

УДК 330.332

**ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ
РАЗВИТИЯ ТОВАРОПОТОКОВ МЕЖДУ КИТАЕМ И РОССИЕЙ**

*Чжан Тиншо, аспирант,
Казанский (Приволжский) федеральный университет,
г. Казань, Россия*

*Сафиуллин Л.Н., доктор экономических наук, профессор кафедры
финансовых рынков и финансовых институтов, Казанский
(Приволжский) федеральный университет,
г. Казань, Россия*

Аннотация. В 2022 году товарооборот между Россией и Китаем составил \$190,3 млрд. с потенциалом развития до \$200 млрд. в 2024 году. Посредством использования корреляционно-регрессионного анализа были выявлены факторы, оказывающие влияние на развитие и увеличение объемов международной торговли в эконометрических моделях: Россия – Китай и Китай – Россия. В ходе реализации эконометрических моделей выявлено, что наибольшее влияние на объемы товаропотоков между странами оказывают такие показатели, как объемы ВВП Китая и России, а также значение индекса продовольственных цен продовольственной и сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций (ФАО). После составления и анализа моделей был осуществлен прогноз товаропотоков между странами на период 2023–2024 годов, который показал оптимистичный сценарий развития торговых отношений между странами. Полученные математические модели позволяют прогнозировать объемы товаропотоков между Китаем и Россией, основываясь на данных ВВП и значении международного индекса ФАО в исследуемом году.

Ключевые слова: Китай, Россия, товаропоток, эконометрические модели, развитие товаропотоков, российско-китайское сотрудничество.

APPLICATION OF STATISTICAL METHODS TO ASSESS THE DEVELOPMENT OF TRADE FLOWS BETWEEN CHINA AND RUSSIA

*Zhang Tingsho, PhD student,
Kazan (Volga Region) Federal University,
Kazan, Russia*

*Safiullin L.N., Doctor of Economics, Professor of the Department of Financial Markets and Financial Institutions, Kazan (Volga Region) Federal University,
Kazan, Russia*

Abstract. In 2022, the trade turnover between Russia and China amounted to \$190.3 billion. with a development potential of up to \$200 billion in 2024. Through the use of correlation and regression analysis, the factors influencing the development and increase in the volume of international trade in econometric models were identified: Russia – China and China – Russia. During the implementation of econometric models, it was revealed that such indicators as the GDP of China and Russia, as well as the value of the food price index of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) have the greatest impact on the volume of commodity flows between countries. After compiling and analyzing the models, a forecast of commodity flows between the countries for the period 2023-2024 was carried out, which showed an optimistic scenario for the development of trade relations between the countries. The obtained mathematical models make it possible to predict the volume of commodity flows between China and Russia, based on GDP data and the value of the FAO international index in the year under study.

Keywords: China, Russia, commodity flow, econometric models, development of commodity flows, Russian-Chinese cooperation.

JEL classification: F17, G12, F23.

Для цитирования: Чжан Тиншо, Сафиуллин Л.Н. Применение статистических методов для оценки развития товаропотоков между Китаем и Россией // *Прогрессивная экономика*. 2023. № 1. С. 75–98.

Введение

В условиях санкционного воздействия стран Запада огромную актуальность приобретает торговое взаимодействие со странами Тихоокеанского региона, включая одного из его главных участников – Китая.

В 2013 году Китай запланировал создание «Нового шелкового пути» под лозунгом «Один пояс – один путь», подразумевающий сотрудничество с более чем 150 странами, включая Россию. В ходе сближения экономик в 2016 году страны планируют создание экономического коридора Китай – Монголия – Россия; в июне 2019 года подписывается «Совместное заявление о развитии отношений всеобъемлющего партнерства и стратегического взаимодействия, вступающих в новую эпоху», а в декабре 2019 года компания ПАО «Газпром» вводит в эксплуатацию магистральный газопровод «Сила Сибири» для поставок газа в страны Азиатско-Тихоокеанского региона и планирует создание газопровода «Сила Сибири – 2» с мощностью до 50 млрд м³ в год [21].

Уже в 2022 году товарооборот между странами составляет \$190,3 млрд. с потенциалом развития, по словам глав государств [5], до \$200 млрд. в 2024 году.

Актуальность исследования обуславливается тем, что взаимное торговое взаимодействие России и Китая представляет перспективы экономического развития для обеих стран и стимулирование взаимной торговли, при этом на сегодняшний день отсутствуют исследования в контексте экономико-математического обоснования и потенциальных значений соответствующих показателей по каждой из стран. В связи с этим

актуальной проблемой выступает выявление факторов, влияющих на товаропотоки России и Китая, их прогнозируемых значениях.

Обзор литературы

Вопросами российско-китайского сотрудничества занимались различные отечественные и китайские исследователи, в числе которых можно выделить работы И. Тиань [10], А.Г. Херреро и С. Цзяньвэй [19], П.В. Осодоева [9], В. Хайянь [14], А.А. Акаева, О.И. Давыдовой, А.С. Малкова [2], Б.В. Базарова [3], В.Б. С.Г. Лузянина и А.В. Афонасьевой [6], С. Бу, С. Донг, Ф. Ли, И. Ли [18], а также Г. Чанцзюнь и В.П. Колесова [16].

Так, китайский исследователь И. Тиань характеризует развитие российско-китайских торговых отношений как стабильное и предполагает, что перспективы сотрудничества между странами преимущественно зависят от создания общей зоны свободной торговли и таможенного регулирования [10]. Схожая идея прослеживается в трудах А.Г. Херреро, С. Цзяньвэй, где авторы указывают на двустороннее снижение пошлин для стимуляции торговли [19].

Помимо мер таможенного регулирования, некоторые авторы, например, П.В. Осодоев [9] и В. Хайянь [14] видят перспективы развития торговли в создании экономического коридора Китай – Монголия – Россия, обуславливающий активное внешнеэкономическое и инвестиционное взаимодействие стран-участниц, увеличение их товарооборота, а также стимулирование экономик регионов, прилегающих к трассам маршрута, и образование наиболее перспективной трансевразийской энергетической артерии.

Исследователи А.А. Акаев, О.И. Давыдова, А.С. Малков, С.Г. Шульгин [2], Б.В. Базаров, [3], С.Г. Лузянин, А.В. Афонасьева [6] видят драйвер торговли между Россией и Китаем в создании и запуске проекта «Один пояс – один путь», который изменит трансевразийские транспортные потоки, стимулируя российско-китайскую международную торговлю, и вместе с созданием новых рабочих мест увеличит валовый региональный продукт. Помимо этого, запуск торгового маршрута произведет геополитический сдвиг

в сторону восточных экономик [4; 5], а также потенциальное создание единого экономического пространства [8], что подразумевает перспективы экономического развития для России как торгового партнера.

Исследователи С. Бу, С. Донг, Ф. Ли, И. Ли также отмечают положительный результат проекта «Один пояс – один путь» и предсказывают увеличение объемов торговли сельскохозяйственной продукцией в направлении Китай – Россия до \$285,1 млрд. к 2050 году [18].

В то же время, рассматривая торговлю высокотехнологичной продукцией между Россией и Китаем, Г. Чанцзюнь и В.П. Колесов предполагают, что несмотря на высокий потенциал, для сохранения и наращивания объемов торговли странам все же необходимо укрепить партнерство в области инновационных разработок в связи с наложением международных санкций на Россию [16].

Таким образом, в общем научном дискурсе, описывающим торговые отношения Китая и России, подчеркиваются потенциал развития региональных экономик на территории Российской Федерации и углубление российско-китайских экономических связей с последующей стимулирующей взаимной торговли, а также выделяется важность интеллектуального и научного сотрудничества, таможенного регулирования, создания торгового коридора Китай – Монголия – Россия и совместного проекта «Один пояс – один путь». Однако отсутствуют исследования, конкретизирующие факторы развития взаимного товаропотока между Китаем и Россией, подтвержденные экономико-математическими моделями.

Материалы и методы исследования

В качестве методов исследования для написания статьи были использованы такие, как индукция, дедукция, анализ, синтез, обобщение, формализация, корреляционно-регрессионный анализ, прогнозирование.

Материалами исследования выступают данные за 2014-2022 гг. Автостат [1], Всемирного банка [4], Национального статистического бюро КНР [8], Продовольственной и сельскохозяйственной Организации

Объединенных Наций [11], Федеральной службы государственной статистики [12], Федеральной таможенной службы [13], Центрального банка Российской Федерации [15], British Petroleum [17], Investing.com [20], Trading Economics [22].

Для построения корреляционно-регрессионной модели были выбраны следующие факторы:

- ВВП Российской Федерации и Китая. Данная выборка была рассмотрена для оценки размера экономик обеих стран;

- Объемы добычи нефти в Российской Федерации и средневзвешенная цена нефти марки Urals. Предположительно совокупность этих параметров могла бы охарактеризовать потенциал экспорта нефтяной продукции из России в Китай, входящей в пятерку наиболее экспортируемых в Китай товаров с 2000 года;

- Средневзвешенный курс рубль по отношению к юаню. Выборка способна охарактеризовать соотношение экономико-политической ситуации в обоих государствах и, как следствие, продемонстрировать возможности взаимной торговли;

- Численность занятого населения в Российской Федерации и Китае. Данные параметры отражают уровень развития экономик обоих государств, а также промышленности и сельского хозяйства, в частности;

- Объем инвестиций в основной капитал в Российской Федерации и Китае. Эти выборки характеризуют динамику инвестиционной деятельности в обоих государствах;

- Средневзвешенная ставка фрахта по индексу Baltic Dry (BDI). Индекс проанализирован с целью описания средней стоимости фрахта, а следовательно, стоимости доставки товаров в Россию и Китай;

- Средневзвешенная спотовая цена меди по фьючерсу HG. Средняя цена меди была рассмотрена для потенциального моделирования товаропотока меди, а также всей категории цветных металлов в импорте и экспорте России и Китая;

– Средневзвешенная спотовая цена пиломатериалов по фьючерсу LBc1. Индекс характеризует динамику стоимости пиломатериалов, входящих в пятерку наиболее экспортируемых в Китай товаров с 2000 года [13];

– Значение индекса продовольственных цен продовольственной и сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций (ФАО). Индекс ФАО описывает динамику цен на продовольственные товары, входящих в пятерку наиболее импортируемых в Россию товаров с 1996 года и наиболее экспортируемых в Китай – с 2017 года;

– Средние спотовые цены на полимеры (полипропилен, полиэтилен низкой плотности и поливинилхлорид) по фьючерсам DCCPc1, DLLc1 и DPVc1 соответственно. Предположительно данный параметр позволил бы отследить динамику объемов экспорта полимеров, изделия из которых входят в пятерку наиболее импортируемых в Россию товаров с 2000 года;

– Индекс цен на непродовольственные товары из расчета на декабрь каждого года в Российской Федерации. Индекс цен на непродовольственные товары указывает на уровень их цен в России и, как следствие, потенциальный объем импорта непродовольственных товаров;

– Процент автомобилей отечественных марок в Российской Федерации. Показатель отслеживает состав парка легковых автомобилей в Российской Федерации и потенциально указывает на объем импорта автомобилей из Китая, входящих в пятерку наиболее импортируемых в Россию товаров с 2008 года.

Исходные данные для эконометрических моделей представлены в табл.

1.

Таблица 1

Исходные данные для построения экономико-математических моделей за 2014-2022 гг.

| Показатели | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Товаропоток Россия – Китай, млрд. \$ | 37,5 | 28,6 | 28,0 | 38,9 | 56,0 | 57,3 | 49,1 | 68,0 | 114,2 |

| | | | | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Товаропоток Китай – Россия, млрд. \$ | 50,9 | 35,0 | 38,1 | 48,0 | 52,2 | 54,1 | 54,9 | 72,7 | 76,1 |
| ВВП России, трлн. \$ | 2,1 | 1,4 | 1,3 | 1,6 | 1,7 | 1,7 | 1,5 | 1,8 | 2,1 |
| ВВП Китая, трлн. \$ | 10,5 | 11,1 | 11,2 | 12,3 | 13,9 | 14,3 | 14,7 | 17,7 | 17,9 |
| Добыча нефти в России, млн. т | 526 | 534 | 548 | 546 | 556 | 561 | 513 | 524 | 535 |
| Средний курс рубля по отношению к юаню, руб. | 6,2 | 9,7 | 10,1 | 8,6 | 9,5 | 9,4 | 10,5 | 11,4 | 10,3 |
| Численность занятого населения в России, тыс. чел. | 71539,0 | 72324,0 | 72393,0 | 72316,0 | 72532,0 | 71933,0 | 70601,0 | 71719,0 | 71962,0 |
| Объем инвестиций в основной капитал в России, млрд. \$ | 362,0 | 227,8 | 220,1 | 274,4 | 283,6 | 298,7 | 282,5 | 315,3 | 309,0 |
| Средний курс нефти марки Urals, \$ | 80,6 | 70,0 | 40,4 | 65,2 | 69,8 | 54,3 | 43,0 | 51,3 | 95,9 |
| Средняя ставка фрахта по BDI, \$ | 1312,4 | 1502,9 | 1424,4 | 1527,7 | 1295,9 | 1382,8 | 1334,4 | 2030,4 | 1392,7 |
| Средняя спотовая цена меди, \$ | 3,95 | 4,26 | 2,81 | 2,74 | 2,91 | 2,87 | 2,24 | 2,48 | 3,07 |
| Средняя спотовая цена пиломатериалов, \$ | 731,6 | 882,0 | 513,9 | 372,0 | 462,1 | 385,0 | 299,8 | 267,8 | 336,8 |
| Значение индекса продовольствия ФАО, пункт | 115,0 | 93,0 | 91,9 | 98,0 | 95,9 | 95,1 | 98,1 | 125,7 | 143,7 |
| Переменная временного тренда, пункт | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Численность занятого населения в Китае, млн. чел. | 763,5 | 763,2 | 762,5 | 760,6 | 757,8 | 754,5 | 750,6 | 746,5 | 745,0 |
| Объем инвестиций в основной капитал в Китае, трлн. \$ | 5,2 | 8,9 | 8,6 | 9,0 | 9,4 | 8,0 | 7,5 | 8,4 | 8,5 |
| Средние спотовые цены на полимеры, \$ | 8103,4 | 8787,0 | 7042,3 | 7695,9 | 8640,7 | 8147,7 | 7514,5 | 7595,7 | 9374,2 |
| Индекс цен на непродовольственные товары, пункт | 115,0 | 93,0 | 91,9 | 98,0 | 95,9 | 95,1 | 98,1 | 125,7 | 143,7 |
| Процент владения автопромом в России, % | 50,0 | 45,0 | 43,0 | 41,0 | 40,0 | 38,0 | 37,6 | 35,7 | 34,7 |

Источник: составлено авторами по данным [1; 7; 8; 11; 12; 13; 20; 21; 22]

В качестве зависимой переменной (Y_i) были выбраны показатели экспорта в направлении Россия – Китай и импорта в направлении Китай – Россия за период 2014–2022 гг.

Для разработки модели товаропотока Россия – Китай (Y_i) были выбраны следующие факторы:

- X_1 – ВВП России;
- X_2 – ВВП Китая;
- X_3 – Добыча нефти в России;
- X_4 – Средний курс рубля по отношению к юаню;

- X_5 – Численность занятого населения в России;
- X_6 – Объем инвестиций в основной капитал в России;
- X_7 – Средний курс нефти марки Urals;
- X_8 – Средняя ставка фрахта по BDI;
- X_9 – Средняя спотовая цена меди;
- X_{10} – Средняя спотовая цена пиломатериалов;
- X_{11} – Значение индекса продовольствия ФАО;
- X_{12} – Переменная временного тренда. Необходима для избавления

от автокорреляции остатков и принимает значение порядкового номера года $i \in [1;9]$.

Для разработки модели товаропотока Китай – Россия (Y_i) были выбраны следующие переменные:

- X_1 – ВВП России;
- X_2 – ВВП Китая;
- X_3 – Средний курс рубль/юань;
- X_4 – Значение индекса продовольствия ФАО;
- X_5 – Средняя спотовая цена меди;
- X_6 – Средняя ставка фрахта по BDI;
- X_7 – Численность занятого населения в Китае;
- X_8 – Объем инвестиций в основной капитал в Китае;
- X_9 – Средние спотовые цены на полимеры;
- X_{10} – Индекс цен на непродовольственные товары на декабрь

каждого года;

- X_{11} – Процент владения отечественными автомобилями в России.

Все расчеты были выполнены в программном пакете Gretl.

Результаты и обсуждение

После составления корреляционной матрицы для товаропотока Россия – Китай были исключены переменные: добыча нефти в России (X_3), средний курс рубля по отношению к юаню (X_4), численность занятого населения в России (X_5), средняя ставка фрахта по BDI (X_8) и средняя спотовая цена меди

(X_9) с модулем показателя корреляции $|r| < 0,5$; ВВП Китая (X_2), объем инвестиций в основной капитал в России (X_6), значение индекса продовольствия ФАО (X_{11}) во избежание мультиколлинеарности, поскольку показатель коэффициента инфляции дисперсии $VIF > 4$, а также переменная средний курс нефти марки Urals (X_7) как статистически незначимая на 1%-ом уровне.

Корреляционная матрица взаимосвязи показателей для товаропотока Россия – Китай представлена на рис. 1.

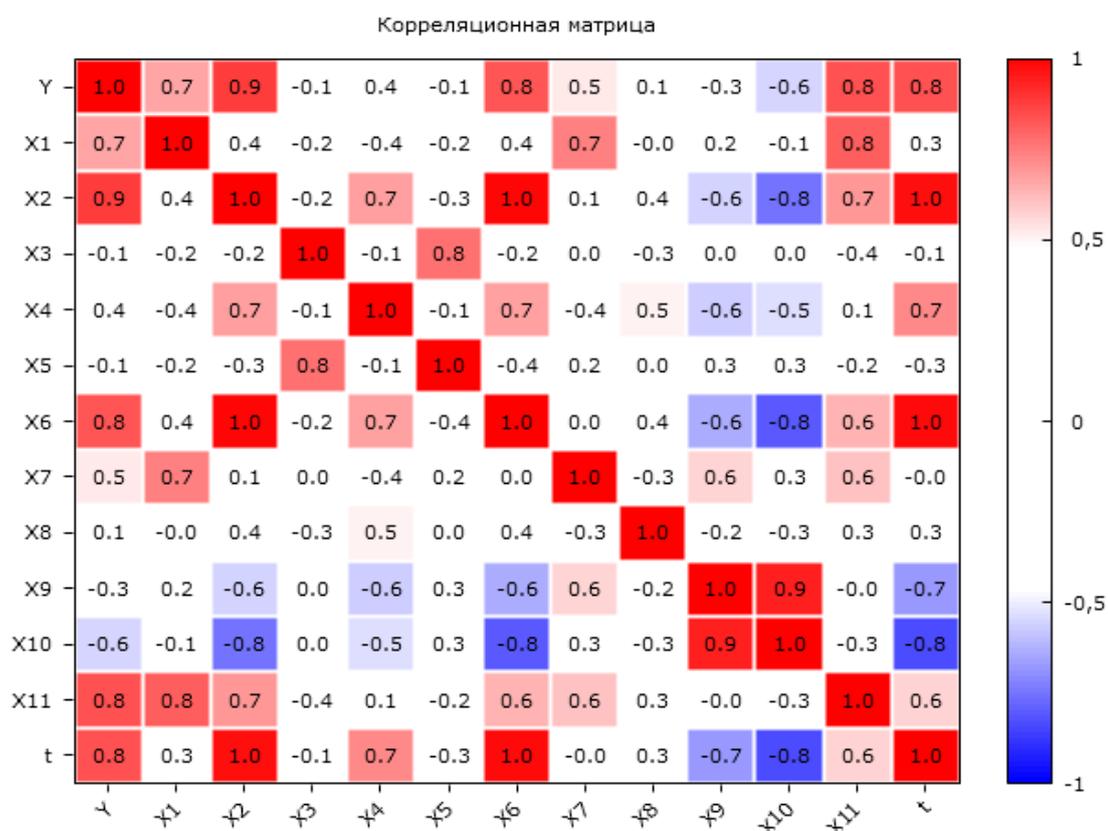


Рис. 1. Корреляционная матрица для товаропотока Россия – Китай

Источник: составлено авторами

Результаты демонстрируют, что наиболее влиятельными факторами, оказывающими влияние на товаропотоки Россия – Китай, оказались переменные: ВВП России (X_1), ВВП Китая (X_2), объем инвестиций в основной капитал в России (X_6), средний курс нефти марки Urals (X_7) средняя спотовая цена пиломатериалов (X_{10}), значение индекса продовольствия ФАО (X_{11}). Переменные X_1 и X_2 ($r = 0,7$ и $r = 0,9$ соответственно) прямым образом

вливают на объемы товаропотока Россия – Китай, описывая экономический потенциал стран для производства и закупки продукции. Переменная X_6 также детерминирует величину Y_i ($r = 0,8$), указывая на инвестиции в производство в Российской Федерации, потенциально предопределяя предложение товаров для международной торговли. В то же время переменные X_7 и X_{11} ($r = 0,5$ и $r = 0,8$ соответственно) влияют на величину товаропотока и описывают цену экспортируемой продукции: переменная X_7 определяет цену на национальную валюту и всю произведенную в России продукцию, как следствие, а переменная X_{11} – цену на продовольственную продукцию.

Можно заметить, что переменная X_{10} обладает отрицательной корреляцией с объемами экспорта российской продукции ($r = -0,6$). Вероятно, это связано с тем, что показатель описывает процесс, в ходе которого цены на пиломатериалы снижаются, стимулируя спрос китайских компаний на российское сырье и, как итог, повышая объемы поставок по товаропотоку Россия – Китай.

В общем виде уравнение объема экспорта товаров из России в Китай выглядит как:

$$\ln(Y_i) = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 \ln(X_2) + \alpha_3 X_{12} + \varepsilon_i, \quad (1)$$

где Y_i – объем экспорта из России в Китай в году i ;

X_1 – ВВП России в год i ;

X_2 – ВВП Китая в год i ;

X_{12} – переменная временного тренда, равная порядковому номеру года i ;

$\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – коэффициенты при соответствующих переменных;

ε_i – случайное возмущение в год i .

Для оценки качества построенной модели были проведены тесты Уайта, Бройша – Годфри, тест на нормальное распределение остатков, RESET-тест Рамсея, а также определен процент значимости для каждой переменной.

Таким образом, итоговая модель натурального логарифма объема экспорта товаров из России в Китай в году i описывается как:

$$\ln(Y_i) = 0,670161 \cdot X_1 + 0,94463 \cdot \ln(X_2) + 0,0573716 \cdot X_{12} + \varepsilon_i, \quad (2)$$

Отсюда модель объема экспорта товаров из России в Китай Y_i описывается как:

$$Y_i = EXP[0,670161 \cdot X_1 + 0,94463 \cdot \ln(X_2) + 0,0573716 \cdot X_{12} + \varepsilon_i], \quad (3)$$

Результатные показатели регрессионной модели представлены в табл.

2.

Таблица 2

Статистические показатели модели

| Показатели | Значение |
|--|----------|
| Коэффициент детерминации R^2 | 0,999587 |
| Скорректированный коэффициент детерминации R^2 | 0,964516 |
| F-значение (F) | 1,54E-10 |
| Стат. Дарбина-Уотсона | 1,991275 |

У параметров описанной модели существует следующая экономическая интерпретация: увеличение ВВП России на 1 млрд. приводит к росту натурального логарифма объемов экспорта из России в Китай ($\ln(Y_i)$) в среднем на 0,670161; увеличение ВВП Китая на 1 млрд. приводит к росту натурального логарифма объемов экспорта из России в Китай ($\ln(Y_i)$) приблизительно на $\frac{\partial(\ln(Y_i))}{\partial X_2} = \frac{0,94463}{X_2}$; увеличение значения переменной временного тренда (X_{12}) на 1 пункт приводит к росту натурального логарифма объемов экспорта из России в Китай ($\ln(Y_i)$) в среднем на 0,0573716.

Так, для увеличения объема товаропотока Россия – Китай обоим государствам стоит обратить внимание на объемы своих ВВП, поскольку

именно эти факторы оказывают наибольшее влияние на изменение значения Y_i . Анализируя коэффициент детерминации модели, можно сделать вывод, что изменения объемов товаропотока Россия – Китай на 96,5% объясняются изменением исследуемых переменных. Приведенные статистические данные говорят о высоком качестве построения модели, а также о возможности ее применения для расчета объемов экспорта товаров из России в Китай.

После составления корреляционной матрицы для товаропотоков Китай – Россия были исключены переменные: средний курс рубль/юань (X_3), средняя спотовая цена меди (X_5), средняя ставка фрахта по BDI (X_6), объем инвестиций в основной капитал в Китае (X_8), средние спотовые цены на полимеры (X_9), индекс цен на непродовольственные товары на декабрь каждого года (X_{10}) с модулем показателя корреляции $|r| < 0,5$, а также переменные ВВП России (X_1), численность занятого населения в Китае (X_7), процент владения отечественными автомобилями в России (X_{11}) во избежание мультиколлинеарности, поскольку показатель коэффициента инфляции дисперсии $VIF > 4$. Корреляционная матрица взаимосвязи показателей для товаропотока Китай – Россия представлена на рис. 2.

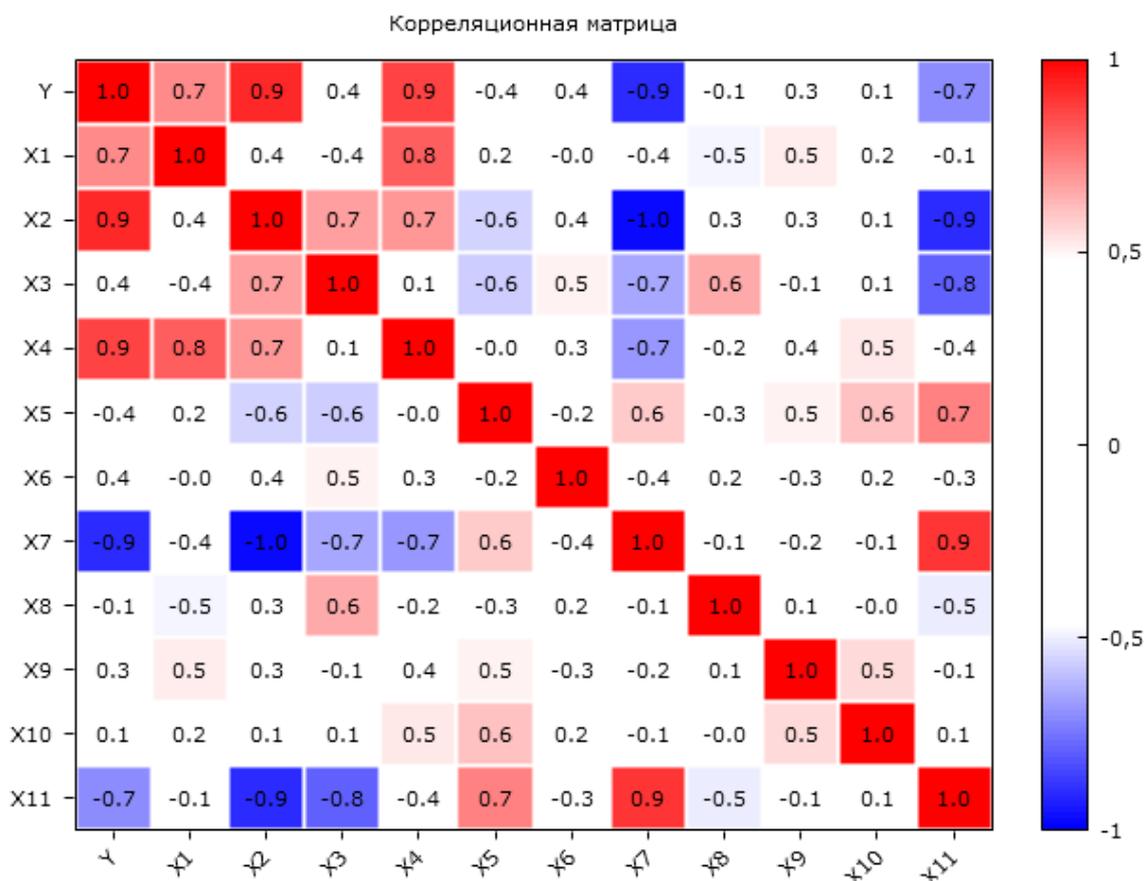


Рис. 2. Корреляционная матрица для товаропотока Китай – Россия
Источник: составлено авторами

Оценка корреляционной матрицы позволяет сделать выводы, что наиболее важными факторами, определяющими показатель Y_i , оказались переменные: ВВП России (X_1), ВВП Китая (X_2), значение индекса продовольствия ФАО (X_4), численность занятого населения в Китае (X_7) и процент владения отечественными автомобилями в России (X_{11}). Как и в модели товаропотока Россия – Китай, переменные X_1 и X_2 ($r = 0,7$ и $r = 0,9$ соответственно) прямо пропорционально влияют на объемы товаропотока Китай – Россия, демонстрируя экономический потенциал стран для производства и импорта продукции. Переменная X_4 ($r = 0,9$) также оказывает влияние на величину импорта из Китая в Россию, определяя цены на продовольственную продукцию.

Сильная обратная корреляция переменной X_7 ($r = -0,9$) со значением Y_i предположительно связана с необходимостью затрат китайских производителей

на найм и содержание рабочей силы. Следовательно, если количество занятого населения уменьшается, у компаний появляются средства для стимулирования предложения для международной торговли. При росте количества занятого населения возникает обратный эффект: производители нанимают дополнительную рабочую силу, теряя деньги для инвестиций в оборотный капитал.

В то же время переменная X_{11} ($r = -0,7$) также обладает обратной корреляцией с объемом товаропотока Китай – Россия в силу поведения потребителей на российском рынке: при сокращении покупок автомобилей отечественных производителей население приобретает импортный, в частности, из Китая легковой транспорт, что приводит к увеличению объемов торговли между Россией и Китаем в целом.

В общем виде уравнение объема импорта товаров из Китая в Россию выглядит как:

$$\ln(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 X_2 + \beta_2 \ln(X_4) + \varepsilon_i, \quad (4)$$

где Y_i – объем импорта из Китая в Россию в году i ;

X_2 – ВВП Китая в год i ;

X_4 – значение индекса ФАО в год i ;

$\beta_0, \beta_1, \beta_2$ – коэффициенты при соответствующих переменных;

ε_i – случайное возмущение в год i .

Для оценки качества построенной модели были проведены также тесты Уайта, Бройша – Годфри, тест на нормальное распределение остатков, RESET-тест Рамсея, а также определен процент значимости для каждой переменной.

Таким образом, итоговая модель натурального логарифма объема импорта товаров из Китая в Россию в году i описывается как:

$$\ln(Y_i) = 0,0567399 \cdot X_2 + 0,681624 \cdot \ln(X_4) + \varepsilon_i, \quad (5)$$

Поэтому модель объема импорта товаров из Китай в Россию Y_i описывается как:

$$Y_i = EXP[0,0567399 \cdot X_2 + 0,681624 \cdot \ln(X_4) + \varepsilon_i], \quad (6)$$

Результатные показатели регрессионной модели представлены в табл. 3.

Таблица 3

Статистические показатели модели

| Показатели | Значение |
|--|----------|
| Коэффициент детерминации R^2 | 0,999569 |
| Скорректированный коэффициент детерминации R^2 | 0,883444 |
| Р-значение (F) | 1,67e-12 |
| Стат. Дарбина-Уотсона | 1,654587 |

У параметров данной модели также существует экономическая интерпретация: увеличение ВВП Китая на 1 млрд. приводит к росту натурального логарифма объемов импорта из Китая в Россию ($\ln(Y_i)$) в среднем на 0,0567399; увеличение значения индекса ФАО на 1 пункт приводит к росту натурального логарифма объемов импорта из Китая в Россию ($\ln(Y_i)$) приблизительно на $\frac{\partial(\ln(Y_i))}{\partial X_4} = \frac{0,681624}{X_4}$.

Таким образом, для увеличения объема товаропотока в направлении Китай – Россия государствам стоит обратить внимание на объем ВВП Китая, а также значение индекса ФАО, так как именно эти факторы оказывают наибольшее влияние на изменение значения Y_i

Исходя из коэффициента детерминации данной модели, можно сделать вывод, что изменение объема товаропотока Китай – Россия на 88,3% объясняется изменением исследуемых переменных.

Используя модели для прогнозирования будущих объемов товаропотоков, были последние прогнозы Международного Валютного Фонда (МВФ) для показателей России и Китая, чтобы спрогнозировать значение

индекса ФАО как значение 2022 года с учетом прогноза мировой инфляции, а также значения случайных возмущений в 2023 и 2024 годах $\varepsilon_{2023}, \varepsilon_{2024} = 0$ (табл. 4).

Таблица 4

**Прогноз объемов товаропотоков между Россией и Китаем
в 2023 и 2024 гг.**

| Показатели | 2022 (реальные) | 2023 | 2024 | Значение 2023 г. по сравнению с 2022 г. | Значение 2024 г. по сравнению с 2022 г. |
|--|--------------------|-------|-------|--|--|
| Товаропоток Россия – Китай, млрд. \$ | 114,2 | 119,2 | 135,6 | 104,4% | 118,7% |
| Товаропоток Китай – Россия, млрд. \$ | 76,1 | 89,9 | 97,0 | 118,1% | 127,5% |
| ВВП России, трлн. \$ | 2,1 | 2,1 | 2,2 | – | – |
| ВВП Китая, трлн. \$ | 17,9 | 18,8 | 19,7 | – | – |
| Значение индекса продовольствия ФАО, пункт | 143,7 | 153,2 | 159,8 | – | – |
| Переменная временного тренда, пункт | 9 | 10 | 11 | – | – |

Источник: составлено авторами на основе [7]

Исходя из результатов, представленных в таблице, можно сделать вывод, что товаропотоки Россия – Китай и Китай – Россия ожидает рост до 119,2 и 89,9 млрд. \$ соответственно в 2023 году и до 135,6 и 97 млрд. \$ в 2024 году.

Заключение

Таким образом, экономико-математическое моделирование развития взаимных товаропотоков между Россией и Китаем имеет практическую значимость в силу нескольких аспектов.

Во-первых, моделирование позволило определить набор параметров, наибольшим образом влияющих на развитие товаропотока Россия – Китай, а именно: объем ВВП обеих стран, демонстрирующий уровень их экономического развития, объем инвестиций в основной капитал в России, детерминирующий производственные возможности страны и предопределяющий предложение товаров со стороны России в рамках международной торговли, а также средняя спотовая цена на пиломатериалы и значение индекса продовольствия ФАО за счет демонстрации общего уровня цен на продовольственные продукты.

Во-вторых, моделирование показало, что на объем товаропотока Россия – Китай наибольшим образом влияют: объем ВВП обеих стран, значение индекса продовольствия ФАО, влияние которых на возможности и объемы внешней торговли описаны выше, а также численность занятого населения в Китае, обратно коррелирующее с показателем объема товаропотока Россия – Китай в год i (Y_i) за счет эффекта экономии средств для инвестиций в оборотный капитал, и процент владения отечественными автомобилями в России, при уменьшении которого следует стимулирование продаж импортированного, в том числе из Китая, личного транспорта.

Так, данная информация позволяет четко сформулировать набор основных драйверов объемов товаропотока и определить сектора экономики и макроэкономические показатели, на совершенствование которых необходимо сделать основной упор.

В-третьих, предложенные модели позволяют прогнозировать будущие объемы товаропотоков. Например, согласно осуществленному выше прогнозу, товаропотоки Россия – Китай и Китай – Россия ожидает рост на 4,4% и 18,1% соответственно в 2023 году, а также на 18,7% и 27,5% соответственно в 2024. Тем не менее, реальные данные могут показать не столь большой рост или даже спад в силу введения санкций в сторону России, падения ВВП из-за ухода иностранных, в том числе китайских компаний с российского рынка, другого значения индекса ФАО и прочих непредвиденных факторов.

В перспективах развития товаропотоков между Россией и Китаем, в первую очередь, лежат сохранение и увеличение таких макроэкономических показателей, как уровень ВВП обеих стран. В то же время, для наращивания торговых объемов России и Китаю следует обратить внимание на цены пиломатериалов, поставляемых по товаропотоку Россия – Китай, и продовольственной продукции, поставляемой в обоих направлениях. Также указанным странам следует рассмотреть и оптимизировать такие важные параметры взаимной торговли, как объем инвестиций в основной капитал – для России, и процент владения личным транспортом отечественного производства, а также численность занятого населения – для Китая.

Литература

1. Автостат. Структура и прогноз парка легковых автомобилей в России [Электронный ресурс]. URL: <https://m.autostat.ru/research/product/438/> (дата обращения: 09.01.2023).
2. Акаев А.А., Давыдова О.И., Малков А.С., Шульгин С.Г. Моделирование перспективных торгово-транспортных коридоров в рамках проекта «Один пояс — один путь» // Экономика региона. 2019. № 4. С. 992–993.
3. Базаров Б.В. «Новый шелковый путь»: к постановке Проблемы стратегического взаимодействия России и Китая // Власть. 2017. № 11. С. 11-12 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.jour.fnisc.ru/index.php/vlast/article/view/5472> (дата обращения: 03.01.2023).
4. Всемирный банк. World Bank Open Data [Электронный ресурс]. URL: <https://data.worldbank.org> (дата обращения: 14.01.2023).
5. Коммерсантъ. Путин пригласил Си в Москву весной 2023 года. 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.kommersant.ru/amp/5757190> (дата обращения: 10.01.2023).

6. Лузянин С.Г., Афонасьева А.В. Один пояс, один путь — политические и экономические измерения // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2017. № 40. С. 6–12.
7. Международный Валютный Фонд. World Economic Outlook [Электронный ресурс]. URL: <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2023/01/31/world-economic-outlook-update-january-2023> (дата обращения: 08.01.2023).
8. Национального статистического бюро КНР. Инвестиции в основной капитал [Электронный ресурс]. URL: <http://www.stats.gov.cn/english/> (дата обращения: 06.01.2023).
9. Осодоев П.В. Внешнеэкономические связи регионов экономического коридора Китай — Монголия — Россия // Успехи современного естествознания. 2022. № 1. С. 30–35.
10. Тиань И. Китайско-российское торговое сотрудничество: новый импульс развитию // Россия и Азия. 2019. № 2. С. 27–29.
11. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций. Индекс продовольственных цен ФАО [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fao.org/worldfoodsituation/page-storage/foodpricesindex/ru/> (дата обращения: 06.01.2023).
12. Федеральная служба государственной статистики. Официальная статистика [Электронный ресурс]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705> (дата обращения: 08.01.2023).
13. Федеральная таможенная служба. Таможенная статистика [Электронный ресурс]. URL: <https://customs.gov.ru/statistic> (дата обращения: 09.01.2023).
14. Хайянь В. Стратегическое мышление по строительству экономического коридора Китай-Монголия-Россия // Этносоциум и межнациональная культура. 2018. № 5. С. 104–122.

15. Центральный банк Российской Федерации. Официальные курсы [Электронный ресурс]. URL: https://www.cbr.ru/currency_base/daily/ (дата обращения: 07.01.2023).
16. Чанцзюнь Г., Колесов В.П. Потенциал взаимной торговли Китая и России в области высокотехнологичной продукции обрабатывающей промышленности // *Мировая экономика*. 2022. № 16. С. 96–103.
17. British Petroleum. Statistical Review of World Energy [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> (дата обращения: 08.01.2023).
18. Bu X., Dong S., Li F., Li Y. Agricultural trade pattern and potential in China and Russia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2018. № 190. pp. 7–8.
19. Herrero A.G., Jianwei X. The China-Russia trade relationship and its impact on Europe // *Bruegel*. 2016. № 4. pp. 9–10.
20. Investing.com [Электронный ресурс]. URL: <https://m.investing.com> (дата обращения: 08.01.2023).
21. Neftegaz.Ru. МГП Сила Сибири-1 введен в эксплуатацию на всем протяжении. 2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://neftegaz.ru/news/transport-and-storage/763714-mgp-sila-sibiri-1-vveden-v-ekspluatatsiyu-na-vsem-protyazhenii-gazprom-zapustil-kovyktinskoe-gkm-i-u/#:~:text=%D0%9A%202030%20%D0%B3.,%D0%BC%D0%BB%D1%80%D0%B4%20%D0%BC3%2F%D0%B3%D0%BE%D0%B4> (дата обращения: 09.01.2023).
22. Trading Economics [Электронный ресурс]. URL: <https://tradingeconomics.com> (дата обращения: 12.01.2023).

References

1. Avtostat. Struktura i prognoz parka legkovykh avtomobilej v Rossii [Elektronnyj resurs]. URL: <https://m.autostat.ru/research/product/438/> (data obrashcheniya: 09.01.2023).
2. Akaev A.A., Davydova O.I., Malkov A.S., SHul'gin S.G. Modelirovanie perspektivnykh torgovo-transportnykh koridorov v ramkah proekta «Odin poyas — odin put'» // Ekonomika regiona. 2019. № 4. S. 992–993.
3. Bazarov B.V. «Novyj shelkovyj put'»: k postanovke Problemy strategicheskogo vzaimodejstviya Rossii i Kitaya // Vlast'. 2017. № 11. S. 11-12 [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.jour.fnisc.ru/index.php/vlast/article/view/5472> (data obrashcheniya: 03.01.2023).
4. Vsemirnyj bank. World Bank Open Data [Elektronnyj resurs]. URL: <https://data.worldbank.org> (data obrashcheniya: 14.01.2023).
5. Kommersant". Putin priglasil Si v Moskvu vesnoj 2023 goda. 2022 [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.kommersant.ru/amp/5757190> (data obrashcheniya: 10.01.2023).
6. Luzyanin S.G., Afonas'eva A.V. Odin poyas, odin put' — politicheskie i ekonomicheskie izmereniya // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika. 2017. № 40. S. 6–12.
7. Mezhdunarodnyj Valyutnyj Fond. World Economic Outlook [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2023/01/31/world-economic-outlook-update-january-2023> (data obrashcheniya: 08.01.2023).
8. Nacional'nogo statisticheskogo byuro KNR. Investicii v osnovnoj kapital [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.stats.gov.cn/english/> (data obrashcheniya: 06.01.2023).
9. Osodoev P.V. Vneshneekonomicheskie svyazi regionov ekonomicheskogo koridora Kitaj — Mongoliya — Rossiya // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2022. № 1. S. 30–35.

10. Tian' I. Kitajsko-rossijskoe torgovoe sotrudnichestvo: novyj impul's razvitiyu // Rossiya i Aziya. 2019. № 2. S. 27–29.

11. Prodovol'stvennaya i sel'skohozyajstvennaya organizaciya Ob"edinennyh Nacij. Indeks prodovol'stvennyh cen FAO [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.fao.org/worldfoodsituation/page-storage/foodpricesindex/ru/> (data obrashcheniya: 06.01.2023).

12. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki. Oficial'naya statistika [Elektronnyj resurs]. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/10705> (data obrashcheniya: 08.01.2023).

13. Federal'naya tamozhennaya sluzhba. Tamozhennaya statistika [Elektronnyj resurs]. URL: <https://customs.gov.ru/statistic> (data obrashcheniya: 09.01.2023).

14. Hajyan' V. Strategicheskoe myshlenie po stroitel'stvu ekonomicheskogo koridora Kitaj-Mongoliya-Rossiya // Etnosocium i mezhnacional'naya kul'tura. 2018. № 5. S. 104–122.

15. Central'nyj bank Rossijskoj Federacii. Oficial'nye kursy [Elektronnyj resurs]. URL: https://www.cbr.ru/currency_base/daily/ (data obrashcheniya: 07.01.2023).

16. CHanczyun' G., Kolesov V.P. Potencial vzaimnoj trgovli Kitaya i Rossii v oblasti vysokotekhnologichnoj produkcii obrabatyvayushchej promyshlennosti // Mirovaya ekonomika. 2022. № 16. S. 96–103.

17. British Petroleum. Statistical Review of World Energy [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> (data obrashcheniya: 08.01.2023).

18. Bu X., Dong S., Li F., Li Y. Agricultural trade pattern and potential in China and Russia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2018. № 190. pp. 7–8.

19. Herrero A.G., Jianwei X. The China-Russia trade relationship and its impact on Europe // Bruegel. 2016. № 4. pp. 9–10.

20. Investing.com [Elektronnyj resurs]. URL: <https://m.investing.com> (data obrashcheniya: 08.01.2023).

21. Neftegaz.Ru. MGP Sila Sibiri-1 vveden v ekspluatatsiyu na vsem protyazhenii. 2022 [Elektronnyj resurs]. URL: <https://neftegaz.ru/news/transport-and-storage/763714-mgp-sila-sibiri-1-vveden-v-ekspluatatsiyu-na-vsem-protyazhenii-gazprom-zapustil-kovyktinskoe-gkm-i-u/#:~:text=%D0%9A%202030%20%D0%B3.,%D0%BC%D0%BB%D1%80%D0%B4%20%D0%BC3%2F%D0%B3%D0%BE%D0%B4> (data obrashcheniya: 09.01.2023).

22. Trading Economics [Elektronnyj resurs]. URL: <https://tradingeconomics.com> (data obrashcheniya: 12.01.2023).