

Влияние пандемии COVID-19 на устойчивость экономики Китая

Максим Васиев

Аспирант, Школа экономики и менеджмента (School of Economics and Management), vasievmp@yandex.ru

Кесин Би*

Профессор, Школа экономики и менеджмента, bikexin@hrbeu.edu.cn

Харбинский инженерный университет (Harbin Engineering University), Китай, Nangang district, Nantongdajie 149, 150001, Heilongjiang Province, Harbin, China

Артем Денисов

Доцент, кафедра информатики и вычислительной техники, iptema@yandex.ru

Костромской государственный университет, 156005, Кострома, ул. Дзержинского, 17

Владимир Бочарников

Профессор, Лаборатория экологии и охраны животных, vbocharnikov@mail.ru

Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения РАН, 690041, Владивосток, ул. Радио, 7

Аннотация

Китай стал первой страной, столкнувшейся с новым коронавирусом COVID-19. Благодаря оперативным и решительным действиям властей, консолидации общества страна преодолела пик заболеваемости, постепенно восстанавливается экономическая активность.

В статье продемонстрировано, как COVID-19 влияет на функционирование ключевых отраслей китайской промышленности и межрегиональных транспортных каналов поставок. На основе данных региональных матриц «затраты–выпуск», показателей миграции и статистики распространения пандемии смоделированы различные сценарии изменений в производстве и потреблении в провинциях Китая. Расчеты произведены по 31 провинции и 42 секторам китайской экономики. Построена модель, иллюстрирующая влияние динамики заболеваемости и смертности от COVID-19 на уровень выбросов парниковых газов, накопление опасных отходов и рейтинг энергоэффективности.

Моделирование финансовых и миграционных потоков между провинциями Китая позволило определить наиболее эффективную модель поддержания производства и сбыта в условиях постэпидемического кризиса. Основная рекомендация заключается в том, что сегрегация получателей государственной поддержки нецелесообразна. Необходимо равномерно распределить риски и потери между всеми провинциями. Подобный подход, по мнению авторов, позволит экономике Китая понести наименьший ущерб и быстрее восстановиться.

Дополнительно оцениваются перспективы изменения двусторонних финансовых потоков между Китаем и Россией в постэпидемический период с горизонтом до 2025 г. Во всех сценариях прогнозируется их временное сокращение.

Результаты исследования могут быть полезны для других стран при выработке политики по выходу из постэпидемического кризиса.

Ключевые слова: коронавирус (COVID-19); стратегии; прогнозирование; сбалансированное развитие; пост-коронавирусные сценарии; SARIMA; анализ затрат и результатов; программы развития.

Цитирование: Vasiev M., Bi K., Denisov A., Bocharnikov V. (2020) How COVID-19 Pandemics Influences Chinese Economic Sustainability. *Foresight and STI Governance*, vol. 14, no 2, pp. 7–22. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.2.7.22

* Correspondence author

How COVID-19 Pandemics Influences Chinese Economic Sustainability

Maksim Vasiev

PhD student, School of Economics and Management, vasievmp@yandex.ru

Kexin Bi*

Professor of Management Science and Engineering, School of Economics and Management, bikexin@hrbeu.edu.cn

Harbin Engineering University, Nangang district, Nantongdajie 149, 150001, Heilongjiang Province, Harbin, China

Artem Denisov

Professor, Department of Computer Science, iptema@yandex.ru

Kostroma State University, 17, Dzerzhinskogo str., 156005, Kostroma, Russian Federation

Vladimir Bocharnikov

Professor, Wildlife Ecology and Conservation Laboratory, vbocharnikov@mail.ru

Pacific Geographical Institute, Far East Branch of the Russian Academy of Science,
7, Radio str., Vladivostok, 690041, Russian Federation

Abstract

China was the first country to face the COVID-19 coronavirus pandemic. Owing to the prompt and decisive actions of the authorities, and the consolidation of society, the country has passed the peak of infection and economic activity is gradually recovering.

The paper shows how COVID-19 affects key industries and the work of supply and transportation networks. Using input-output spatial data, migration index indicators, and pandemic spread statistics, we modeled different scenarios for changes in Chinese provinces' production and consumption following the COVID-19 pandemic. Calculations were made for 31 provinces and 42 sectors of the Chinese economy. We obtained a model that shows how the coronavirus outbreak influences carbon dioxide emission, levels of hazardous

waste, and the Energy-Resource Efficiency Rating. Based on the financial and migration flows between Chinese provinces, we chose the most effective post-outbreak model. Our main recommendation is that one does not need to segregate consumers. It is necessary to distribute the damage as evenly as possible between all provinces equally. We believe that such an approach will allow the Chinese economy to suffer the least possible amount of damage and facilitate a faster recovery. Finally, we analyze the development of bilateral post-epidemic financial flows between China and Russia until 2025. In all scenarios, a temporary decline is expected.

The results of the study may be useful for other countries in developing policies to overcome the post-epidemic crisis.

Keywords: coronavirus disease (COVID-19); strategies; forecasting; sustainable development; post-coronavirus scenarios; SARIMA; input-output analysis; development programmes.

Citation: Vasiev M., Bi K., Denisov A., Bocharnikov V. (2020) How COVID-19 Pandemics Influences Chinese Economic Sustainability. *Foresight and STI Governance*, vol. 14, no 2, pp. 7–22. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.2.7.22

* Correspondence author.

Мир вступил в полосу социальных и экономических турбулентностей: неконтролируемо снижается ВВП, ухудшается состояние окружающей среды, возникают эпидемии новых вирусов [Ward et al., 2016]. Смещаются приоритеты развития: на смену ориентирам на достижения максимальных финансовых показателей приходят поддержка экономической стабильности и сохранение биоразнообразия [Chou et al., 2018]. Идет поиск путей сбалансированного социально-экономического развития и преодоления постэпидемиических кризисов [Сао, 2019].

С начала масштабных реформ в 1978 г. Китай добился значительного экономического прогресса [Yan et al., 2020]. Его положительная динамика сохранилась даже после финансового кризиса в 2008 г. на фоне общего спада в мировой экономике, хотя темпы прироста были невысокими. Благодаря устойчивому экономическому росту страна имеет достаточно возможностей для решения внешних и внутренних задач, а также достижения высоких показателей развития. Новая государственная стратегия предполагает не только наращивание ВВП, но и общее повышение качества жизни [Bei, 2018; Pan et al., 2019; Yan et al., 2020].

В конце 2019 г. Китай столкнулся со вспышкой коронавируса (COVID-19) в Ухане, которая вскоре переросла в глобальную эпидемию — пандемию. В январе 2020 г. Всемирная организация здравоохранения объявила о чрезвычайной ситуации [WHO, 2020]. Очевидно, что пандемия COVID-19 будет иметь масштабные последствия для мировой экономики и финансовых рынков. Многие аналитики сравнивают COVID-19 со вспышкой атипичной пневмонии (SARS) в 2003 г. Однако между этими событиями есть радикальные, контекстуальные различия. За 17 лет, прошедших после вспышки SARS, позиции Китая на глобальных рынках существенно укрепились. По статистике Всемирного банка, доля страны в мировой торговле увеличилась примерно до 14% в 2019 г., тогда как в 2003 г. она составляла 5% [Bouoiyouur, Selmi, 2020]. В индексе развивающихся рынков MSCI удельный вес Китая в 2003 г. находился на уровне 8%, а к 2019 г. вырос почти до 35% [Wen et al., 2020]. Однако экономика КНР получила значительный удар от последствий вспышки COVID-19 [Allam, Jones, 2020].

В последние десятилетия растет интерес к исследованиям экономики постэпидемиического периода из-за появления новых инфекционных заболеваний (ВИЧ/СПИД, SARS и др.) и возвращения «старых» угроз, таких как пандемический грипп [Wen et al., 2020]. Вспышка новой коронавирусной инфекции в 2019 г. лишь стимулировала этот интерес. Экспоненциальный рост подтвержденного числа случаев COVID-19 вызывает серьезную обеспокоенность у мирового сообщества [Wong et al., 2020]. Поскольку интенсивность заражения у нового вируса в разы выше, чем в случае атипичной пневмонии 2003 г. [Lippi, Plebani, 2020], преодоление последствий вспышки COVID-19 становится ключевой задачей для Китая. Некоторые эксперты полагают, что влияние пандемии на масштабные китайские проекты, такие как «Один пояс — один путь» (One Belt — One Road, OBOR), ограничено, а серьезные за-

держки в реализации маловероятны и краткосрочны. Тем не менее приостановка работ по проекту OBOR в очередной раз обнаружила растущую зависимость других стран от новой инфраструктуры Китая. Несмотря на снижение в Китае эпидемии, правительства ряда государств, включая США, Италию, Испанию, Германию, Великобританию, Иран, Южную Корею и др., опасаются новых волн заболеваемости.

Еще до начала эпидемии COVID-19 китайское правительство внесло серьезные коррективы в планы развития проекта OBOR из-за резкого замедления развития национальной экономики и недовольства стран-партнеров условиями, выдвинутыми Пекином, прежде всего финансовыми. Однако китайские власти убеждены, что страна справится с поставленными экономическими задачами, несмотря на пандемию, и на проект OBOR по-прежнему делается основная ставка. Шансы на его успешную реализацию повышаются благодаря тому, что страна располагает солидными финансовыми ресурсами, и ментальным особенностям китайцев, отличающихся упорством в достижении целей. Китай первым вышел из тяжелой фазы пандемии и имеет шанс воспользоваться связанными с этим возможностями для укрепления доверия в международном сообществе, продемонстрировать себя как надежного партнера, способного стабилизировать ситуацию в мире.

В статье сравнивается ситуация в различных провинциях и секторах экономики Китая, определены наиболее уязвимые. Рассматриваются характеристики постэпидемиического экономического развития. Проводится системный анализ текущего положения и перспектив китайской экономики, оценивается предполагаемый уровень финансовых потоков между Китаем и Россией. Моделируются изменения в производстве и потреблении для каждой провинции Китая. Информационной базой служат исторические данные по матрице «затраты–выпуск», а также новейшая статистика по миграции и динамике заболеваемости COVID-19.

Обзор литературы

Влияние пандемии на глобальную экономику

Основными драйверами китайской экономики на международных рынках являются торговля, инвестиции и туризм. Любое замедление развития и сохраняющиеся ограничения на поездки и перевозки в связи с пандемией могут оказать давление на цепочки поставок и привести к глобальным экономическим последствиям. Меры по сдерживанию распространения COVID-19 привели к значительному сокращению внутренних и международных транспортных связей, блокированию транспортировки различных товаров и производственных ресурсов.

По всей стране наблюдается замедление производительности, особенно в секторах, сконцентрированных в провинции Хубэй, таких как производство автозапчастей, ЖК-панелей и фармацевтических препаратов. За этим последовало падение активности производств, недавно перенесенных в другие регионы

Азии, которые все еще зависят от поставок промежуточных ресурсов из Китая. Наиболее уязвимыми оказались компании из сферы высоких технологий, автопрома, туризма, розничной торговли и индустрии услуг. По данным Всемирной туристской организации ООН (United Nations World Tourism Organization, UNWTO), расходы Китая на выездной туризм в 2018 г. составили 277 млрд долл., из которых 36 млрд приходилось на США¹. На бизнес китайских компаний в Штатах, вероятно, повлияет замедление темпов роста в Китае, в том числе из-за нехватки ресурсов, приостановки некоторых видов коммерческой деятельности и потенциального увеличения расходов, связанных с укреплением доллара [CRS, 2020].

Масштабные пандемии способны нанести колоссальный ущерб, что иллюстрируют вспышки гриппа, SARS и Ebola. По некоторым оценкам, при условии, что нынешнюю пандемию удастся погасить в течение трех месяцев, ВВП сократится на 0.8%. Если эпидемиологический период продлится девять месяцев, то падение составит 1.9%. В случае сохранения ограничений на передвижение и торговлю на длительный срок показатели ВВП могут опуститься еще ниже [Smith et al., 2019]. Предварительный анализ издержек показывает, что принятые в стране контрмеры и подавленный спрос могут ограничить долгосрочный экономический эффект [Duan et al., 2020]. В ближайшей перспективе ожидается сокращение объемов производства индустриальных секторов на 18%. Свыше 18 млн малых и средних китайских предприятий серьезно пострадали от COVID-19, а на них приходится почти 80% рабочих мест и 50% экспорта частного сектора. Из-за сбоев в производстве, растущих затрат на хранение складских запасов (ввиду сокращения внутреннего потребления), жестких расходов на аренду и заработную плату, выплаты процентов по кредитам нарушаются хрупкие производственные цепочки, что может привести к волне банкротств. Китайское правительство предприняло оперативные шаги по борьбе с распространением COVID-19. В зависимости от сроков прохождения пика эпидемии предусмотрены различные меры для снижения краткосрочных экономических рисков. Среди них — защита малого бизнеса, финансовые субсидии, отсроченные налоговые платежи, снижение процентных ставок по ипотечным кредитам, восстановление доверия к рынку за счет большей открытости и государственной поддержки.

Атипичная пневмония (SARS) — первое в XXI в. инфекционное заболевание с высокой долей летальных исходов — началась в китайской провинции Гуандун в ноябре 2002 г. К августу 2003 г. инфекция охватила 29 стран в трех регионах мира. Общее число зараженных составило 8422, включая 916 случаев с летальным исходом. Вспышка вируса в Гонконге стала непредвиденным шоком. Сильнее всего пострадал спрос, прежде всего со стороны местного потребления и в сфере услуг, связанных с туризмом и авиаперевозками. В части пред-

ложения экономика сохранила устойчивость, поскольку производственная база в дельте Жемчужной реки не пострадала, и товары продолжали экспортироваться через Гонконг в обычном порядке. Первоначальные алармистские сообщения и прогнозы негативных экономических последствий не подтвердились. После взятия эпидемии под контроль волнения улеглись, и экономика быстро восстановилась [Siu, Wong, 2004].

Гораздо более масштабная ситуация с COVID-19 демонстрирует, что вспышки инфекционных заболеваний могут привести к серьезным экономическим сбоям [Brahmbhatt, Dutta, 2008]. Пандемия уже повлияла на международную торговлю в целом: в 2020 г. ее объем сократится на 13–32% вследствие нарушения отлаженной экономической деятельности и образа жизни в глобальном масштабе [WTO, 2020].

Пути развития сбалансированной экономики нового типа

Признание китайским правительством возникших проблем и оперативные решения привели к определенным улучшениям, но эти действия подверглись критике как недостаточные. В последние годы население Китая осознало опасность проводимой государством политики в отношении окружающей среды. Бурный рост китайской экономики во многом традиционно поддерживается за счет парадигмы принятия решений, не учитывающей необходимости рационального и бережливого использования природных ресурсов. Результатом стали сильное истощение, дисбаланс экосистем и, как следствие, учащение пандемий.

Современная экологическая ситуация в Китае вызвана не только текущим политическим выбором. К ней привели подходы, взгляды и институты, укоренившиеся на протяжении веков. В последние десятилетия, однако, ученые пытаются найти путь к более сбалансированной экономической модели. Акценты ставятся на переходе к «зеленой» экономике [Daly, Farley, 2004; Daly, 2007; Cleveland, 1999; Costanza et al., 2015], повышении энергоэффективности [Hall et al., 2014; Lambert et al., 2014; и др.] и в целом на достижении высокого качества жизни. В новой постпандемической модели экономики извлечение прибыли не должно являться первостепенной задачей, упор будет делаться на сбалансированное развитие². Переход на «зеленую» экономику по-прежнему далек от завершения во всех странах, несмотря на беспрецедентные усилия, предпринятые за последние 30 лет [Бочарников, 2018а, 2018б].

В настоящее время регионы в России и в Китае развиваются диспропорционально. К основным показателям регионального развития относятся: валовой региональный продукт, отношение денежных доходов к прожиточному минимуму, уровень бедности и плотность населения. Статистика на основе этих показателей демонстрирует зоны наиболее вероятного антропогенного «проникновения» различных видов экономической деятельности. Пределы прежней моде-

¹ Режим доступа: <https://www.e-unwto.org/doi/pdf/10.18111/9789284421138>, дата обращения 19.04.2020.

² Режим доступа: <https://www.wbcsd.org/COVID-19>, дата обращения 13.04.2020.

Табл. 1. Индикаторы, использованные в исследовании

Сфера	Индикатор	Обозначение	Единица измерения
Социальная	Население	P	Млрд чел.
	Уровень безработицы	UR	%
	Площадь городских земель	LA	Тыс. га
	Плотность дорог	HD	Отношение общей протяженности всех автомобильных дорог провинции к площади провинции (км дорог/100 км ² общей площади провинции (км/100 км ²))
	Пассажирский трафик	PT	10 тыс. чел.
	Среднее количество поездок на путешественника	TRP	Ед.
	Численность работающих	EP	10 млн чел.
Экономическая	ВВП	GDP	Млрд долл.
	ВВП на душу населения	GDP-P	Млрд долл.
	Инвестиции в защиту окружающей среды	TIPEC	Млрд долл.
	Рейтинг энергетической эффективности*	ENR	Индекс
	Потребление энергии (10 тыс. т условного угля)	EC	Га/население
	Рейтинг технологической эффективности*	TE	Индекс
Экологическая	Коэффициент диких земель	RWA	%
	Коэффициент охраняемых диких земель	RPWA	%
	Коэффициент диких земель/численность населения	RWP	%
	Общее потребление воды	TWC	100 млн м ³
	Потребление газа	GC	100 млн м ³
	Опасные отходы*	HW	10 тыс. т
	Сброс сточных вод	WW	Тыс. м ³
	Выбросы углекислого газа	CO2	Кг / кг нефтяного эквивалента потребленной энергии
Рейтинг экологической эффективности *	ERE	Индекс	

Примечание: индикаторы, обозначенные символом (*), рассчитаны с использованием методологии Интерфакс-ЭРА [Интерфакс, 2010] применительно к китайским провинциям. Прочие индикаторы взяты из базы данных EPS (<http://olap.epsnet.com.cn/>).

Источник: составлено авторами.

ли экономического роста достигнуты, в результате чего, в частности, возникают экстраординарные вызовы, связанные со здоровьем населения [Бочарников, 2012]. Примечательно, что источники пандемий появляются в районах повышенной антропогенности. Как следствие, сложилось убеждение, что поствирусная экономика должна быть «зеленой», социально и экологически ориентированной.

Данные

В основу нашего исследования легли сведения из общедоступных межрегиональных статистических таблиц «затраты–выпуск», публикуемых Национальным бюро статистики Китая (China's National Bureau of Statistics) с 1992 г. каждые пять лет. Использовались последние доступные на текущий момент данные — за 2017 г. Исследование охватило 31 провинцию Китая. Сведения по России (за 2014 г.) взяты из базы данных по экономике WIND.³ Экологические, экономические и социальные показатели заимствованы из статистических

сборников по окружающей среде (China Environmental Statistical Books) и базы данных EPS⁴. Статистика по распространению COVID-19 в Китае, в том числе в провинции Хубэй, за январь–март 2020 г. представлена в разделе по здравоохранению на платформе WeChat. Индекс миграции между провинциями содержится в базе Baidu Qianxi⁵. Данные, код для работы в программе Python и результаты расчетов доступны на сайте GitHub⁶. Полный список индикаторов представлен в табл. 1, перечень сокращенных названий промышленных секторов экономики Китая — в табл. 2. Перед обработкой все данные подвергались перекрестной проверке на согласованность с использованием методов наложения и визуального сравнения.

Методология

Анализ затрат и результатов

Расчеты по модели «затраты–выпуск» выявляют системную картину прямых и косвенных связей между

³ Режим доступа: <https://www.wind.com.cn/en/edb.html>, дата обращения 13.04.2020.

⁴ Режим доступа: <http://olap.epsnet.com.cn/>, дата обращения 13.04.2020.

⁵ Режим доступа: <http://qianxi.baidu.com>, дата обращения 13.04.2020.

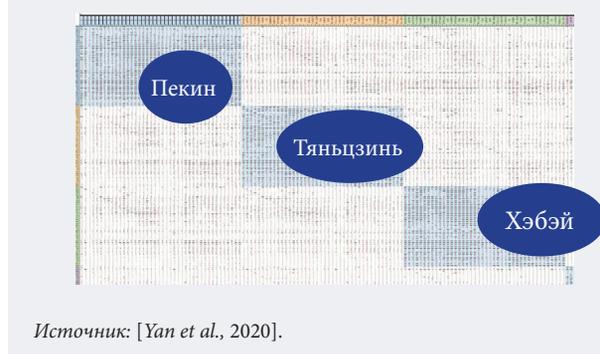
⁶ Режим доступа: https://github.com/rufimich/Virus_prov, дата обращения 13.04.2020.

Табл. 2. Перечень сокращенных наименований секторов экономики Китая

Название индустрии	Код
Сельское хозяйство	Agri
Добыча угля	CoalM
Добыча нефти и газа	OilgasM
Металлические минеральные продукты	MetM
Неметаллические минералы и другие минеральные продукты	NMetM
Пищевая продукция и табачные изделия	Food
Текстиль	Tex
Текстильная одежда, обувь и головные уборы из кожи, меховые изделия	Cloth
Деревообработка, производство мебели	Wood
Производство бумаги	Paper
Нефть	Fuel
Химические продукты	Chemi
Неметаллические минеральные продукты	NonMetP
Металлообработка и каландрирование	MetSm
Металлические изделия	MetInd
Общее оборудование	General
Специальное оборудование	Special
Транспортное оборудование	TransEq
Электрическое машиностроение и оборудование	Electri
Оборудование связи	ComEq
Инструменты, в т. ч. для измерения	Instr
Другие производственные продукты	OtherM
Отходы лома	Waste
Металлические продукты	EquiRepair
Производство и потребление электро- и теплоэнергии	ElectriH
Производство и потребление газа	GasPS
Производство и потребление воды	WaterPS
Строительство	Building
Оптовая и розничная торговля	WhSR
Транспорт	Trans
Гостиницы и кейтеринговое обслуживание	Accom
Передача информации	Inform
Финансы	Fin
Недвижимость	Estate
Аренда и бизнес-услуги	Rental
Научно-исследовательские и технические услуги	Science
Управление водосбережением	Cons
Резидентские услуги	ResS
Образование	Edu
Здравоохранение и социальное обслуживание	Health
Культура	Culture
Государственное управление	PublA

Источник: составлено авторами.

Рис. 1. Пример региональной матрицы «затраты–выпуск» для Китая



различными отраслями в процессе производства [Chen, 1990; Yan et al., 2020], обеспечивают основу для изучения структуры промышленности и проведения множественного количественного анализа [Leontief, 2008]. Мониторинг затрат и результатов используется при оценке китайской экономики начиная с 1960 г. Первую экспериментальную таблицу «затраты–выпуск» разработали Чэнь Сикан (Chen Xikang) и его коллеги в 1973 г., и инструментарий постоянно совершенствуется [Yan et al., 2020].

В нашей статье применяется следующий алгоритм моделирования межрегиональных таблиц «затраты–выпуск» [Oliveira, Antunes, 2011] и вычисления индекса миграции:

- Шаг 1: расчет связей между финансовыми и миграционными потоками для каждой провинции Китая. Пекин, Тяньцзинь и другие провинции (общим числом 31) рассматривались как закрытые разграниченные подсистемы (подсчет вели для каждой подсистемы-провинции). На рис. 1 представлен пример таблицы «затраты–выпуск» для провинции.
- Шаг 2: вычисление входной эффективности производства и вероятности безостановочной работы потенциальных надежных транспортных каналов, играющих важную роль в каждой провинции. Оценивалась передача ресурсов между провинциями (31 регион) и промышленными секторами (42 отрасли). Особо выделялись поставки из Хубэя в другие регионы. На основе матриц моделировались финансовые потоки между провинциями.
- Шаг 3: моделирование миграционных потоков в провинциях по данным индекса миграции.
- Шаг 4: прогнозирование китайско-российских финансовых потоков после вспышки COVID-19 с использованием матриц «затраты–выпуск» по Китаю и России.

SARIMA-анализ

Моделирование процессов производилось на базе программы Python 3.4 [Sarker, 2014; Scellato, 2013]⁷. Анализ

⁷ См. также: Applied Social Network Analysis in Python (онлайн-курс Университета штата Мичиган (University of Michigan)). Режим доступа: <https://www.coursera.org/learn/python-social-network-analysis/lecture/ZhNvi/clustering-coefficient>, дата обращения 11.01.2020.

Рис. 2. Схема принятия решений при сценарном моделировании



Источник: составлено авторами.

- факторный анализ;
- определение наиболее влиятельных факторов для устойчивых индексов провинций Китая;
- построение регрессионной модели SARIMA.

Сценарное моделирование

Были рассчитаны четыре различных сценария постковидной экономики провинций Китая с использованием методологии net-science [Suarez et al., 2015], а также проанализированы посткризисные финансовые потоки между Китаем и Россией. Схема принятия сценарных решений представлена на рис. 2.

После определения набора параметров снижения уровня производства в провинции Хубэй в соответствии с каждым сценарием были спрогнозированы перераспределение активов и уровень их дефицита для всех регионов. Затем согласно четырем сценариям оценено распределение ресурсов по каждой провинции.

Результаты

Регрессионное моделирование

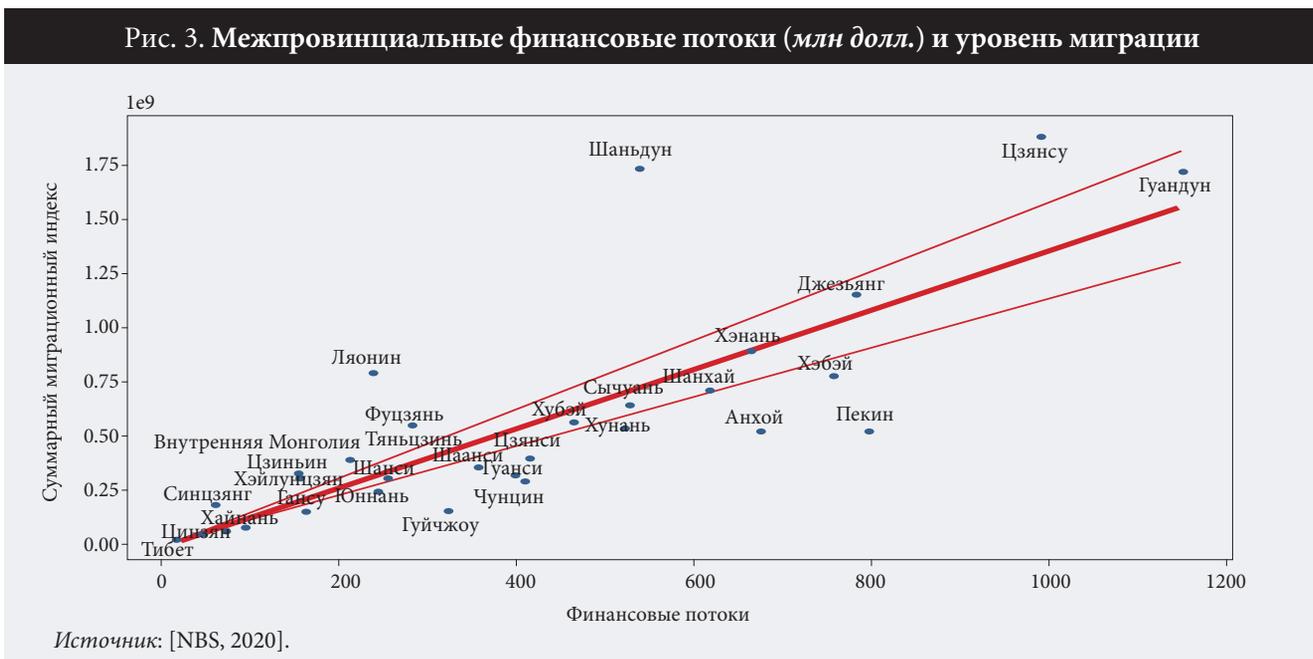
С использованием матриц «затраты–выпуск» проанализированы финансовые потоки и индекс миграции между регионами. Табл. 3 и рис. 3 демонстрируют взаимную корреляцию регионального продукта X-провинции и индекса Y-миграции.

Согласно результатам регрессии OLS минимальная взаимосвязь между финансовыми потоками и индексом миграции составляет $1,099147e+06$ и является очень тесной. Можно заключить, что в провинции Хубэй при блокировании миграционных потоков полностью остановится производство. При распространении вируса из определенной провинции в первую очередь пострадают тесно связанные с ней регионы (см. рис. 3).

Мы исходили из предположения, что срок карантина в провинции Хубэй продлится шесть месяцев. При этом стоит ожидать сокращения годового объема про-

по сезонной модели авторегрессионного интегрированного скользящего среднего (*seasonal autoregressive integrated moving average, SARIMA*) позволил определить экономические, социальные и экологические факторы, в наибольшей мере подверженные вирусной атаке. Всего протестированы 23 фактора. Методология тестирования включала:

Рис. 3. Межпровинциальные финансовые потоки (млн долл.) и уровень миграции



Источник: [NBS, 2020].

Табл. 3. Результат регрессии OLS

Зависимая переменная	Финансовый поток	R ²	0.850
Модель	OLS	Скорректированное значение R ²	0.845
Метод	Метод наименьших квадратов	F-статистика	104.7
Дата	12.04.2020	P(F-статистика)	2.68e-11
Время	06:45:49	Логарифмическое правдоподобие	-647.35
Число наблюдений	31	AIC	1297.
Число степеней свободы	30	BIC	1298.
Число параметров модели	1	Тип ковариации	HC1
Омнибус-тест	18.892	Тест Дарбина-Уотсона	2.013
P(Омнибус)	0.000	Тест Харке-Бера (JB)	28.197
Асимметрия	1.443	P(JB)	7.53e-07
Экссесс	6.674	Усл. N.	1.00

	Коэффициент	Стандартное отклонение	z	P> z	[0.025	0.975]
MigrationIndex	1.36e+06	1.33e+05	10.231	0.000	1.1e+06	1.62e+06

Примечание: в этой и других таблицах и рисунках, если не указано иное, источником данных являются результаты авторских расчетов по программе Python. Режим доступа: https://github.com/rufimich/Virus_prov, дата обращения 17.04.2020.

изводства вдвое и уменьшения потребления на четверть. Как будет выглядеть ситуация в других регионах?

Протестировано изменение финансовых потоков других провинций при сокращении финансовых и миграционных потоков из провинции Хубэй на 25%. Если поставки сырья и деталей из Хубэя в другие провинции прекратятся, то их производственные планы также сокрушатся, и процесс охватит по цепочке все регионы.

Наш анализ показал, что во время эпидемии экономическая активность снижается во всех провинциях. В основном COVID-19 распространяется благодаря тесным экономическим связям и миграционным потокам населения. Между ними очень высокая корреляция. Если источник вируса появляется в конкретном

регионе, то провинции, которые экономически связаны с ним, пострадают первыми. Проведена оценка качества регрессии; высокая корреляция означает, что чем сильнее экономическая связь между регионами, тем выше миграционные потоки. Если правительство будет стимулировать экономическую активность во всех провинциях пропорционально, то в соответствии с принципом энтропии удастся добиться наименьшего снижения ВВП Китая.

Для программирования потоков между провинциями использовался Python 3.4. Пекин, Тяньцзинь и другие регионы (всего 31) рассматривались как отдельные подсистемы. Произведены подсчеты по каждой из них. Установлено, что все регионы имеют значение

Рис. 4. Финансовые потоки между китайскими провинциями



Источник: составлено авторами

Табл. 4. Расчеты регрессии OLS

Зависимая переменная	Proc_D	R ²	0.770
Модель	OLS	Скорректированное значение R ²	0.744
Метод	Метод наименьших квадратов	F-статистика	25.17
Дата	17.03.2020	P(F-статистика)	5.58e-08
Время	01:38:57	Логарифмическое правдоподобие	87.049
Число наблюдений	31	AIC	-166.1
Число степеней свободы	27	BIC	-160.4
Число параметров модели	3	Тип ковариации	HC1
Омнибус-тест	7.226	Тест Дарбина–Уотсона	1.952
P(Омнибус)	0.027	Тест Харке–Бера (JB)	6.013
Ассимметрия	0.724	P(JB)	0.0495
Эксцесс	4.599	Усл. N.	1.38

	Коэффициент	Стандартное отклонение	z	P> z	[0.025	0.975]
Сводный коэффициент	0.0138	0.003	4.924	0.000	0.008	0.019
CO2_P	0.0039	0.002	2.166	0.030	0.000	0.008
HW	0.0277	0.003	8.546	0.000	0.021	0.034
ERE_GDP	0.0072	0.003	2.691	0.007	0.002	0.012

эффективности около 1.5 и величину потенциала на уровне 5.8 с минимальными различиями. Тем не менее в открытой системе (с учетом других входных и выходных данных провинции) результаты совершенно иные. На рис. 4 показаны финансовые потоки между регионами. Наибольшей интенсивностью характеризуются контакты между провинциями Гуандун, Чжэцзян, Цзянсу, Юньнань, Шанхай, Хэбэй, Шаньдун, Пекин, Тяньцзинь, Внутренняя Монголия. Кроме того, потоки иллюстрируют растущие связи между центральными и западными территориями, такими как Хубэй, Аньхой и Цзянси.

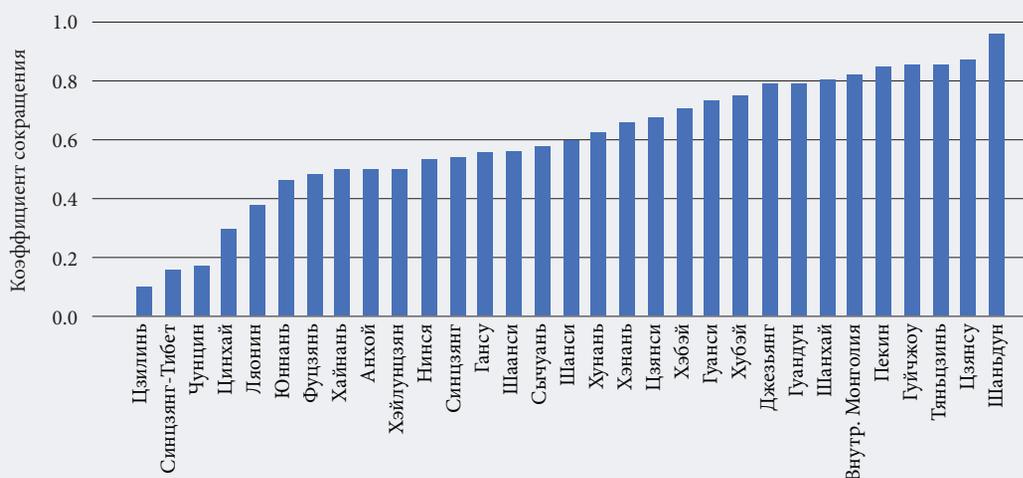
Была измерена кросс-региональная энтропия близости индекса миграции в условиях пандемии и в поствирусный период. Чем больше экономическая энтропия для той или иной провинции, тем выше ее стабильность, сильнее взаимосвязанность и восприимчивость к коронавирусу. Влияние энтропии распространяется

на миграционные потоки. Наиболее уязвимыми оказались Цзянсу, Чжэцзян, Гуандун и Шаньдун. Из рис. 4 видно, что миграционные потоки прямо пропорциональны финансовым, и связи между ними очень близки. Как следствие, регионы с максимальным индексом миграции оказываются наиболее подверженными вирусным атакам.

Результаты моделирования SARIMA

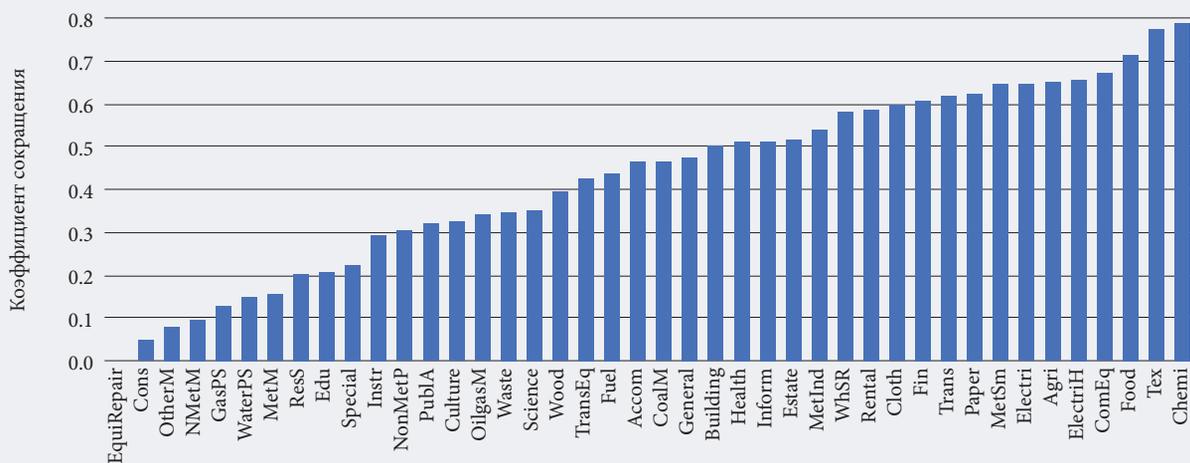
Исследована зависимость между случаями заболевания и смертности от COVID-19 и социально-экологическими и экономическими показателями провинций Китая (табл. 4). В итоге получена модель, иллюстрирующая влияние факторов заболеваемости COVID-19 на уровни выбросов углекислого газа и опасных отходов, а также рейтинг энергоэффективности (ERE). Модель выглядит следующим образом (расшифровки переменных см. в табл. 1):

Рис. 5. Эффекты сокращения производства по регионам (сценарий 2)



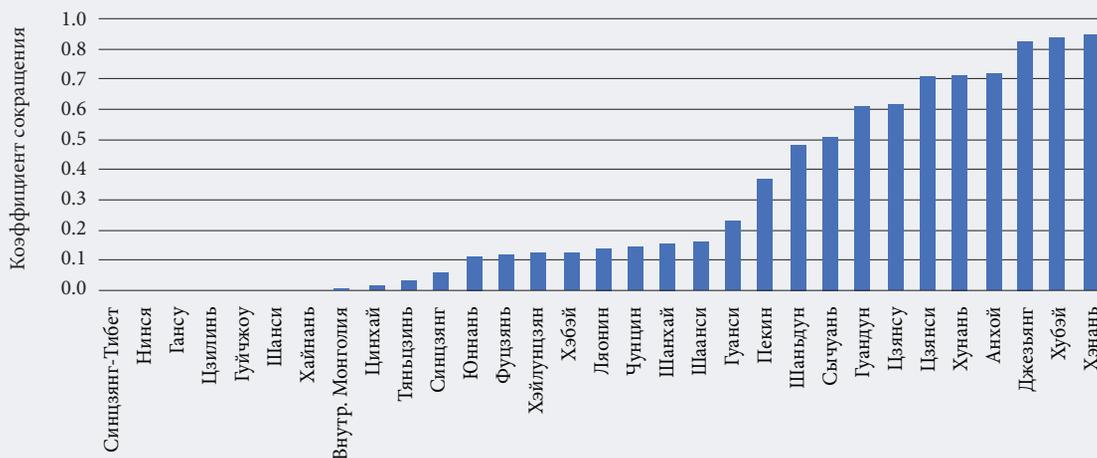
Источник: расчеты авторов.

Рис. 6. Эффекты сокращения производства по секторам (сценарий 2)



Источник: расчеты авторов.

Рис. 7. Эффекты сокращения производства по регионам (сценарий 3)



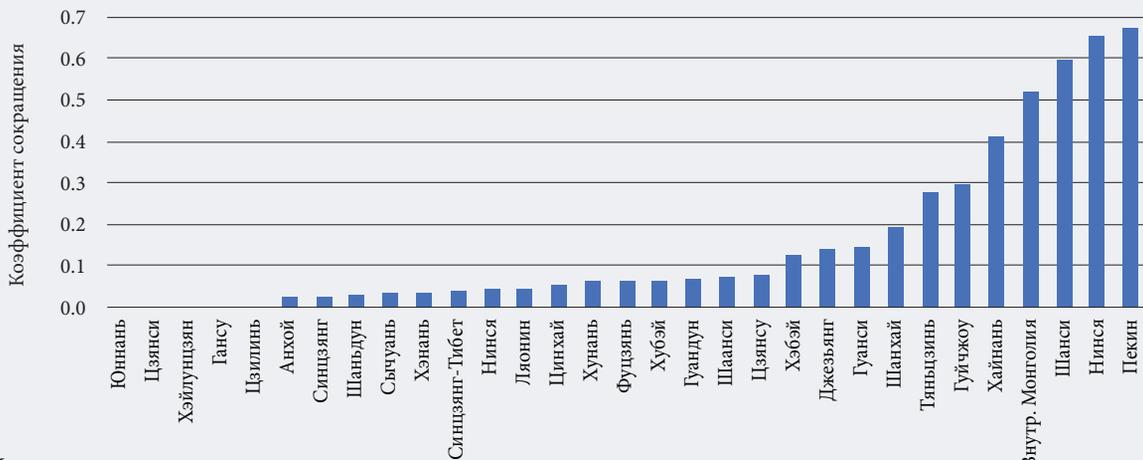
Источник: расчеты авторов.

Рис. 8. Эффекты сокращения производства по секторам (сценарий 3)



Источник: расчеты авторов.

Рис. 9. Эффекты сокращения производства по регионам (сценарий 4)



Источник: расчеты авторов.

```
dfg1.columns = ['P', 'UR', 'EP/P', 'UL/P', 'HD/GDP',
                'PT/P', 'TR', 'WAR', 'HW', 'TWD', 'ESE', 'WA_P', 'GA',
                'CO2_P', 'GDP', 'EC/P', 'ERE_GDP', 'TE/GDP', 'TIEPC',
                'PGR_GDP', 'Proc_D']
m1 = smf.ols('Proc_D ~ CO2_P + HW + ERE_GDP',
             data=dfg1)
```

Сценарное моделирование для китайских провинций

На основе перекрестного анализа связей между секторами экономики в провинциях Китая и оценки возможности сохранения транспортных каналов между регионами составлены четыре сценария. На рис. 5–10 представлены результаты моделирования падения производства в провинциях в случае шестимесячного кризиса в провинции Хубэй в региональном и отраслевом разрезе.

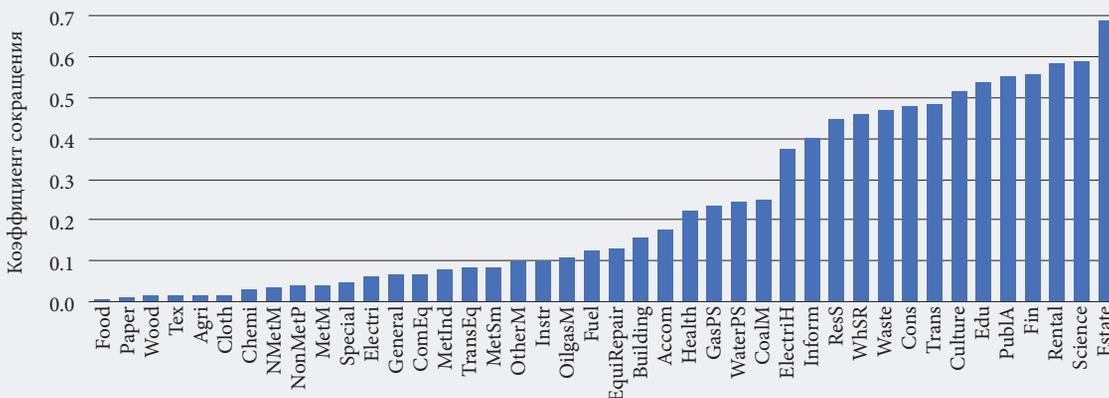
Сценарий 1. Экономическая активность в Хубэе падает на 25%, поставки продукции в другие провинции прекращаются. Дефицит распределяется пропорционально между всеми субъектами, которые из-за не-

хватки ресурсов останавливают производства и, как следствие, прекращают поставки продукции в другие регионы. В результате производительность во всех провинциях упадет на 25% в равной степени.

Сценарий 2. Продукция поставляется в первую очередь по малым контрактам, тогда как поставки по более масштабным договорам будут задерживаться (рис. 5, 6). В этом случае провинции и отрасли понесут умеренные потери. Однако регионы с низким уровнем развития, вероятно, дольше других будут выходить из кризиса. Моделирование по данному сценарию показало, что не все неиспользованные ресурсы провинции Хубэй будут перераспределены между другими провинциями.

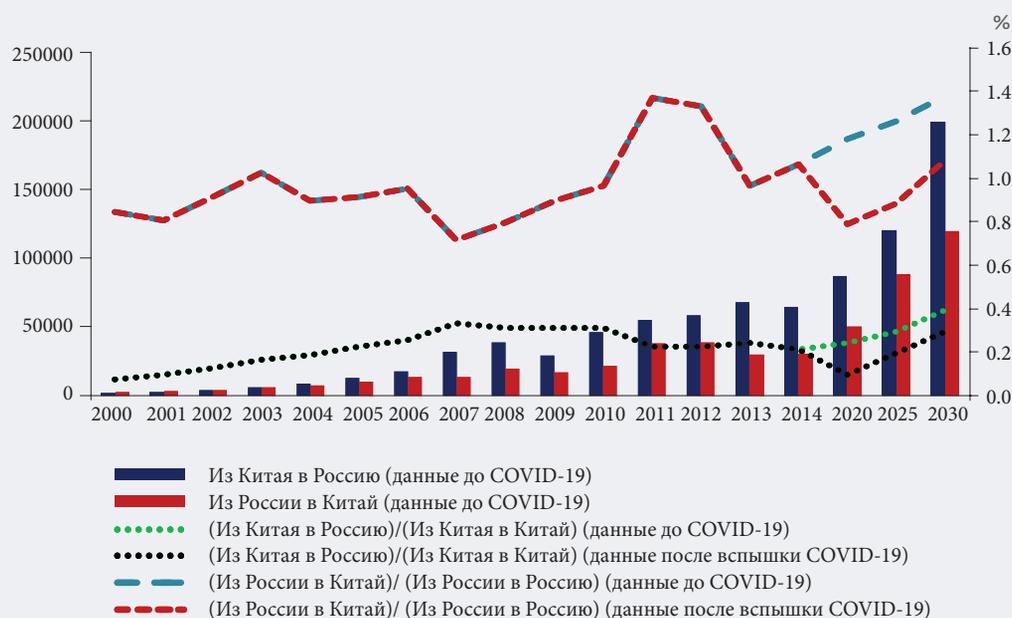
Если ограничения на поездки и карантинная политика сохранятся, сильнее всего пострадают офлайн-услуги, включая розничную торговлю, общественное питание, туризм, гостиничный бизнес, образовательные, транспортные и досуговые услуги [McCloskey, Neumann, 2020]. Власти должны принять меры по смягчению потерь от COVID-19, включая от-

Рис. 10. Эффекты сокращения производства по секторам (сценарий 4)



Источник: расчеты авторов.

Рис. 11. Финансовые потоки между Россией и Китаем: 2000–2030 гг. (млн долл.)



Источники: ретроспективная динамика отражена в статистическом сборнике «China Statistical Yearbook, 2019» [NBS, 2020]; прогноз составлен по данным [CIC Advisor, 2020].

срочки: платежей по кредитам, уплаты взносов в систему социального обеспечения, налогов; погашения чрезвычайных кредитов и т. д. Многие малые семейные предприятия не располагают достаточными операционными средствами и, как следствие, оказываются под угрозой тотального банкротства. Сложно сказать, насколько эффективно упомянутые меры правительства будут способствовать выживанию таких компаний.

Принятые руководством государственных банков решения по увеличению кредитования малого и среднего бизнеса не оправдались еще до наступления COVID-19. Если вспышка заболеваемости продолжится во втором квартале 2020 г. и сохранятся ограничения на поездки, денежные потоки многих малых семейных компаний будут заблокированы. Вырастут дефолты по кредитам и коммерческим платежам, а вместе с ними — число увольнений. Это отразится на потреблении, что в свою очередь нанесет ущерб производителям товаров. Если банкротства приобретут значительные масштабы, восстановление займет гораздо больше времени.

Сценарий 3. Аналогичен сценарию 2, однако учитывает факторы государственной поддержки наиболее пострадавших провинций (рис. 7, 8). Это самый неблагоприятный сценарий. В случае его реализации страдают все провинции, но регионы с низким уровнем развития — сильнее других. Максимальные потери понесут Хэнань, Хубэй и Чжэцзян, оказавшиеся в лидерах по числу подтвержденных случаев заболевания на фоне остальных регионов. Ущерб будет нанесен всем секторам, причем более значительный, чем в прочих сценариях. В то же время рейтинг каждого сектора аналогичен таковому в сценарии 1.

Сценарий 4. Регионы отдадут приоритет исполнению контрактов по заказам из близлежащих территорий на основе сложившихся партнерских связей. Чем ближе потребитель к производителю, тем выше вероятность выполнения обязательств (рис. 9, 10).

В данном сценарии наиболее наглядно выявляется неравенство провинций. Чем слабее позиция региона, тем сильнее он пострадает. Выбор властей в пользу поддержки сильных устойчивых провинций выглядит неэтичным. Вместе с тем, выделение помощи только слабым и наиболее пострадавшим субъектам будет недостаточным. Целесообразно выбирать политику устранения ущерба на консолидированной основе. Равномерное распределение рисков и потерь между всеми регионами выглядит лучшим сценарием выхода из кризиса.

Из-за пандемии выявилась несостоятельность отдельных концептов действующей экономической политики. Неотложные потребности «закключаются в осуществлении критических мер поддержки и разрыве цепочки передачи COVID-19, сохраняя при этом стабильность и спокойствие населения в течение необходимого периода времени»⁸.

Динамика финансовых отношений России и Китая

В настоящее время проект ОВОР — в числе главных приоритетов внешней политики Китая [Weidong, 2019]. На первый взгляд, он отличается достаточной гибкостью и открытостью для использования существующих региональных и многосторонних платформ. Несмотря на это, совместимость целей ОВОР с существующими проектами прямых иностранных инвестиций в Россию

⁸ Режим доступа: <https://lbj.utexas.edu/bad-economic-theory-and-practice-demolished>, дата обращения 10.04.2020.

Табл. 5. Оценки финансовых потоков между Россией и Китаем в первом полугодии 2020 г.

Сценарии	Импорт из Китая в Россию		Экспорт из России в Китай	
	млн долл.	% от докризисного планируемого уровня	млн долл.	% от докризисного планируемого уровня
1	12 884.5	75.0	22 218.7	75.0
2	8761.1	51.0	15 554.0	52.5
3	4281.1	24.9	3830.1	23.0
4	3717.9	21.6	3830.1	12.9

Примечание: по данным [CIC Advisor, 2020], в первом полугодии 2020 г. планировались общие объемы импорта из России в Китай в объеме 18 млрд долл., из Китая в Россию — 29 млрд долл.

Источник: составлено авторами.

и Китай пока не является предметом углубленных дискуссий [Ma et al., 2011; Liu et al., 2018]. В апреле 2019 г. в Пекине состоялся Второй международный форум по инициативе OBOR, на котором с ключевым докладом выступил председатель КНР Си Цзиньпин. В форуме приняли участие представители четырех десятков стран, затронутых маршрутом проекта, и свыше тысячи экспертов и журналистов; заключено более 140 соглашений о сотрудничестве. Объем китайских инвестиций в проекты стран по маршруту OBOR превысил 80 млрд долл., а налоговые и другие виды платежей — более 2 млрд долл. В этом проекте Россия выступает одним из стратегических партнеров [Svetlicinii, 2018; Lanjian, Wei, 2016; Malle, 2017]. До вспышки коронавируса выделялись четыре перспективных направления китайско-российского торгово-инвестиционного сотрудничества — энергетические ресурсы, транспорт, инвестиции, банковское дело. Динамика их развития напрямую зависела от интенсивности торгового обмена [Steblyanskaya, Wang, 2019].

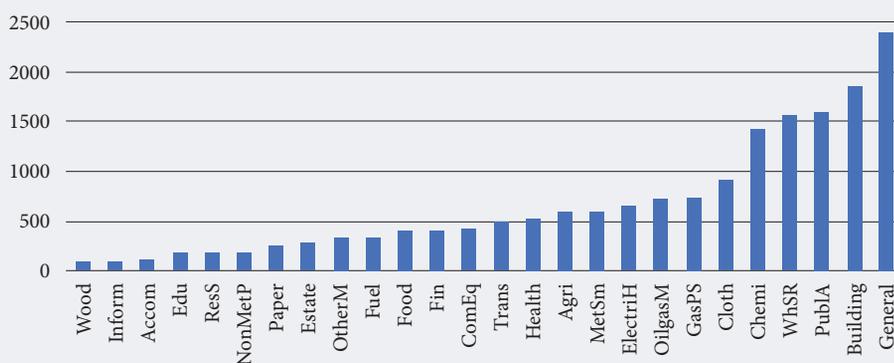
Рис. 11 иллюстрирует двусторонние китайско-российские финансовые потоки в ретроспективе и прогноз их динамики до 2030 г. Их направленность из России в Китай в целом характеризуется вдвое-втрое

меньшей интенсивностью, чем в обратном направлении (табл. 5, рис. 12, 13). Финансовые потоки из Китая в Россию составляют лишь 0.29% внутрикитайского оборота — это очень маленькая доля. В то же время коэффициент соотношения денежных движений из России в Китай с внутривосточной циркуляцией составляет 1.08, соответственно китайские инвестиции имеют более высокую долю в российской экономике. В абсолютном выражении активность Китая в двусторонних торговых потоках заметно выше, чем у России. Последняя, несмотря на ограниченный бюджет, пытается вложить больше средств, чтобы уменьшить дисбаланс. До эпидемии Россия не играла значительной роли в поддержании торгового баланса Китая. Возможен ли рост российско-китайских торговых отношений в будущем? Превысит ли Россия прогнозы (до COVID-19) предполагали, что Россия будет активно наращивать инвестиции в Китай, достигнув к 2030 г. доли в размере 2.49% на фоне встречных китайских — 0.28%. Однако после эпидемии в перспективе до 2022–2025 гг. вероятно сокращение финансовых потоков между странами. Поскольку кризис, связанный с распространением COVID-19, характеризуется многими непредсказуемыми факторами, разработать прогнозы с высокой вероятностью реализуемости в настоящее время не представляется возможным.

В связи со снижением цен на нефть и коронавирусным кризисом ожидается падение спроса на топливо и металлы. Тем не менее топливная промышленность и металлургия обеспечивают основную часть экспорта из России в Китай.

Следует подчеркнуть, что широкий спектр вариантов прогнозируемого уменьшения товарооборота между двумя странами объясняется беспрецедентным характером наступившего кризиса в здравоохранении и расплывчатыми перспективами его последующего экономического воздействия. Оценки ожидаемого восстановления на 2021 г. пока столь же неопределенны, а результаты зависят главным образом от продолжительности пандемии и эффективности ответных мер политики пострадавших стран.

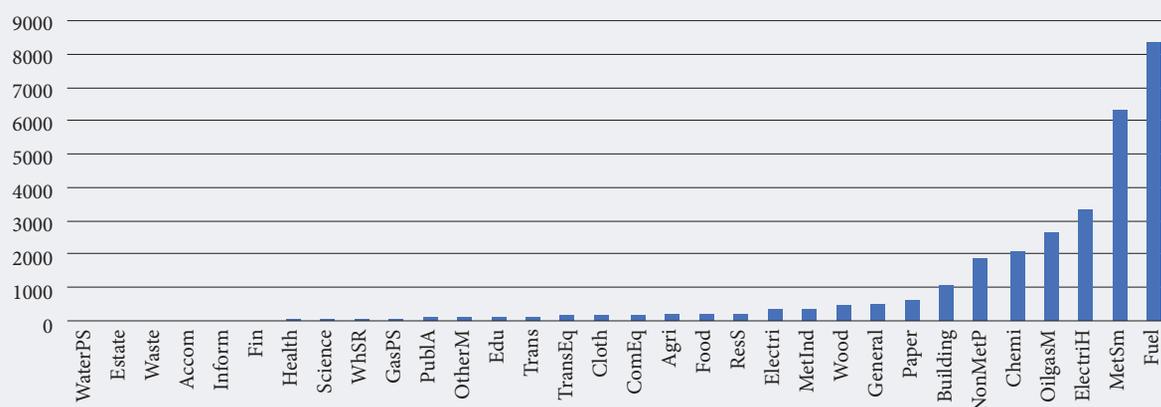
Рис. 12. Структура импорта из Китая в Россию (млн долл.)



Примечание: расшифровку аббревиатур секторов экономики см. в табл. 2.

Источник: [NBS, 2020].

Рис. 13. Структура экспорта из России в Китай (млн долл.)



Примечание: расшифровку аббревиатур секторов экономики см. в табл. 2.

Источник: [NBS, 2020].

Заключение

Экономика Китая серьезно пострадала от вспышки COVID-19 [Redding et al., 2019; Wen et al., 2020]. В статье проанализированы посткоронавирусные перспективы для 31 провинции и 42 секторов экономики Китая с учетом данных по COVID-19 за зиму 2020 г.

Анализ по методикам «затраты–выпуск» и SARIMA позволил составить четыре сценария, моделирующих производство и сбыт в провинциях Китая, а также китайско-российские финансовые потоки. В результате расчетов финансовых и миграционных потоков между китайскими регионами получена модель, показывающая, как заболеваемость и летальность от COVID-19 влияют на темпы выбросов углекислого газа, накопления опасных отходов и рейтинг энергоэффективности. Разработаны четыре сценария поведения различных секторов в регионах. Сценарии исходят из предположения, что Хубэй остановит производство на три месяца. Такой подход применен для выявления экономического дисбаланса в провинциях и предотвращения наиболее критической ситуации.

Результаты регрессии OLS показывают, что минимальная взаимосвязь между финансовыми потоками и индексом миграции очень тесная — $1.099147e+06$. Можно сделать вывод, что в Хубэе при блокировании миграционных потоков полностью остановится производство. Очевидно, что при распространении любого вируса из определенной провинции в первую очередь пострадают тесно связанные с источником заражения регионы. Для оценки влияния заболеваемости и летальности от COVID-19 на развитие китайских регионов протестированы 23 фактора. Полученная модель свидетельствует о сильном влиянии пандемии на выбросы углекислого газа, накопление опасных отходов и уровень рейтинга энергоэффективности. Рассмотрены четыре сценария производства и поставок в провинциях в посткоронавирусный период.

Наша основная рекомендация заключается в том, что проводить сегрегацию потребителей нецелесообразно. Следует распределить время от потерь максимально рав-

номерно. Это позволит минимизировать урон экономике Китая и ускорить ее восстановление. Если оказывать лишь точечную поддержку отдельным провинциям (сценарии 2–4), экономический спад будет более значительным, как и ущерб от сокращения производства.

В прежние годы финансовые потоки между Китаем и Россией увеличивались, планировался их дальнейший рост. Однако в посткоронавирусный период уровень торговли между двумя странами трудно спрогнозировать. Ситуация может развиваться непредсказуемо. Кроме того, в настоящее время для китайской экономики представляет реальную проблему предотвращение обратного «импорта» коронавирусной инфекции из-за рубежа, поскольку в США и Европе заболеваемость, включая летальные исходы, выше, чем в Китае. Из-за снижения цен на нефть и другие ресурсы, возможно, Китай будет скупать некоторые активы в России. Ожидается, что в перспективе отношения между двумя странами будут укрепляться. Вследствие растущей заинтересованности в переходе к «зеленой» экономике будут разработаны способствующие этому технологии цифровизации в рамках проекта «Один пояс — один путь».

Влияние посткоронавирусной ситуации на китайскую и мировую экономики подлежит дальнейшим исследованиям. В целях углубленного изучения макроэкономических тенденций развития Китая и России целесообразно оценить последствия чрезвычайных ситуаций (эпидемий, забастовок, безработицы и т. п.). С учетом этого могла бы быть создана модель нейронной сети, обеспечивающая основу для принятия решений и формирования стратегий устойчивого развития для реагирования на кризисы.

Исследование выполнено при поддержке Фонда фундаментальных исследований для центральных университетов Кумая (Fundamental Research Fund for the Central Universities) в рамках проектов «Sustainable Development of Green Silk Road from a Complex Network Perspective» (проект № 3072020CFJ0901) и «Digitally Driven Green Intelligent Manufacturing and Energy Ecological Governance Research» (проект №3072020CFW0903).

Библиография

- Бочарников В.Н. (2012) К географической проблеме сохранения биоразнообразия и экосистемных услуг российского Дальнего Востока // *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе*. № 1. С. 62–66.
- Бочарников В.Н. (2018a) Геокод цивилизации и «глубинная экология» в эпоху глобализации // *Псковский регионологический журнал*. № 1 (33). С. 71–83.
- Бочарников В.Н. (2018b) Концепт Ойкумены и визуализация познания в современном дискурсе географии // *Гуманитарный вектор*. Т. 11. № 1. С. 132–141. DOI: 10.21209/1996-7853-2018-13-2-132-141.
- Интерфакс (2010) Методика оценки экологической и энергетической эффективности экономики России. М.: Интерфакс. Режим доступа: <https://interfax-era.ru/metodologiya/kniga>, дата обращения 23.04.2020.
- Allam Z., Jones D.S. (2020) On the Coronavirus (COVID-19) Outbreak and the Smart City Network: Universal Data Sharing Standards Coupled with Artificial Intelligence (AI) to Benefit Urban Health Monitoring and Management // *Healthcare*. Vol. 8. № 1. Art. 46. Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/healthcare8010046>, дата обращения 17.04.2020.
- Bei J. (2018) Study on the 'high-quality development' economics // *China Political Economy*. Vol. 1. № 2. P. 163–180. DOI 10.1108/CPE-10-2018-016.
- Bouoiyour J., Selmi R. (2020) Coronavirus Spreads and Bitcoin's 2020 Rally: Is There a Link? HAL Working Paper hal-02493309. DOI: 10.13140/RG.2.2.16003.86561. Режим доступа: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02493309>, дата обращения 13.04.2020.
- Brahmbhatt M., Dutta A. (2008) *Economic Effects during Outbreaks of Infectious Disease*. Washington, D.C.: World Bank. Режим доступа: <http://siteresources.worldbank.org/DEC/Resources/84797-1154354760266/2807421-1194369100631/4361465-1202937271771/Economic-Effects-during-Outbreaks.pdf>, дата обращения 11.04.2020.
- Cao Y., Carver S., Yang R. (2019) Mapping Wilderness in China: Comparing and Integrating Boolean and WLC Approaches // *Landscape and Urban Planning*. Vol. 192. Art. 103636. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103636>, дата обращения 02.03.2020.
- Chen X. (1990) Input-Occupancy-Output Analysis and Its Application in China // *Dynamics and Conflict in Regional Structural Change: Essays in Honour of Walter Isard*. Vol. 2 / Eds. M. Chatterji, R.E. Kuenne. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer. P. 267–278. DOI: 10.1007/978-1-349-10636-3.
- Chou S.K., Costanza R., Earis P., Hubacek K., Li L.B., Lu Y., Span R., Wang H., Wu J., Wu Y., Yan J.J. (2018) Priority areas at the frontiers of ecology and energy // *Ecosystem Health and Sustainability*. Vol. 4. № 10. P. 243–246. DOI: 10.1080/20964129.2018.1538665.
- CIC Advisor (2020) *Investment Climate in Russia — Current State and Outlook for 2020–2024*. Режим доступа: <http://www.ocn.com.cn/2012/1089eluositouzihuanjing.shtml>, дата обращения 23.04.2020 (in Chinese).
- Cleveland C.J. (1999) Biophysical economics: From physiocracy to ecological economics and industrial ecology // *Bioeconomics and Sustainability: Essays in Honor of Nicholas Georgescu-Roegen* / Eds. J. Gowdy, K. Mayumi. Cheltenham: Edward Elgar. P. 125–154.
- Costanza R., Kubiszewski I., Giovannini E., Lovins L.H., Mcglade J., Pickett K.E., Ragnarsdottir K.V., Roberts D.C., De Vogli R., Wilkinson R. (2015) Time to leave GDP behind // *Nature*. Vol. 505. № 3. P. 283–285.
- CRS (2020) *COVID-19: US-China Economic Considerations*. Washington, D.C.: Congressional Research Service. Режим доступа: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11434>, дата обращения 13.04.2020.
- Daly H.E. (2007) *Ecological Economics and Sustainable Development, Selected Essays of Herman Daly*. Cheltenham (UK), Northampton, MA: Edward Elgar.
- Daly H.E., Farley J. (2004) Ecological economics: Principles and applications // *Ecological Economics*. Vol. 55. № 1. P. 538–541. DOI: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- Duan H., Wang S., Yang C. (2020) Coronavirus: Limit short-term economic damage // *Nature*. Vol. 578. P. 515. Режим доступа: <https://www.nature.com/articles/d41586-020-00522-6>, дата обращения 07.03.2020.
- Hall C.A.S., Lambert J.G., Balogh S.B. (2014) EROI of different fuels and the implications for society // *Energy Policy*. Vol. 64. P. 141–152. DOI: 10.1016/j.enpol.2013.05.049.
- Lambert J.G., Hall C.A.S., Balogh S., Gupta A., Arnold M. (2014) Energy, EROI and quality of life // *Energy Policy*. Vol. 64. P. 153–167. DOI: 10.1016/j.enpol.2013.07.001.
- Lanjian C., Wei Z. (2016) China energy resources oriented OBOR: Research on OBOR growth strategy of China // *Basic Research Journal of Social and Political Science*. Vol. 4. № 1. P. 1–14. Режим доступа: <https://www.basicresearchjournals.org/social%20political%20science/pdf/Lanjian%20and%20Wei.pdf>, дата обращения 12.03.2020.
- Leontief W. (2008) *Input-output analysis*. Heidelberg, New York, Dordrecht, London: Springer.
- Lippi G., Plebani M. (2020) The novel coronavirus (2019-nCoV) outbreak: Think the unthinkable and be prepared to face the challenge // *Diagnosis*. Vol. 7. № 1. P. 8–10. DOI: 10.1515/dx-2020-0015. Режим доступа: <https://www.degruyter.com/view/journals/dx/ahead-of-print/article-10.1515-dx-2020-0015/article-10.1515-dx-2020-0015.xml>, дата обращения 23.02.2020.
- Liu W., Dunford M., Gao B. (2018) A discursive construction of the Belt and Road Initiative: From neo-liberal to inclusive globalization // *Journal of Geographical Sciences*. Vol. 28. № 9. P. 1199–1214. DOI: 10.1007/s11442-018-1520-y.
- Ma L., Liu P., Fu F., Li Z., Ni W. (2011) Integrated energy strategy for the sustainable development of China // *Energy*. Vol. 36. № 2. P. 1143–1154. DOI: 10.1016/j.energy.2010.11.035.
- Malle S. (2017) Russia and China in the 21st century. Moving towards cooperative behaviour // *Journal of Eurasian Studies*. Vol. 8. № 2. P. 136–150. DOI: 10.1016/j.euras.2017.02.003.
- McCloskey B., Heymann D.L. (2020) SARS to novel coronavirus — Old lessons and new lessons // *Epidemiology and Infection*. Vol. 148. Art. e22. DOI: 10.1017/S0950268820000254. Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7026896/>, дата обращения 16.04.2020.

- NBS (2020) China Statistical Yearbook, 2019. Beijing: National Bureaus of Statistics. Режим доступа: <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2019/indexch.htm>, дата обращения 23.04.2020 (in Chinese).
- Oliveira C., Antunes C.H. (2011) A multi-objective multi-sectoral economy-energy-environment model: Application to Portugal // *Energy*. Vol. 36. № 5. P. 2856–2866. DOI: 10.1016/j.energy.2011.02.028.
- Pan W., Wu P., Hu C., Tu H. (2019) Assessing the green economy in China: An improved framework // *Journal of Cleaner Production*. Vol. 209. P. 680–691. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.10.267.
- Redding D.W., Atkinson P.M., Cunningham A.A., Lo Iacono G., Moses L.M., James L., Wood N., Jones K.E. (2019) Impacts of environmental and socio-economic factors on emergence and epidemic potential of Ebola in Africa // *Nature Communications*. Vol. 10. № 1. Art. 4531. DOI: 10.1038/s41467-019-12499-6. Режим доступа <https://www.nature.com/articles/s41467-019-12499-6>, дата обращения 10.04.2020.
- Sarker M.O.F. (2014) Python Network Programming. Birmingham (UK): Packt Publishing. Режим доступа: <http://it-ebooks.info/book/3515>, дата обращения 14.01.2020.
- Scellato S. (2013) NetworkX: Network Analysis with Python Today's Outline. Режим доступа: <https://www.cl.cam.ac.uk/~cm542/teaching/2011/stna-pdfs/stna-lecture11.pdf>, дата обращения 17.03.2020.
- Siu A. (2004) The Economic Impact of SARS: The Case of Hong Kong // *At the Epicentre: Hong Kong and the SARS Outbreak 2004* / Ed. C. Loh. Hong Kong: Hong Kong University Press. P. 179–193.
- Smith K.M., Machalaba C.C., Seifman R., Feferholtz Y., Karesh W.B. (2019) Infectious disease and economics: The case for considering multi-sectoral impacts // *One Health*. Art. 100080. DOI: 10.1016/j.onehlt.2018.100080. Режим доступа: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6330263/>, дата обращения 04.03.2020.
- Steblyanskaya A., Wang Z. (2019) Are Sustainable Growth Indicators in Gas Market Companies Comparable? The Evidence from China and Russia // *Journal of Corporate Finance Research*. Vol. 13. № 1. P. 76–92. Режим доступа: <https://doi.org/10.17323/j.jcfr.2073-0438.13.1.2019.76-92>, дата обращения 02.03.2020.
- Suarez F., Nuno P., Granda G., Garcia F.D. (2015) Computer networks performance modeling and simulation // *Modeling and Simulation of Computer Networks and Systems — Methodologies and Applications* / Eds. M.S. Obaidat, P. Nicopolitidis, F. Zarai. Amsterdam: Elsevier — Morgan Kaufmann. P. 187–223. DOI: 10.1016/B978-0-12-800887-4.00007-9.
- Svetlicinii A. (2018) China's Belt and Road Initiative and the Eurasian Economic Union: Integrating the Integrations // *Public Administration Issues*. № 5. P. 7–20. DOI: 10.17323/1999-5431-2018-0-5-7-20.
- Ward J.D., Sutton P.C., Werner A.D., Costanza R., Mohr S.H., Simmons C.T. (2016) Is Decoupling GDP Growth from Environmental Impact Possible? // *PLoS One*. Vol. 11. № 10. Art. e0164733. Режим доступа: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164733>, дата обращения 09.02.2020.
- Weidong L. (2019) Joint Construction of Green Silk Roads: Social, Economic and Environmental Context. Beijing: The Commercial Press.
- Wen J., Aston J., Liu X., Ying T. (2020) Effects of misleading media coverage on public health crisis: A case of the 2019 novel coronavirus outbreak in China // *Anatolia*. Vol. 31. DOI: 10.1080/13032917.2020.1730621. Режим доступа: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13032917.2020.1730621>, дата обращения 07.04.2020.
- WHO (2020) Preparing for large-scale community transmission of 2019-nCoV. Guidance for countries and areas in the WHO Western Pacific Region. Geneva: World Health Organization.
- Wong L., Wu Q., Chen X., Chen Z., Alias H., Shen M., Hu J., Duan S., Zhang J., Han L. (2020) The role of institutional trust in preventive and treatment-seeking behaviours during the 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) outbreak among residents in Hubei, China. Режим доступа: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.02.15.20023333v1>, дата обращения 03.04.2020.
- WTO (2020) Trade set to plunge as COVID-19 pandemic upends global economy. Press release. Geneva: World Trade Organization. Режим доступа: https://www.wto.org/english/news_e/pr855_e.htm, дата обращения 13.04.2020.
- Yan J., Feng L., Denisov A., Steblyanskaya A., Oosterom J.P. (2020) Correction: Complexity theory for the modern Chinese economy from an information entropy perspective: Modeling of economic efficiency and growth potential // *PloS One*. Vol. 15. № 3. Art. e0230165. DOI: 10.1371/journal.pone.0230165.