метрики. Авторы использовали как финансовые метрики ROI, ROMI, ROAS и т. д., так и ключевые маркетинговые метрики CPOs, ARPU, CAC, NPS и т. д., поскольку при переходе к цифровой концепции Индустрия 4.0 именно онлайн-аналитика обеспечивает поток актуальных данных, используемых в алгоритмах интеллектуальных систем принятия управленческих решений. Придавать значение какой-либо из используемых метрик, равно как и указывать их полный перечень, не имеет смысла, поскольку в зависимости от сегмента деятельности влияние каждой из них разворачивается в общем экономическом контексте. Несомненно также, что между ними всегда существует корреляция.

Рассматривая $W(x, t)$ с точки зрения организации цепочки эшелонов, можно также использовать ее для оценки согласованности последовательных этапов продвижения объектов труда. Эффективность управленческой деятельности авторы будут оценивать путем измерения максимальной скорости перехода, рассчитываемой как:

$$\lim_{x_2 \rightarrow x_1} W = - \left. \frac{\partial Q}{\partial x} \right|_{x=x_1}$$

Если зависимость $W(x, t)$ построить вдоль оси эшелонов X , то получится динамическая модель, позволяющая описать прохождение бизнес-процесса во времени.

Можно отметить некоторое сходство с распространенной метрикой «показатель ненужных просмотров». Однако предлагаемый расчет $W(x, t)$ имеет более общий смысл, так как отражает интегральный показатель. Авторы будут рассматривать его как степень эффективности взаимодействия на уровне интерфейса последовательных эшелонов, через которые проходят предметы труда [32, 33].

В этом случае экономически значимый показатель рассчитывается в динамике. Для этого соотношение $-\left. \frac{\partial Q}{\partial x} \right|_{x=x_1} \Delta t$ определяется как оценка объема деятельности, проходящей за планируемый интервал Δt , переходящей из эшелона x_1 в объем $-\left. \frac{\partial Q}{\partial x} \right|_{x=x_2} \Delta t$ на выходе из эшелона x_2 .

Чтобы составить алгоритм, можно записать соотношение:

$$(W(x_1) - W(x_2))\Delta t = - \left. \frac{\partial Q}{\partial x} \right|_{x=x_1} \Delta t - \left(- \left. \frac{\partial Q}{\partial x} \right|_{x=x_2} \Delta t \right),$$

который послужит основой для дальнейших расчетов.

3.2. Математическая модель

Постановка задачи находится в тесном соответствии с приложениями теории очередей. Если рассматривать динамику прохождения бизнес-процесса по эшелонам преобразования, то после каждого эшелона возникает выходной поток, служащий входным для следующего эшелона. Следует отметить, что в условиях рыночной неопределенности и конкурентной среды все процессы неизбежно носят стохастический характер. Поскольку существует последовательность преобразований $Tq_1, Tq_2, \dots, Tq_M$, где q_i обозначается как вероятностная характеристика перехода потока через интерфейс взаимодействия эшелонов. Такой формализм позволяет применять преобразование Реньи. Исследователям достаточно изменить масштаб по оси времени t .

В такой постановке, согласно доказательству Реньи, цепочка бизнес-трансформаций в M эшелонах, по теореме Реньи, последовательного прохождения этапов коммерческого взаимодействия эквивалентна редукции преобразования $T_{q_1 q_2 \dots q_M}$. Это означает, что цепочка потоков с высокой степенью вероятности сходится к потоку, описываемому экспоненциальным распределением. Единственным условием для реализации такого преобразования является требование равномерности, выраженное в виде:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} q_1 \cdot q_2 \cdot \dots \cdot q_n = 0$$

На практике это условие отражает стандартизацию эффективности взаимодействия эшелонов.

Разработанное аналитическое описание бизнес-эшелонов цепочки создания потребительской ценности является основой для полного математического моделирования материального потока по цепочке эшелонов на всех этапах, от начального этапа получения сырья до осуществления потребителем платежей за полученную ценность.

3.3. Интерпретация разработанной экономико-математической модели

Взяв за основу полученные выражения, становится возможным совместить динамику процесса прохождения цепочки эшелонов с показателями успешности организации бизнеса на каждом этапе. Для решения этой задачи мы дополнительно определяем функцию $g(x)$. Это позволяет ввести в математическую модель показатель эффективности эшелона $x = x_1, x_2, \dots, x_M$ в математическую модель, что соответствует КПЭ (ключевым показателям эффективности) данного этапа. Зависимость $g(x)$ также имеет интегральный характер и зависит как от профессионализма менеджмента, так и от качества разработки фреймворка, стратегии присутствия на рынке, степени проникновения цифровых методов в деятельность эшелонов, уровня технологического оснащения, используемого для М2М (машина с машиной) взаимодействия в бизнес-цепочке.

Уровень организации взаимодействия между эшелонами на этапе x коррелирует с $g(x)$, и чем выше значение, тем выше уровень. Если мы используем термин переходная конверсия на этапе x , то авторы проводят ее расчет с помощью следующего соотношения:

$$g(x)^{-1} \Delta x (Q(x, t_2) - Q(x, t_1)) = g(x)^{-1} \Delta x \Delta Q.$$

Для корректного расчета необходимо учесть влияние конкурентной среды на всю цепочку создания стоимости. Для этого авторы определяют функцию $D(x, t)$, которая отражает влияние внешних факторов в правой части уравнения относительно ключевого показателя $W(x, t)$. Характер $D(x, t)$ также является интегральным и обусловлен влиянием конкурентной среды, законодательных ограничений, действующих норм в данном сегменте бизнеса и других рыночных факторов.

В конечном счете, в дискретном виде динамическое уравнение процесса прохождения предметов труда по эшелонам бизнеса имеет вид:

$$-\left. \frac{\partial Q}{\partial x} \right|_{x=x_1} \Delta t - \left(-\left. \frac{\partial Q}{\partial x} \right|_{x=x_2} \Delta t \right) = g_n^{-1} \Delta x (\Delta Q - D(x, t) \Delta t)$$

Используя преобразование Лагранжа, исследователи формулируют предельную форму математической модели, сводя ее к уравнению в частных дифференциалах:

$$g_n \frac{\partial^2 Q}{\partial t^2} + D(x, t) = \frac{\partial Q}{\partial t} \quad (1)$$

Авторы стремятся совместить динамическую модель прохождения по цепочке эшелонов с уровнем организации их взаимодействия на интерфейсах информационного и физического контакта. Для этого сначала авторам необходимо ввести в уравнения показатели КТЭ. Затем авторы определяют числовые показатели, отражающие информационные потоки данных, используемые в качестве аргументов для цифровой модели процессов на границах эшелонов.

Авторы показывают, что при переходе к следующему эшелону бизнеса в рассматриваемой последовательности степень организации процедур, применяемые технологические решения и операции определяются качеством управления. Предельную производительность авторы обозначают как μ_n , где n – номер эшелона по аргументу X . Далее авторы определяют интенсивность λ_n выходного потока с предыдущего эшелона на входе в x_n . Характеристика возможностей x_n задается параметром m_n . Применяя расчет по рассмотренным формулам, авторы записывают итоговое выражение для определения конверсии на интерфейсах взаимодействия эшелонов в виде набора формул, удобных для программирования. Для конверсии, характеризующей КТЭ по всей цепочке, авторы получают вектор с размерностью M : $\vec{G} = \{g_n\}$

$$g_n = 1 - \frac{\lambda_n^{m+s}}{m_n^s \mu_n^{m+s} m_n!} \left[\sum_{k=0}^m \frac{\lambda_n^k}{k! \mu_n^k} + \frac{\lambda_n^{m+1}}{m_n! \mu_n^{m+1}} \left(\frac{1 - \left(\frac{\lambda_n}{m_n \mu_n} \right)^s}{m_n - \frac{\lambda_n}{\mu_n}} \right) \right]^{-1} \quad (2)$$

Поскольку представленная математическая модель разработана с учетом возмущающего влияния конкурентной рыночной среды, в расчет показателя $D(x, t)$ включен индекс влияния $\nu(t)$, или потери. В этом случае расчетное выражение принимает вид:

$$D(x, t) = 1 - \frac{\nu(t)}{\lambda} \left[\sum_{k=0}^n \frac{\alpha_n^k}{k!} + \frac{\alpha_n^{m_n}}{m_n!} Y \right]^{-1} \frac{\alpha_n^{m_n}}{m_n!} Y,$$

где обозначено, соответственно:

$$\alpha_n = \lambda_n / \mu_n;$$

$$Y = \sum_{s=1}^{\infty} \frac{\alpha_n^s}{\prod_{k=1}^s (m_n + k \frac{\nu(t)}{\mu_n})}.$$

Полученный выше набор математических соотношений образует систему уравнений. Их реализация, с применением любого доступного программного пакета для решения задач моделирования с помощью компьютеров, позволит анализировать процессы взаимодействия участников бизнес-эшелонов. При этом становится возможным не только рассчитать количественные показатели материального потока с учетом растяжения во времени, но и определить степень экономической эффективности управления каждым бизнес-эшелоном.

3.4. Апробация экономико-математической модели

Динамический анализ в случае решения систем, содержащих дифференциальные уравнения, требует определения начальных условий. Для экономических приложений наиболее приемлемой оценкой изменения спроса на конечный продукт является уравнение Верхульста. При принятых условиях, указанных выше, в ходе исследования задается следующий набор параметров:

$Q_0(t)$ – объем потенциального спроса на конечный продукт в начале его продвижения;
 Ω – база поддержки данного сегмента рынка; θ – динамика продвижения по эшелонам.

Затем, используя известное соотношение, полученное Верхульстом эвристическим путем:

$$\frac{d Q_0(t)}{d t} = \theta Q_0(t) \left(1 - \frac{Q_0(t)}{\Omega} \right).$$

Проведя несложные преобразования, можно получить следующее аналитическое решение:

$$Q_0(t) = \frac{\Omega Q_0^* e^{\theta t}}{\Omega + Q_0^* (e^{\theta t} - 1)}. \quad (3)$$

Если продифференцировать это выражение, то можно записать формулу для расчета динамики процесса:

$$Q'_0(t) = \frac{\theta \Omega Q_0^* e^{\theta t} (\Omega - Q_0^*)}{[\Omega + Q_0^* (e^{\theta t} - 1)]^2}.$$

Моделирование с помощью пакета прикладных программ для решения систем дифференциальных уравнений и использование выражений (1)-(3) данной работы позволяет наглядно оценить процесс. В данном исследовании интерес представляет сложение $Q(x, t)$. При этом сначала рассматриваются все возможные варианты количественной зависимости $Q(x, t)$, затем выбирается решение, соответствующее переходу от начального момента к конечному, соответствующему оптимальному по заданному критерию экономической эффективности.

3.5. Визуализация бизнес-эшелонов

Оптимальное взаимодействие участников сделки на уровнях бизнес-эшелонов возможно, исходя из решения приведенной выше системы дифференциальных уравнений.

Визуализация бизнес-эшелонов возможна на рисунке 1, который демонстрирует результаты компьютерных расчетов. По оси времени (time) откладываются неравномерные значения времени прохождения соответствующих бизнес-эшелонов. На оси (echelons) бизнес-эшелоны отражены в секциях, соответствующих сложности процесса. Высота столбцов соответствует количественным показателям материального потока (quantity).

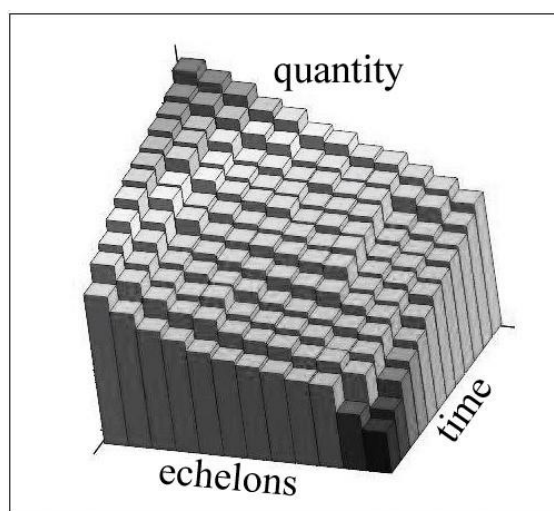


Рис. 1. Возможная визуализация бизнес-эшелонов

Эта диаграмма наглядно подтверждает, что только динамическая модель может описать процесс продвижения по эшелонам бизнеса.

Также из общего решения становится возможным найти оптимальный режим работы, исходя из критерия экономической эффективности для этого. Выделяется последовательность бизнес-эшелонов, отражающая взаимодействие участников предпринимательской деятельности, которая приносит суммарную максимальную прибыль. На рисунке 2 представлена наиболее экономически эффективная последовательность бизнес-эшелонов, рассчитанная на компьютере.

Итоговое решение содержит дискретность, выраженную счетным множеством бизнес-эшелонов в цепочке создания потребительской ценности. Если данные об изменении параметров во времени получаются не в реальном времени, а через некоторые плановые отчетные периоды, то вместо дискретного уравнения Верхульста авторы используют представление Фейгенбаума. Это никак не повлияет на программирование задачи или процесс вычислений с помощью компьютерных технологий, благодаря использованию итерационных алгоритмов.

Драйверами развития реального бизнеса, максимально интегрированного с цифровыми технологиями, сегодня являются алгоритмы, математические модели и предиктивное планирование

на основе опережающих индикаторов. Модели, применяемые в предыдущих аналитических схемах, основанные на воронке продаж, в контексте глобальной цифровой трансформации выкристаллизовались в концепцию воронки конверсии, что требует соответствующего методологического обоснования. Полученная в данной работе математическая модель служит основой для структурированного описания последовательности бизнес-эшелонов в цепочке создания потребительской ценности. Представленная система формализмов и соответствующих расчетных зависимостей предназначена для встраивания в различные программные продукты систем поддержки цифрового управления. Данная схема предоставляет широкие возможности для глубокого анализа и поиска оптимальных решений, основанных на критериях экономического характера.

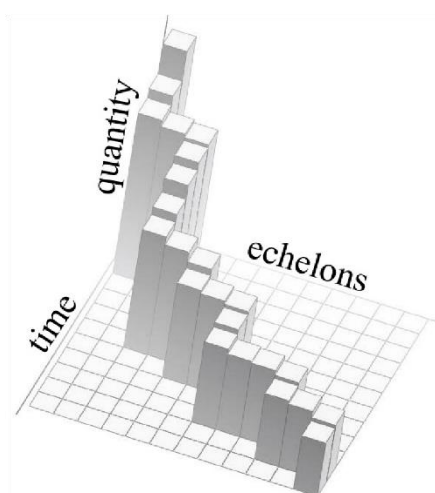


Рис. 2. Возможная визуализация наиболее экономически эффективной последовательности бизнес-эшелонов

3.6. Валидация разработанной модели

Предложенная в данном разделе методика оценки эффективности продвижения эшелонами бизнеса может стать предметом дискуссии. Авторы исходили из того, что необходимо обеспечить сквозное взаимное соответствие всех этапов, присущих тому или иному виду бизнеса или коммерческой деятельности. На практике это означает сопоставимое качество управления на каждом этапе продвижения. Для этого авторы предложили использовать для оценки управления степень декремента, успешно применяемую на практике и аналогичную той, что используется при моделировании воронки конверсии.

Валидация основана на практических рекомендациях по ведению бизнеса. Для сравнения уровня качества управления, обеспечивающего взаимодействие участников бизнес-процесса, мы использовали показатель декремента экспоненциальной регрессии. На основании проведенных расчетов стало возможным табулировать набор данных по уровню ключевых показателей эффективности (табл. 5).

Таблица 5.

Уровень организации продвижения материальных потоков по эшелонам бизнеса

Качество управления	Уменьшение при $N = 8$	Уменьшение при $N = 12$
Оптимальный уровень производительности	0,09	0,08
Хороший уровень взаимодействия	0,125	0,11
Имеются значительные резервы организации труда	0,2	0,16
Большие потери при прохождении бизнес-эшелонов	0,35	0,24
Слабый менеджмент	0,44	0,28
Плохой менеджмент	0,55	0,33

Представленные данные сегментированы по классам оценки качества управления. Расчет проводился для двух вариантов, $N = 8$; $N = 12$, длины последовательности бизнес-эшелонов в цепочке создания потребительской ценности.

4. Обсуждение

Авторы могут говорить о том, что предложенный подход представляет собой интеграцию точек зрения цифровой логистики и маркетинга на основе математических моделей экосистемной организации экономических отношений. Исследователи учитывают, что предпосылки разработанного подхода обусловлены особенностями организации экосистемы в трансграничной электронной коммерции на китайско-российском примере, включая цифровую платформу, предназначенную только для торговли, и открытую цифровую платформу. Авторы предлагают как определения бизнес-эшелонов, так и интерфейсов взаимодействия в рамках цепочек создания стоимости, что позволяет раскрыть процесс взаимодействия между участниками трансграничной электронной коммерции. В статье дано теоретическое описание бизнес-процессов в рамках логистической сети цепочки создания стоимости. Результаты носят преимущественно теоретический характер и представляют собой математические модели с предложением их возможного применения. Возможные направления исследований могут быть основаны на концепции цифровых двойников и цифровизации логистических бизнес-процессов [34-36].

Подход авторов, основанный на идее реализации стратегии, изначально отражал трансформацию воронки продаж в иное качество, называемое воронкой конверсии. Маркетинговый подход ориентирован на достижение максимальной эффективности продвижения в условиях конкуренции. Таким образом, набор прикладных метрик обеспечивает основу, удобную для построения математических моделей и алгоритмов для широкого круга приложений.

Конкуренция заставляет бизнес искать более сложные схемы, что усложняет общую структуру взаимодействия между владельцем ресурсов и конечным потребителем. Одновременно увеличивается глубина цепочек передовых эшелонов. Принятие управленческих решений рассчитано на охват ситуации во всей экосистеме бизнеса, внутри которой перемещаются результаты труда. Это полностью исключает возможность управления процессами на основе интуиции и опыта отдельных менеджеров. Только обработка массивов информации с помощью технологии больших данных, а также применение предложенного направления математического моделирования, объединяющего экономику и теорию оптимальных процессов, даст приемлемый результат и основу для предиктивного планирования. С точки зрения авторов, теоретическими основами создания и развития подобных интеллектуальных систем считается интеграция маркетингового подхода и теории логистических сетей с учетом доктрины Индустрии 4.0.

В настоящее время влияние концепции устойчивого развития, зеленой логистики, возрастает. Именно оптимизация продвижения бизнес-эшелонов поможет снизить нагрузку на инфраструктуру в масштабах страны, что продиктовано современной тенденцией к минимизации экологического ущерба. Несомненно, необходимо внедрять новые бизнес-модели, соответствующие экологическим и социальным целям преобразования инфраструктуры и открывающие дорогу новым участникам [37]. В этой связи интересно отметить, что интерес российской промышленности к экологической тематике неуклонно растет [38]. Цепочка превращения сырья в готовый продукт и его продажи потребителю включает множество автономных этапов, относящихся к разным эшелонам бизнеса. От слаженности их взаимодействия зависит эффективность реализации той или иной бизнес-схемы. Целью исследования было перенести акцент в данной работе на возможность использования математической модели для применения хорошо разработанного аппарата теории оптимальных процессов. Авторы стремятся теоретически обосновать возможность использования цифрового потока данных для предиктивной аналитики, что, в свою очередь, требует наличия развитой математической модели. Поскольку именно возможность формализовать переходные процессы на этапах создания цепочки потребительских ценностей создает основу для цифровизации [4-7]. Сформулированная концепция эшелонов позволяет четко разделить весь бизнес-процесс на этапы между эшелонами и при этом учесть влияние фактора времени, который важен для оценки экономической эффективности бизнеса. Такое математическое представление является фундаментальной основой для развития бизнеса в рамках концепции «Индустрия 4.0». Авторы предполагают, что большинство видов экономических отношений продолжают существовать только на основе принципов алгоритмической поддержки и систем искусственного интеллекта, внедряемых в процесс принятия управленческих решений. В цифровой экономике только математические модели позволяют прогнозировать параметры рынка и эффективно принимать экономически обоснованные управленческие решения с использованием методов научной оптимизации.

Авторы предлагают обсудить возможности применения разработанного подхода в контексте концепции устойчивого развития [39,40], биоэкономики [41], а также с учетом изменения различных условий функционирования логистических сетей под влиянием изменений в денежно-кредитной политике [42-44].

5. Выводы

Реальная предпринимательская деятельность всегда растянута во времени. Это обстоятельство является наиболее важным, поскольку существенно влияет на стоимость инвестиций, стоимость кредитов, условия финансирования и другие факторы, обусловленные банковскими ставками и влиянием инфляционных процессов. Благодаря сформулированной концепции эшелонов становится возможным разделить цикл формирования бизнес-эшелонов на этапы.

Анализ динамики продвижения по бизнес-эшелонам необходим для поиска наиболее эффективной организации взаимодействия в масштабах всей цепочки создания стоимости, что в первую очередь необходимо для устойчивого продвижения в условиях конкурентной среды и рыночной неопределенности. Основа для создания таких интеллектуальных систем стала возможной благодаря широкому внедрению методов организации производства, основанных на принципах программ развития под эгидой доктрины Индустрии 4.0. Решение столь масштабных задач требует проведения исследований, направленных на теоретическое построение процесса взаимодействия между эшелонами цепочки создания стоимости. По его результатам исследователи в дальнейшем создают значимый набор параметров, отражающих текущие во времени величины, характеризующие все аспекты процесса. На такой основе становится возможной математическая формализация задачи, которая уже в аргументах цифрового взаимодействия информационных потоков. При этом основным критерием возможности реализации такой схемы будет сбор потока данных в реальном времени и, при необходимости, статистическая обработка данных. Сочетание методов анализа бизнес-данных, полученных с интернет-платформ, и средств экономико-математического моделирования позволяет кардинально влиять на функционирование бизнес-эшелонов цепочки создания стоимости. Авторы предлагают подход цифровой интеграции как логистических сетей, так и каналов цифрового маркетинга, основанный на математическом моделировании бизнес-эшелонов.

Применение такой концепции позволяет сформировать целостное представление об этапах взаимодействия участников процесса создания потребительской ценности, а не разрозненный набор данных по отдельным этапам обмена информацией. Предлагаемый целостный подход соответствует преобразованию модели в описание системы, при этом входные данные представляются в виде набора уникальных параметров, соответствующих поверхностям взаимодействия по количеству эшелонов бизнеса, участвующих в этом процессе.

Оценка успешности применяемых технологий с учетом конкуренции и неопределенности рыночной ситуации предполагает, что выходной параметр характеризует не только экономически оправданное количество продукции, но и полный перечень значимых показателей бизнес-процесса. Авторы отмечают тот факт, что параметры интерфейса взаимодействия эшелонов в данной парадигме позволяют оценить качество процесса продвижения по экономически значимым показателям, которые зависят как от времени, так и от объема взаимодействия между эшелонами. По мнению авторов, можно провести параллель с разделом S цикла Гартнера и попытаться объяснить, как путь развития технологии относится к внедрению в контексте цепочки создания стоимости. Теоретическое построение цепи бизнес-эшелонов призвано показать логику бизнес-взаимодействий на основе цифровой трансформации логистики и торговли. Авторами предложено математическое описание структуры цепи бизнес-эшелонов. Полученные математические формализмы также соотносятся с принципами дополненной аналитики и концентрацией усилий в области машинного обучения. Кроме того, структурно переход к Индустрии 4.0 немыслим без алгоритмической базы Decision Intelligence для реализации Цифровой культуры. Полученные в результате работы формулы абстрактны, опираются на данные любой размерности, а в рамках тренда на формативный искусственный интеллект их применение для автоматизации принятия решений позволяет их неограниченное масштабирование (Operationalizing and Scaling).

Преимущества модели экосистемной организации экономических отношений в трансграничной электронной коммерции на основе открытой цифровой платформы, на наш взгляд, заключаются

в интегрированном, стандартизированном и персонализированном предоставлении логистических услуг, что позволяет повысить эффективность функционирования экосистемы трансграничной электронной коммерции. Тем не менее, как показывает опыт, модель экосистемной организации экономических отношений в трансграничной электронной коммерции, основанная только на торговой цифровой платформе, также имеет потенциал для повышения операционной эффективности за счет постоянной ротации предприятий, не входящих в состав только торговой цифровой платформы.

Вклад авторов: все авторы внесли существенный вклад в подготовку всей представленной работы. С.Е.Б. и И.В.К. осуществляли администрирование проекта, Ю.Я.М. и А.В.Г. а также Г.А.К. осуществляли руководство, С.Е.Б. и С.М.С. подготовили концептуализацию, Е.А.С. и Л.С., а также Е.Д.Л.П.П. выполнили курацию данных, а также формальный анализ, Е.А.С. и Д.К. внесли вклад в обзор литературы, С.Е.Б. и Н.М. разработали методологию и отредактировали рукопись. Все авторы прочитали и согласились с опубликованной версией рукописи.

Финансирование: исследования С.Е.Б., С.М.С. и И.В.К. частично финансируются Министерством науки и высшего образования Российской Федерации в рамках программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030» (Соглашение 075-15-2021-1333 от 30 сентября 2021 г.).

Заявление Совета по институциональному надзору: не применимо.

Заявление об информированном согласии: не применимо.

Заявление о доступности данных: совместное использование данных не применимо к данной статье.

Благодарности: авторы выражают благодарность анонимным рецензентам и принимают во внимание все ценные замечания в дальнейших научных исследованиях.

Конфликты интересов: авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо заявить в связи с данной публикацией.

ЛИТЕРАТУРА

- Porter, M.E. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*; The Free Press (Macmillan): New York, NY, USA, 1985; ISBN 0-684-84146-0.
- Porter, M.E. *Competitive Strategy: Techniques for Analysing Industries and Competitors*; The Free Press (Macmillan): New York, NY, USA, 1980; ISBN 0684841487.
- Porter, M.E.; Kramer, M.R. Creating Shared Value. In *Managing Sustainable Business*; Springer: Dordrecht, The Netherlands, 2019; pp. 323–346.
- Shmatko, A.; Barykin, S.; Sergeev, S.; Thirakulwanich, A. Modeling a Logistics Hub Using the Digital Footprint Method—The Implication for Open Innovation Engineering. *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.* 2021, 7, 59. <http://doi.org/10.3390/joitmc7010059>
- Barykin, S.Y.; Kapustina, I.V.; Sergeev, S.M.; Yadykin, V.K. Algorithmic foundations of economic and mathematical modeling of network logistics processes. *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.* 2020, 6, 189. <http://doi.org/10.3390/joitmc6040189>
- Borisoglebskaya, L.N.; Sergeev, S.M.; Provotorova, E.N.; Zaslavskiy, A.A. Digital algorithms for supply chain automation of mechanical engineering production. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 2020, 862, 042025. <http://doi.org/10.1088/1757-899X/862/4/042025>
- Pilipenko, O.V.; Provotorova, E.N.; Sergeev, S.M.; Rodionov, O.V. Automation engineering of adaptive industrial warehouse. *J. Phys. Conf. Ser.* 2019, 1399, 044045. <http://doi.org/10.1088/1742-6596/1399/4/044045>
- Yue, D.; You, F. Game-theoretic modeling and optimization of multi-echelon supply chain design and operation under Stackelberg game and market equilibrium. *Comput. Chem. Eng.* 2014, 71, 347–361. <http://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2014.08.010>
- Popovic, T.; Barbosa-Póvoa, A.; Kraslawski, A.; Carvalho, A. Quantitative indicators for social sustainability assessment of supply chains. *J. Clean. Prod.* 2018, 180, 748–768. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.142>
- Ullah, M.; Asghar, I.; Zahid, M.; Omair, M.; AlArjani, A.; Sarkar, B. Ramification of remanufacturing in a sustainable three-echelon closed-loop supply chain management for returnable products. *J. Clean. Prod.* 2021, 290, 125609. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125609>
- Sarkar, B.; Guchhait, R.; Sarkar, M.; Pareek, S.; Kim, N. Impact of safety factors and setup time reduction in a two-echelon supply chain management. *Robot. Comput. Integr. Manuf.* 2019, 55, 250–258. <http://doi.org/10.1016/j.rcim.2018.05.001>
- Mitra, S. Inventory management in a two-echelon closed-loop supply chain with correlated demands and returns. *Comput. Ind. Eng.* 2012, 62, 870–879. <http://doi.org/10.1016/j.cie.2011.12.008>
- Zhang, Y.; Huang, G.H.; He, L. A multi-echelon supply chain model for municipal solid waste management system. *Waste Manag.* 2014, 34, 553–561. <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.10.002>, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24268473>
- Gumus, A.T.; Guneri, A.F. A multi-echelon inventory management framework for stochastic and fuzzy supply chains. *Expert Syst. Appl.* 2009, 36, 5565–5575. <http://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.06.082>
- Ryu, K.; Moon, I.; Oh, S.; Jung, M. A fractal echelon approach for inventory management in supply chain networks. *Int. J. Prod. Econ.* 2013, 143, 316–326. <http://doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.01.002>
- Burke, R.; Mussomeli, A.; Laaper, S.; Hartigan, M.; Sniderman, B. *The Smart Factory. Responsive, Adaptive, Connected Manufacturing*; Deloitte University Press: New York, NY, USA, 2017.
- Barykin, S.Y.; Smirnova, E.A.; Sharapaev, P.A.; Mottaeva, A.B. Development of the Kazakhstan digital retail chains within the EAEU E-commerce. *Acad. Strateg. Manag. J.* 2021, 20, 1–18.

18. Scherbakov, V.; Silkina, G. Conceptual model of Logistics Vocational Education in the Digital Economy. In Proceedings of the International Conference on Digital Technologies in Logistics and Infrastructure (ICDTLI 2019), St. Petersburg, Russia, 4–5 April 2019; Volume 1, pp. 120–125. <http://doi.org/10.2991/icdtli-19.2019.24>
19. Scherbakov, V.; Silkina, G. Logistics of smart supply chains. In Proceedings of the International Conference on Digital Technologies in Logistics and Infrastructure (ICDTLI 2019), St. Petersburg, Russia, 4–5 April 2019; Volume 1, pp. 66–71. <http://doi.org/10.2991/icdtli-19.2019.15>
20. Bu, L.; Wang, J.; Wei Wang, K.; Zipser, D. China Digital Consumer Trends: Discovering the Next Wave of Growth. Available online: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/china/china%20digital%20consumer%20trends%20in%202019/china-digital-consumer-trends-in-2019.ashx#:~:text=China%20T1%20textquoterights%20rise%20as%20a%20global,markets%20in%20the%20world%20--%20combined> (accessed on 1 December 2021).
21. Wu, P.; Xiao-chuanWeng, C.; Joseph, S.-A. Crossing the Rubicon? The implications of RCEP on anti-monopoly enforcement on dominant E-commerce platforms in China. *Comput. Law Secur. Rev.* 2021, 42, 105608. <http://doi.org/10.1016/j.clsr.2021.105608>
22. BRICS. *HSE-Skolovo Institute for Law and Development*; BRICS: Oxford, UK, 2019.
23. Aslam, H.; Khan, A.Q.; Rashid, K.; Rehman, S. Achieving supply chain resilience: The role of supply chain ambidexterity and supply chain agility. *J. Manuf. Technol. Manag.* 2020, 31, 1185–1204. <http://doi.org/10.1108/JMTM-07-2019-0263>
24. Frederico, G.; Garza-reyes, J.A. Supply Chain Strategy Reboot—Supply Chain Management Review. Available online: https://www.researchgate.net/publication/343189112_Supply_chain_strategy_reboot_-_Supply_Chain_Management_Review (accessed on 1 December 2021).
25. Bag, S.; Wood, L.C.; Mangla, S.K.; Luthra, S. Procurement 4.0 and its implications on business process performance in a circular economy. *Resour. Conserv. Recycl.* 2020, 152, 104502. <http://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104502>
26. Giordano, G. A Hybrid Supply Chain. *Plast. Eng.* 2020, 76, 9–11. <http://doi.org/10.1002/peng.20304>
27. Gao, X.; Wang, Y.; Chen, X.; Gao, S. Interface, interaction, and intelligence in generalized brain–computer interfaces. *Trends Cogn. Sci.* 2021, 25, 671–684. <http://doi.org/10.1016/j.tics.2021.04.003>, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/34116918>
28. Nguyen, Q.N.; Sidorova, A.; Torres, R. User interactions with chatbot interfaces vs. Menu-based interfaces: An empirical study. *Comput. Hum. Behav.* 2021, 107093. <http://doi.org/10.1016/j.chb.2021.107093>
29. Ngai, E.W.T.; Lee, M.C.M.; Luo, M.; Chan, P.S.L.; Liang, T. An intelligent knowledge-based chatbot for customer service. *Electron. Commer. Res. Appl.* 2021, 50, 101098. <http://doi.org/10.1016/j.elerap.2021.101098>
30. Borisoglebskaya, L.N.; Provotorov, V.V.; Sergeev, S.M.; Kosinov, E.S. Mathematical aspects of optimal control of transference processes in spatial networks. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* 2019, 537, 042025. <http://doi.org/10.1088/1757-899X/537/4/042025>
31. Borisoglebskaya, L.N.; Provotorova, E.N.; Sergeev, S.M. Commercial software engineering under the digital economy concept. *J. Phys. Conf. Ser.* 2019, 1399. <http://doi.org/10.1088/1742-6596/1399/3/033029>
32. Zhabko, A.P.; Shindyapin, A.I.; Provotorov, V.V. Stability of weak solutions of parabolic systems with distributed parameters on the graph. *Vestn. Sankt-Peterbg. Univ. Prikl. Mat. Inform. Protsessy Upr.* 2019, 15, 457–471. <http://doi.org/10.21638/11702/spbu10.2019.404>
33. Krasnov, S.; Sergeev, S.; Zotova, E.; Grashchenko, N. Algorithm of optimal management for the efficient use of energy resources. *E3S Web Conf.* 2019, 110, 02052. <http://doi.org/10.1051/e3sconf/201911002052>
34. Barykin, S.E.; Borisoglebskaya, L.N.; Provotorov, V.V.; Kapustina, I.V.; Sergeev, S.M.; De La Poza Plaza, E.; Saychenko, L. Sustainability of Management Decisions in a Digital Logistics Network. *Sustainability* 2021, 13, 9289. <http://doi.org/10.3390/su13169289>
35. Barykin, S.Y.; Kapustina, I.V.; Sergeev, S.M.; Kalinina, O.V.; Vilken, V.V.; De La Poza Plaza, E.; Putikhin, Y.Y.; Volkova, L.V. Developing the physical distribution digital twin model within the trade network. *Acad. Strateg. Manag. J.* 2021, 20, 1–18.
36. Silkina, G.Y.; Shevchenko, S.Y.; Sharapaev, P.A. Digital innovation in process management. *Acad. Strateg. Manag. J.* 2021, 20, 1–25.
37. Shabalov, M.Y.; Zhukovskiy, Y.L.; Buldysko, A.D.; Gil, B.; Starshaia, V.V. The influence of technological changes in energy efficiency on the infrastructure deterioration in the energy sector. *Energy Rep.* 2021, 7, 2664–2680. <http://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.05.001>
38. Litvinenko, V.; Meyer, B. *Syngas Production: Status and Potential for Implementation in Russian Industry*; Springer: Heidelberg, Germany, 2017; ISBN 9783319709635.
39. Filser, M.; Kraus, S.; Roig-Tierno, N.; Kailer, N.; Fischer, U. Entrepreneurship as catalyst for sustainable development: Opening the black box. *Sustainability* 2019, 11, 4503. <http://doi.org/10.3390/su11164503>
40. Gupta, R.; Mejia, C.; Kajikawa, Y. Business, innovation and digital ecosystems landscape survey and knowledge cross sharing. *Technol. Forecast. Soc. Chang.* 2019, 147, 100–109. <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.07.004>
41. Kuckertz, A. Bioeconomy transformation strategies worldwide require stronger focus on entrepreneurship. *Sustainability* 2020, 12, 2911. <http://doi.org/10.3390/su12072911>
42. An, J.; Mikhaylov, A.; Jung, S.-U. A Linear Programming Approach for Robust Network Revenue Management in the Air-line Industry. *J. Air Transp. Manag.* 2021, 91, 101979. <http://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101979>
43. Mikhaylov, A. Development of Friedrich von Hayek's theory of private money and economic implications for digital currencies. *Terra Econ.* 2021, 19, 53–62. <http://doi.org/10.18522/2073-6606-2021-19-1-53-62>
44. An, J.; Mikhaylov, A.; Richter, U.H. Trade War Effects: Evidence from Sectors of Energy and Resources in Africa. *Heliyon* 2020, 6, e05693. <http://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05693>, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/33364483>