

Вестник Самарского государственного экономического университета. 2024. № 8 (238). С. 73–79.
Vestnik of Samara State University of Economics. 2024. No. 8 (238). Pp. 73–79.

Научная статья
УДК 65.012.12:339.33:67.05

Математическое моделирование ценовых характеристик российского рынка оптовой торговли промышленным оборудованием

Сергей Иванович Макаров¹, Максим Александрович Лукьянов²,
Дмитрий Владимирович Иванов^{3,4}

^{1,2} Самарский государственный экономический университет, Самара, Россия

¹ matmaks@yandex.ru

² max16391@yandex.ru

³ Самарский государственный университет путей сообщения, Самара, Россия, dvi85@list.ru

⁴ Самарский национальный исследовательский университет, Самара, Россия

Аннотация. В статье методами многомерного статистического анализа исследуется рынок оптовой торговли промышленным оборудованием Самарской области и Российской Федерации. Выявлены основные факторы, влияющие на его динамику и территориальные различия, отмечены ключевые тренды, сделан прогноз развития. В процессе исследования были использованы стандартные процедуры моделирования рыночных показателей, к которым относятся анализ временных рядов и прогнозирование. Построены модели ценовых характеристик российского рынка оптовой торговли промышленным оборудованием. Установлено, что показатели экспорта оборудования и машин наиболее высоки в регионах с развитой инфраструктурой, торговлей и цифровизацией, с преимущественно обрабатывающей спецификой производства. Как и в случае с экспортом, импорт оборудования актуален для регионов с хорошей производственной инфраструктурой и обрабатывающей промышленностью. При этом бюджетная обеспеченность региона не влияет на рост импорта. Для повышения объемов оптовой торговли на региональном уровне важно наличие финансовых ресурсов у частных лиц и предприятий, прежде всего в сфере информационных технологий и цифровых коммуникаций.

Ключевые слова: рынок оптовой торговли промышленным оборудованием, индикаторы рынка оптовой торговли, экономико-статистическое моделирование, прогнозирование, межтерриториальный анализ

Основные положения:

- ♦ выявлены основные факторы, влияющие на динамику и территориальные различия рынка оптовой торговли промышленным оборудованием;
- ♦ построены модели ценовых характеристик российского рынка оптовой торговли промышленным оборудованием;
- ♦ выполнен прогноз развития российского рынка оптовой торговли.

Для цитирования: Макаров С.И., Лукьянов М.А., Иванов Д.В. Математическое моделирование ценовых характеристик российского рынка оптовой торговли промышленным оборудованием // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2024. № 8 (238). С. 73–79.

Mathematical modeling of price characteristics of the Russian wholesale market of industrial equipment

Sergey I. Makarov¹, Maxim A. Lukianov², Dmitry V. Ivanov^{3,4}

^{1,2} Samara State University of Economics, Samara, Russia

¹ matmaksi@yandex.ru

² max16391@yandex.ru

³ Samara State Transport University, Samara, Russia, dvi85@list.ru

⁴ Samara National Research University, Samara, Russia

Abstract. The article investigates the wholesale market of industrial equipment in the Samara region and the Russian Federation using methods of multidimensional statistical analysis. The main factors influencing its dynamics and territorial differences are identified, key trends are noted, and a forecast of development is made. In the course of the research, standard procedures for modeling market indicators were used, which include time series analysis and forecasting. Models of price characteristics of the Russian wholesale market of industrial equipment are constructed. It was found that the export rates of equipment and machinery are highest in regions with developed infrastructure, trade and digitalization, with predominantly manufacturing-specific production. As in the case of exports, the import of equipment is relevant for regions with good production infrastructure and manufacturing industry. At the same time, the budget security of the region does not affect the growth of imports. To increase the volume of wholesale trade at the regional level, it is important to have financial resources from individuals and enterprises, primarily in the field of information technology and digital communications.

Keywords: industrial equipment wholesale market, wholesale trade market indicators, economic and statistical modeling, forecasting, inter-territorial analysis

Highlights:

- ◆ the main factors influencing the dynamics and territorial differences of the wholesale market of industrial equipment have been identified;
- ◆ models of price characteristics of the Russian wholesale market of industrial equipment are constructed;
- ◆ the forecast of the development of the Russian wholesale market has been fulfilled.

For citation: Makarov S.I., Lukyanov M.A., Ivanov D.V. Mathematical modeling of price characteristics of the Russian wholesale market of industrial equipment // Vestnik of Samara State University of Economics. 2024. No. 8 (238). Pp. 73–79. (In Russ.).

Введение

Начиная с 2014 г. западные страны ввели множество различных санкций против Российской Федерации. Аналогичные санкционные атаки произошли в 2022 г., нарушив экономический баланс в мире [1]. В этот период компании столкнулись с внешними и внутренними рисками, связанными с сокращением финансирования, нарушением цепочек поставок и прекращением поставок иностранного оборудования [2].

Кроме того, цены на комплектующие товары и оборудование выросли из-за общего

увеличения цен, что затруднило предприятиям модернизацию, ремонт и приобретение новых объектов основного капитала [3]. Вызванная санкциями нестабильность экономики сказалась на деятельности предприятий, что привело к моральному и физическому износу их активов, ограничило экспорт и импорт товаров.

Остро встал вопрос потенциального импортозамещения оборудования, которое ранее поставлялось на российские предприятия от зарубежных промышленных и торговых партнеров [4].

В этих условиях возрастает потребность в проведении комплексного исследования ситуации на рынке оптовой торговли оборудованием: необходимо оценить основные факторы, влияющие на его динамику и территориальные различия, выявить ключевые тренды и сделать прогноз развития [5].

Для решения этого вопроса мы считаем необходимым использовать официальные статистические данные о рынке оптовой торговли России, использовать статистические методы анализа, моделирования и прогнозирования [6].

Методы

В нашем исследовании мы исходили из постулата, что рынок промышленного оборудования относится к достаточно широким, его специфические особенности не выходят за рамки стандартной рыночной конъюнктуры. В этой связи мы использовали в нашей работе стандартные процедуры моделирования рыночных показателей, к которым относятся анализ временных рядов и прогнозирование.

Выбор конкретных статистических показателей для исследования обусловлен тем информационным массивом, которым располагает официальная статистика. Кроме того, в качестве исходных данных можно использовать результаты выборочных обследований, опросов, фокус-групп и т.д. [7].

В нашем случае мы взяли за основу официальные данные Росстата, посвященные рынку оптовой торговли:

1) специализированные показатели рынка промышленного оборудования:

- ◆ экспорт машин и оборудования;
- ◆ импорт машин и оборудования;

2) обобщающие показатели рынка оптовой торговли:

- ◆ оборот оптовой торговли;
- ◆ оборот оптовой торговли организаций оптовой торговли.

Вышеназванные показатели относятся к категории абсолютных стоимостных. Выбор конкретной формы показателя и единицы измерения обусловлен задачами исследования [8]. Для дополнительной характеристики некоторых аспектов состояния и развития рынка мы использовали данные экспертных оценок.

Результаты

Результативными (зависимыми) переменными мы выбрали 4 показателя рынка оптовой торговли промышленным оборудованием. Выбор именно этих показателей для анализа обусловлен наличием официальных статистических данных в региональном разрезе. Они получили следующие обозначения:

- y1 – Экспорт машин и оборудования – на душу населения (долл. США);
- y2 – Импорт машин и оборудования – на душу населения (долл. США);
- y3 – Оборот оптовой торговли – на душу населения (тыс. руб.);
- y4 – Оборот оптовой торговли организаций оптовой торговли – на душу населения (тыс. руб.).

Для межтерриториального анализа все зависимые показатели пересчитаны в относительном выражении (в частности, на душу населения) [9]. Аналогичную процедуру мы провели с независимыми показателями, которых было отобрано 25. В дальнейшем их нумерация была нами сохранена.

С учетом всех требований после проведения отбора факторов были построены 4 многофакторных регрессионных модели. Рассмотрим кратко каждую из них.

В число детерминант региональных различий экспорта машин и оборудования из РФ (y1) вошли следующие переменные:

- x4 – Оборот розничной торговли – на душу населения (тыс. руб.);
- x10 – Доля вида деятельности «Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбноводство» в ВДС региона (%);
- x11 – Доля вида деятельности «Добыча полезных ископаемых» в ВДС региона (%);
- x19 – Плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием (км на 1000 км² территории);
- x23 – Затраты на внедрение и использование цифровых технологий – на душу населения (тыс. руб.).

Общий вид модели:

$$\begin{aligned} \widehat{y1} = & -260,65 + 1,47x4 - 11,61x10 - \\ & (149,13) \quad (0,58) \quad (5,61) \\ & - 13,77x11 + 0,33x19 + 28,90x23. \\ & (2,29) \quad (0,11) \quad (2,28) \end{aligned}$$

Региональная вариация экспорта машин и оборудования на 88,8% обусловлена вариацией факторов, включенных в модель. На долю прочих факторов приходится 11,2% влияния. Это говорит о высоком качестве регрессионной модели.

При увеличении регионального оборота розничной торговли на 1 тыс. руб. экспорт в среднем растет на 1,47 долл. США. Аналогичное влияние оказывают также: плотность автомобильных дорог, увеличение которой на 1 км приводит к тому, что экспорт возрастает в среднем на 0,33 долл. США; затраты на цифровизацию, рост которых на 1 тыс. руб. приводит к увеличению экспорта в среднем на 28,9 долл. США.

Обратное влияние имеют 2 детерминанты, связанные с отраслевой структурой производства валового регионального продукта. При увеличении удельного веса сельского и лесного хозяйства, а также добывающей отрасли в ВДС региона на 1 процентный пункт экспорт в среднем снижается на 11,61 и 13,77 долл. США соответственно.

Таким образом, показатели экспорта оборудования и машин наиболее высоки в регионах с развитой инфраструктурой, торговлей и цифровизацией, с преимущественно обрабатывающей спецификой производства [10]. В регионах с ориентацией на добычу и сельское хозяйство торговля оборудованием на экспорт не является ключевой сферой деятельности.

Основными детерминантами региональных различий импорта машин и оборудования в Россию (y_2) стали следующие:

x_{11} – Доля вида деятельности «Добыча полезных ископаемых» в ВДС региона (%);

x_{19} – Плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием (км на 1000 км² территории);

x_{23} – Затраты на внедрение и использование цифровых технологий – на душу населения (тыс. руб.);

x_{24} – Доходы консолидированных бюджетов субъектов РФ – на душу населения (тыс. руб.).

Высокое качество построенной модели подтверждается значением коэффициента детерминации (0,901), т.е. региональная вариация импорта машин и оборудования на 90,1%

обусловлена вариацией факторов, включенных в модель, доля прочих факторов – 9,9%.

Общий вид модели:

$$\widehat{y_2} = -572,70 - 46,08x_{11} + 1,49x_{19} + \\ (291,92) \quad (14,43) \quad (0,58) \\ + 205,77x_{23} - 3,72x_{24} \\ (11,93) \quad (1,67)$$

Прямая связь уровня импорта отмечена со следующими факторными показателями:

а) плотность автодорог (при их увеличении на 1 км уровень импорта возрастает в среднем на 1,49 долл. США);

б) затраты на цифровизацию (их рост на 1 тыс. руб. приводит к увеличению уровня импорта в среднем на 205,77 долл. США).

Обратная связь отмечена со следующими факторами:

а) отраслевая структура экономики (при увеличении на 1 процентный пункт доли добывающего сектора в ВДС уровень импорта снижается в среднем на 46,08 долл. США);

б) доходы местных бюджетов (повышение уровня доходов на 1 тыс. руб. уменьшает уровень импорта в среднем на 3,72 долл. США).

Как и в случае с экспортом, импорт оборудования актуален для регионов с хорошей производственной инфраструктурой и обрабатывающей промышленностью, при этом бюджетная обеспеченность региона не влияет на рост импорта.

Значимые факторные связи среднедушевого уровня оборота оптовой торговли (y_3) выявлены со следующими переменными:

x_2 – Среднемесячная номинальная начисленная зарплата (руб.);

x_{11} – Доля вида деятельности «Добыча полезных ископаемых» в ВДС региона (%);

x_{13} – Индекс физического объема инвестиций в основной капитал (%);

x_{19} – Плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием (км на 1000 км² территории);

x_{23} – Затраты на внедрение и использование цифровых технологий – на душу населения (тыс. руб.);

x_{24} – Доходы консолидированных бюджетов субъектов РФ – на душу населения (тыс. руб.).

Общий вид модели:

$$\widehat{y_3} = -484,26 + 37,32x_2 - 24,91x_{11} - 12,09x_{13} + \\ (664,16) \quad (12,33) \quad (8,70) \quad (5,71) \\ + 2,36x_{19} + 84,65x_{23} - 4,63x_{24} \\ (0,33) \quad (8,49) \quad (1,32)$$

Коэффициент детерминации данной модели составил 0,915, и это говорит о ее высоком качестве, об адекватном описании значимых факторов [9]. Региональная вариация уровня оптовой торговли на 91,5% обусловлена вариацией факторов, включенных в модель. На долю прочих факторов приходится 8,5% влияния.

Половина включенных в модель факторов оказывает прямое воздействие на результат. Так, рост средней зарплаты граждан на 1 тыс. руб. приводит к среднему увеличению уровня оптовой торговли на 37,32 тыс. руб. Если плотность региональных автодорог возрастет на 1 км, то уровень оптовой торговли в среднем вырастет на 2,36 тыс. руб. При увеличении затрат на цифровые технологии на 1 тыс. руб. уровень оптовой торговли в среднем может вырасти на 84,65 тыс. руб.

Другие факторы оказывают обратное влияние на результат. При увеличении на 1 процентный пункт доли добывающего сектора в ВДС уровень оптовой торговли снижается в среднем на 24,91 тыс. руб. Если индекс физического объема инвестиций увеличится на 1 процентный пункт, это приведет к среднему снижению уровня оптовой торговли на 12,09 тыс. руб. Повышение уровня доходов регионального бюджета на 1 тыс. руб. уменьшает уровень оптовой торговли на 4,63 тыс. руб. (в среднем выражении).

Для повышения уровня оптовой торговли на региональном уровне важно наличие финансовых ресурсов у частных лиц и предприятий, прежде всего в сфере информационных технологий и цифровых коммуникаций.

По показателю оборота оптовой торговли организаций оптовой торговли (далее – ОТООТ) (y_4) определены такие детерминанты, как:

x_4 – Оборот розничной торговли – на душу населения (тыс. руб.);

x_{19} – Плотность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием (км на 1000 км² территории);

x_{22} – Индекс физического объема природоохранных расходов (%);

x_{23} – Затраты на внедрение и использование цифровых технологий – на душу населения (тыс. руб.).

Общий вид модели:

$$\widehat{y_4} = -1264,85 + 4,82x_4 + 2,37x_{19} - \\ (353,04) \quad (1,46) \quad (0,23) \\ - 4,69x_{22} + 55,02x_{23} \\ (1,63) \quad (5,24)$$

Вариация результативного показателя на 89,8% обусловлена вариацией независимых переменных, включенных в регрессионную модель, а 10,2% влияния приходится на случайные факторы.

В этом случае основная часть детерминант имеет прямую связь с оборотом ОТООТ. Так, при увеличении на 1 тыс. руб. уровня розничного товарооборота и затрат на финансирование цифровых технологий уровень оборота ОТООТ возрастает (в среднем) на 4,82 и 55,02 тыс. руб. соответственно. С увеличением плотности автомобильных дорог на 1 км оборот ОТООТ растет в среднем на 2,37 тыс. руб.

Обратную связь с переменной y_4 имеет только индекс природоохранных расходов – по мере его роста на 1 процентный пункт уровень оборота ОТООТ снижается в среднем на 4,69 тыс. руб.

Общий вывод по факторам аналогичен выводу, сделанному нами ранее касательно переменной «Оборот оптовой торговли на душу населения».

Обсуждение

Для определения вклада и роли каждой детерминанты в общую региональную вариацию четырех рассмотренных индикаторов построим модели регрессии в стандартизированном масштабе. Результаты приводятся в таблице.

Заключение

Таким образом, ключевую роль в территориальных различиях индикаторов рынка оптовой торговли играют цифровизация экономики и развитие региональной инфраструктуры; на втором месте по степени влияния – отраслевая структура региональной экономики; на третьем – степень развития торговли и доходы

Ранжирование независимых переменных по степени влияния*

Независимые переменные	Зависимые переменные			
	y1	y2	y3	y4
x23	1 (0,73)	1 (0,89)	1 (0,62)	1 (0,52)
x19	3 (0,17)	3 (0,13)	2 (0,35)	2 (0,46)
x11	2 (-0,29)	2 (-0,17)	5 (-0,15)	-
x4	4 (0,12)	-	-	3 (0,14)
x24	-	4 (-0,11)	4 (-0,24)	-
x2	-	-	3 (0,28)	-
x10	5 (-0,09)	-	-	-
x22	-	-	-	4 (-0,10)
x13	-	-	6 (-0,07)	-

* В скобках – коэффициенты регрессии в стандартизированном масштабе.

местных бюджетов. Эти результаты могут дать чешских решений в сфере регулирования оптовой важную информацию для принятия управленческого рыночного рынка.

Список источников

1. Бударина Н.А., Горохова М.К. Тенденции развития внешней торговли в современных условиях // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2023. № 6-1 (81). С. 160–164.
2. Ван Ц. Принципы управления логистическими рисками в электронной трансграничной оптовой торговле оборудованием // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2022. № 3 (135). С. 154–158.
3. Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности : государственная программа : утв. постановлением Правительства РФ от 15.04.2014 № 328. URL: <http://government.ru/rugovclassifier/862/events/> (дата обращения: 09.10.2023).
4. Грузков И.В., Скиперская Е.В., Русановский Е.В. Исследование сегментов рынка инфраструктуры промышленного интернета // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2021. Т. 11, № 12-1. С. 442–453.
5. Дьячкина А.Ю. Исследование структуры рынка оптовой торговли в России // Труд и социальные отношения. 2012. Т. 23, № 12. С. 98–104.
6. Изряднова О.И., Ковалёва М.А. Динамика внутреннего рынка в 2022 г.: потенциал развития и влияние санкций // Экономическое развитие России. 2022. № 7. С. 15–20.
7. Мощелкова В.Ю. Разработка комплексного подхода к исследованию и моделированию отраслевого рыночного спроса на наукоемкое промышленное оборудование // Машиностроение и компьютерные технологии. 2012. № 2. С. 1–14.
8. Стратегия развития торговли до 2025 года. URL: <https://minprom.samregion.ru/wp-content/uploads/sites/9/2019/10/proekt-Strategii-razvitiya-torgovli-v-RF.pdf?ysclid=lo9wjw9g5h893966755> (дата обращения: 07.10.2023).
9. Щепакин М.Б., Облогин М.М., Михайлова В.М. Факторная модель управления развитием рынка оптовой и розничной торговли в национальной экономике // Экономика, предпринимательство и право. 2020. Т. 10, № 4. С. 1095–1122.
10. Эффективность деятельности торговых организаций / Н.П. Агафонова, В.П. Васильев, А.Д. Тимовская, В.С. Гулин // Вестник Академии знаний. 2020. № 49 (2). С. 17–24.

References

1. Budarina N.A., Gorokhova M.K. Trends in the development of foreign trade in modern conditions // International Journal of Humanities and Sciences. 2023. No. 6-1 (81). Pp. 160–164.
2. Wang C. Principles of logistics risk management in electronic cross-border wholesale trade of equipment // News of the St. Petersburg State Economic University. 2022. No. 3 (135). Pp. 154–158.
3. Industrial development and increasing its competitiveness : state program : approved by Decree of the Government of the Russian Federation dated 15.04.2014 No. 328. URL: <http://government.ru/rugovclassifier/862/events/> (date of access: 09.10.2023).

4. Gruzkov I.V., Skiperskaya E.V., Rusanovsky E.V. Research of industrial internet infrastructure market segments // Economics: yesterday, today, tomorrow. 2021. Vol. 11, No. 12-1. Pp. 442–453.
5. Dyachkina A.Yu. Study of the structure of the wholesale trade market in Russia // Labor and social relations. 2021. Vol. 23, No. 12. Pp. 98–104.
6. Izryadnova O.I., Kovaleva M.A. Dynamics of the domestic market in 2022: development potential and impact of sanctions // Economic development of Russia. 2022. No. 7. Pp. 15–20.
7. Moshelkova V.Yu. Development of an integrated approach to research and modeling of industry market demand for high-tech industrial equipment // Mechanical engineering and computer technologies. 2012. No. 2. Pp. 1–14.
8. Trade development strategy until 2025. URL: <https://minprom.samregion.ru/wp-content/uploads/sites/9/2019/10/proekt-Strategii-razvitiya-torgovli-v-RF.pdf?ysclid=lo9wjw9g5h893966755> (date of access: 07.10.2023).
9. Shchepakin M.B., Oblogin M.M., Mikhailova V.M. Factor model for managing the development of the wholesale and retail trade market in the national economy // Economics, entrepreneurship and law. 2020. Vol 10, No. 4. Pp. 1095–1122.
10. Efficiency of activities of trade organizations / N.P. Agafonova, V.P. Vasiliev, A.D. Timovskaya, V.S. Gul'in // Bulletin of the Academy of Knowledge. 2020. No. 49 (2). Pp. 17–24.

Информация об авторах

С.И. Макаров – доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры статистики и эконометрики Самарского государственного экономического университета;

М.А. Лукьянов – аспирант кафедры статистики и эконометрики Самарского государственного экономического университета;

Д.В. Иванов – кандидат физико-математических наук, доцент, доцент Самарского государственного университета путей сообщения, Самарского национального исследовательского университета.

Information about the authors

S.I. Makarov – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of the Department of Statistics and Econometrics of the Samara State University of Economics;

M.A. Lukianov – postgraduate student of the Department of Statistics and Econometrics of the Samara State University of Economics;

D.V. Ivanov – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Samara State Transport University, Samara National Research University.

Статья поступила в редакцию 30.03.2024; одобрена после рецензирования 04.04.2024; принята к публикации 27.05.2024.

The article was submitted 30.03.2024; approved after reviewing 04.04.2024; accepted for publication 27.05.2024.