

УДК 330.43:519.24

**ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКСПОРТА ТОВАРОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ****Ширнаева С.Ю.***ФГБОУ ВО «Самарский государственный экономический университет»,  
Самара, e-mail: shirnaeva\_sy@mail.ru*

Были построены эконометрические модели экспорта товаров РФ, экспорта со странами дальнего зарубежья и со странами СНГ. Выявлены факторы, определяющие величину экспорта и его составляющих. Использовались эконометрические методы анализа, моделирования и прогнозирования временных рядов, методы исследования стационарности временных рядов, методы выделения и устранения сезонной составляющей временных рядов, методы оценки качества прогноза. Для формирования информационной базы исследования были рассмотрены социально-экономические показатели, представляющие собой временные ряды в помесечной динамике. Большинство показателей рассматривалось за период с января 1999 г. по февраль 2020 г. Объем выборки составил 254 наблюдения. Для того чтобы учесть структурные изменения, вызванные мировыми экономическими кризисами и особенностями современной внешнеэкономической политики, в модели были введены фиктивные переменные, характеризующие структурную неустойчивость временных рядов показателей экспорта. Указанные переменные статистически значимы, их добавление позволило улучшить качество моделей. Построенные модели использовались для краткосрочного прогнозирования величины экспорта товаров РФ на следующие периоды. Эконометрические и статистические методы, которые применялись в работе, позволяют оценить эффективность экспортной политики страны, выявить ее зависимость от различных социально-экономических факторов.

**Ключевые слова:** экспорт товаров, эконометрическая модель, временные ряды, фиктивные переменные, прогнозирование

**ECONOMETRIC MODELING AND FORECASTING INDICATORS OF EXPORT OF GOODS OF THE RUSSIAN FEDERATION****Shirnaeva S.Yu.***Samara State Economic University, Samara, e-mail: shirnaeva\_sy@mail.ru*

Econometric models were built for the export of goods of the Russian Federation, exports with far abroad countries and with CIS countries. The factors determining the value of export and its components are revealed. Econometric methods of analysis, modeling and forecasting of time series, methods for studying the stationary of time series, methods for isolating and eliminating the seasonal component of time series, and methods for assessing the quality of forecasts were used. To form the research information base, socio-economic indicators were considered, which are time series in monthly dynamics. Most indicators were considered for the period from January 1999 to February 2020. The sample size was 254 observations. In order to take into account structural changes caused by global economic crises and the peculiarities of modern foreign economic policy, dummy variables were introduced into the model that characterize the structural instability of the time series of export indicators. The indicated variables are statistically significant, their addition allowed to improve the quality of models. The constructed models were used for short-term forecasting of exports of goods of the Russian Federation for the following periods. The econometric and statistical methods that were used in the work allow us to evaluate the effectiveness of the country's export policy and to reveal its dependence on various socio-economic factors.

**Keywords:** export of goods, econometric model, time series, dummy variables, forecasting

Успешная внешнеэкономическая деятельность является показателем устойчивого развития любого государства. Эффективная экспортная политика способствует наращиванию объемов производства, укреплению позиций национальной валюты, увеличению бюджетных поступлений и объема инвестиций в страну и в конечном итоге способствует ускорению темпов развития экономики и росту ВВП.

Одна из проблем экспортной политики РФ связана с ее сырьевой ориентацией. Известно, что экспорт продукции нефтегазового комплекса является основным источником пополнения федерального бюджета (более 46 % составляют поступления от экс-

порта углеводородов) [1]. Таким образом, экономика России постоянно находится в существенной зависимости от спроса и конъюнктуры цен на ограниченный круг товаров [2]. Кроме того, величина обменного курса доллара не всегда была адекватной ценовым и экономическим условиям, что оказывало дополнительное влияние на динамику российского внешнеторгового оборота. Начиная с 2014 г. Россия столкнулась с санкциями стран Евросоюза и США, которые также отразились на структуре ее экспорта.

В сложившихся условиях остается актуальной необходимость анализа и постоянного мониторинга состояния внешнеэконо-

мической деятельности России (в частности экспорта), основных тенденций и динамики ее развития для эффективного планирования внешней торговли.

Для исследования показателей внешне-экономической деятельности традиционно используются экспертные оценки, методы экстраполяции, эконометрические методы [3]. Последние зарекомендовали себя как эффективные и надежные для анализа различных макроэкономических процессов. Данные методы позволяют учесть при моделировании и прогнозировании особенности российского экспорта, его зависимость от социально-экономических и политических факторов и неустойчивость его структуры.

Анализ публикаций и материалов различного уровня, посвященных вопросам эконометрического моделирования и прогнозирования внешнеэкономической деятельности, показал разнообразие подходов и моделей. Довольно часто используются гравитационные модели международной торговли [4, 5], модели авторегрессии и проинтегрированного скользящего среднего (ARIMA) [6], многофакторные регрессионные уравнения [7]. В некоторых исследованиях экспорт входит как одна из эндогенных переменных в систему одновременных уравнений [8]. В комбинации с эконометрическими методами в некоторых работах используются элементы имитационного моделирования [9].

Целью данного исследования является построение эконометрической модели экспорта товаров и его составляющих (экспорта товаров со странами ближнего и дальнего зарубежья) с учетом структурных изменений, вызванных мировыми экономическими кризисами и особенностями современной санкционной политики.

#### Материалы и методы исследования

В работе использовались эконометрические методы анализа, моделирования и прогнозирования временных рядов, методы исследования стационарности временных рядов, методы выделения и устранения сезонной составляющей временных рядов, методы оценки качества прогноза.

Для формирования информационной базы исследования были рассмотрены социально-экономические показатели, представляющие собой временные ряды в помесячной динамике [10]. Большинство показателей рассматривалось за период с января 1999 г. по февраль 2020 г. Объем выборки составил 254 наблюдения. Исключение составили индекс промышленного производства и индексы производства по видам деятельности. В связи с изменени-

ем методологии расчета данные по перечисленным показателям представлены с 2015 г.

Объект исследования – экспорт товаров РФ ( $Y_1$ ) и его составляющие – экспорт со странами дальнего зарубежья ( $Y_2$ ) и экспорт со странами СНГ ( $Y_3$ ) рассматривались в качестве зависимых переменных. Независимые переменные были разделены на следующие группы:

- индекс промышленного производства и индексы производства по видам деятельности ( $X_1, X_{21}-X_{25}$ );
- показатели, характеризующие грузооборот транспорта и строительство ( $X_2-X_4$ );
- показатели курсов валют ( $X_5, X_6$ );
- показатели, характеризующие оборот розничной торговли и его виды ( $X_7-X_9$ );
- объем платных услуг ( $X_{10}$ );
- индексы цен ( $X_{11}, X_{15}, X_{16}$ );
- средние цены производителей на энергоресурсы и продукты нефтепереработки ( $X_{17}-X_{20}$ );
- показатели, характеризующие социальную сферу (рынок труда РФ, заработная плата) ( $X_{12}-X_{14}$ ).

Для устранения сезонной компоненты временного ряда, оценки параметров моделей, проведения тестов на качество и значимость оценок параметров и модели в целом, а также для прогнозирования использовались пакеты Excel, Statistica и Gretl.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Сырьевая направленность, зависимость от мировых цен на нефть и курса доллара повлияли на динамику и структуру российского экспорта. На рис. 1 представлены графики временных рядов зависимых переменных – экспорта товаров РФ ( $Y_1$ ), экспорта со странами дальнего зарубежья ( $Y_2$ ) и со странами СНГ ( $Y_3$ ). Можно видеть синхронное падение и рост показателей, что говорит о схожести их динамики.

Начиная с 2008 г. наблюдались резкие колебания величины экспорта с наименьшими значениями в феврале 2009 г. и в январе 2016 г. Падение величины экспорта в указанные периоды, связанное с мировыми экономическими кризисами, введение санкций со стороны США и стран Евросоюза, а также введение ответных санкций со стороны России стало причиной изменений в структуре экспорта товаров РФ.

Сравнивая объемы экспорта в 2013 г. и в 2019 г. (рис. 2), можно видеть существенное снижение величины экспорта со странами СНГ (на 27,8%). Объем экспорта со странами дальнего зарубежья сократился на 18,3%, суммарно величина экспорта уменьшилась на 19,7%.

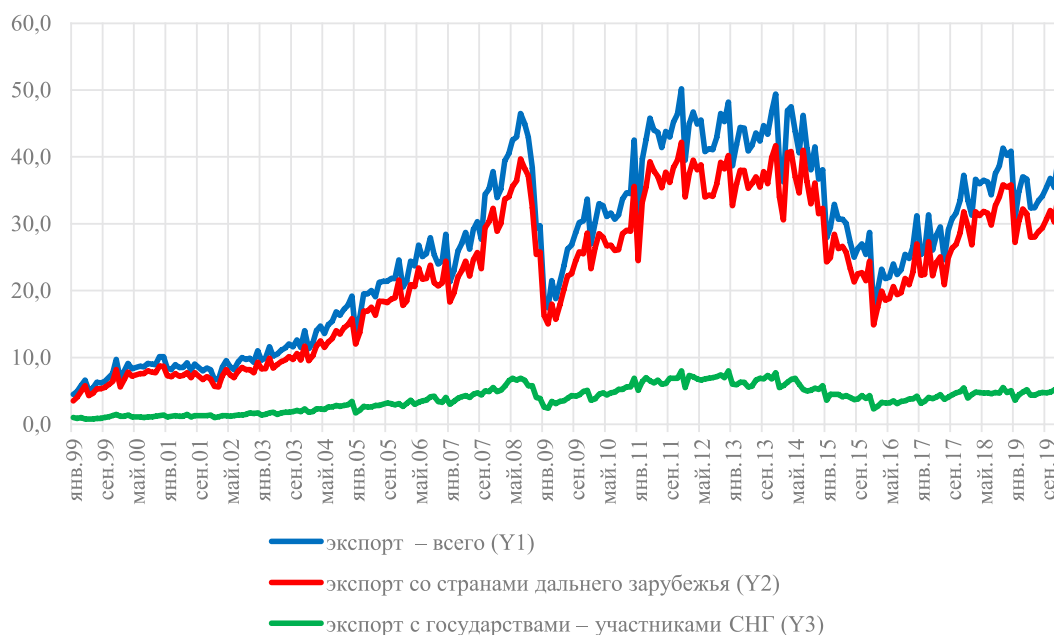


Рис. 1. Динамика экспорта товаров Российской Федерации (млрд долл. США) за период с января 1999 г. по февраль 2020 г. Источник: построено автором на основе [10]

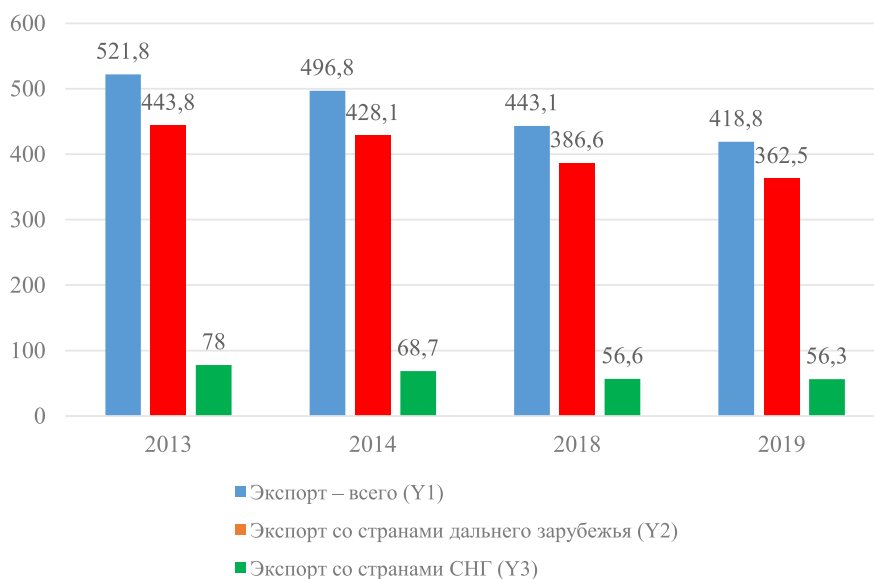


Рис. 2. Структура экспорта товаров РФ (млрд долл. США) за период с 2013 по 2019 г. Источник: построено автором на основе [10]

Временные ряды всех рассматриваемых в работе переменных (зависимых и независимых) были исследованы на наличие сезонной составляющей, которая была устранена в случае обнаружения. Далее все временные ряды тестировались на стационарность с целью определения порядка интегрированности. Использовался расширенный тест Дики – Фуллера (расширенный *ADF*-

тест). Для эконометрического моделирования отбирались те переменные, временные ряды которых имели одинаковый порядок интегрированности с зависимыми переменными. В данном случае порядок интегрированности равен 1. В табл. 1 представлены результаты расширенного *ADF*-теста для зависимых переменных (в скобках представлены соответствующие *p*-значения).

**Таблица 1**  
Результаты расширенного ADF-теста для временных рядов зависимых переменных

	По исходным уровням	По первым разностям
$Y_1$	-1,73 (0,7377)	-4,89 (0,0000)
$Y_2$	-2,07 (0,5638)	-4,96 (0,0000)
$Y_3$	-1,84 (0,6828)	-4,25 (0,0005)

Примечание. Источник: расчеты автора.

Далее были построены модели множественной линейной зависимости для каждой из переменных  $Y_1, Y_2, Y_3$ . Для обеспечения возможности учесть в модели максималь-

ное количество независимых переменных моделирование сначала проводилось для периода с января 2015 г. по февраль 2020 г. По результатам моделирования было получено, что индекс промышленного производства и индексы производства по видам деятельности ( $X_1, X_{21}-X_{25}$ ) (данные, по которым представлены с 2015 г.) не вошли ни в одну из построенных моделей. По этой причине в качестве интервала исследования был выбран промежуток с января 1999 г. по февраль 2020 г. Результаты оценки параметров построенных моделей представлены в табл. 2.

Итак, модели экспорта товаров РФ и его составляющих имеют вид  $t = 1; 254$  :

$$\hat{Y}_{1,t} = 27,53 - 0,82X_{5,t} + 0,02X_{7,t} + 0,001X_{17,t} - 0,01X_{19,t}, \quad (1)$$

$$\hat{Y}_{2,t} = 19,21 + 0,04X_{2,t} - 0,70X_{5,t} + 0,27X_{9,t} - 0,66X_{14,t} + 0,0003X_{17,t}, \quad (2)$$

$$\hat{Y}_{3,t} = 4,73 + 0,003X_{2,t} - 0,14X_{5,t} + 0,01X_{10,t} - 0,14X_{14,t} + 0,001X_{20,t}. \quad (3)$$

Построенные модели и оценки параметров статистически значимы на 5%-ном уровне значимости и обладают хорошей объясняющей способностью. По результатам расширенного теста Дики – Фуллера остатки моделей стационарны.

Для проверки гипотезы о наличии структурных изменений во временных рядах зависимых переменных был проведен тест

Чоу на структурную стабильность [11]. Тест проводился для  $t = 122$  (февраль 2009 г.) и  $t = 205$  (январь 2016 г.), когда предположительно произошло структурное изменение во временных рядах показателей  $Y_1, Y_2, Y_3$ . По результатам теста Чоу (табл. 3) в каждом из указанных периодов нулевая гипотеза о наличии структурной стабильности была отвергнута на 5%-ном уровне значимости.

**Таблица 2**  
Результаты моделирования экспорта товаров

	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
Константа	27,53 (***)	19,21 (***)	4,73 (***)
$X_2$		0,04(**)	0,003 (**)
$X_5$	-0,82 (***)	-0,70 (***)	-0,14 (***)
$X_7$	0,02 (***)		
$X_9$		0,27 (***)	
$X_{10}$			0,01 (***)
$X_{14}$		-0,66 (***)	-0,14 (***)
$X_{17}$	0,001 (***)	0,0003 (***)	
$X_{19}$	-0,01 (***)		
$X_{20}$			0,0001 (**)
$R^2$	0,9324	0,9392	0,9099
$S_e$	3,31	2,69	0,56
$F_{набл}$	857,99 (***)	766,27 (***)	501,16 (***)
Наблюдаемое значение ADF-теста для остатков	-4,62 (***)	-4,40 (***)	-5,63 (***)

Примечание. Источник: расчеты автора.

Таким образом, в феврале 2009 г. и январе 2016 г. влияние структурных изменений является существенным. По результатам теста Чоу в набор независимых переменных были включены две фиктивные переменные:  $Z_1$  – переменная, принимающая значение 0 до февраля 2009 г. ( $t \leq 122$ ) и значение 1 в противном случае;  $Z_2$  – переменная,

принимающая значение 0 до января 2016 г. ( $t \leq 205$ ) и значение 1 в противном случае;

Далее были найдены оценки параметров моделей (1)–(3), дополненных фиктивными переменными  $Z_1$  и  $Z_2$ . Результаты моделирования представлены в табл. 4.

Были получены следующие модели экспорта товаров РФ и его составляющих:

$$\hat{Y}_{1,t} = 22,91 - 0,70X_{5,t} + 0,03X_{7,t} + 0,001X_{17,t} - 0,01X_{19,t} - 3,80Z_1 - 7,77Z_2, \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \hat{Y}_{2,t} = & 12,55 + 0,04X_{2,t} - 0,58X_{5,t} + 0,22X_{9,t} - \\ & - 0,32X_{14,t} + 0,001X_{17,t} + 1,15Z_1 - 6,96Z_2, \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \hat{Y}_{3,t} = & 1,34 + 0,01X_{2,t} - 0,10X_{5,t} + 0,006X_{10,t} - \\ & - 0,04X_{14,t} + 0,0001X_{20,t} + 0,74Z_1 - 0,89Z_2. \end{aligned} \quad (6)$$

Таблица 3

Тест Чоу на структурную стабильность временных рядов зависимых переменных

Переменная	Наблюдаемое значение $F$ -статистики теста ( $p$ -значение)	
	02.2009 г.	01.2016
$Y_1$	25,28 (0,000)	47,77 (0,000)
$Y_2$	19,41 (0,000)	23,79 (0,000)
$Y_3$	22,75 (0,000)	12,53 (0,000)

Примечание. Источник: расчеты авторов.

Таблица 4

Результаты моделирования экспорта товаров с учетом структурных изменений

	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
Константа	22,91 (***)	12,55 (***)	1,34 (**)
$X_2$		0,04 (**)	0,01 (***)
$X_5$	-0,70 (***)	-0,58 (***)	-0,10 (***)
$X_7$	0,03 (***)		
$X_9$		0,22 (***)	
$X_{10}$			0,006 (***)
$X_{14}$		-0,32 (***)	-0,04 (**)
$X_{17}$	0,001 (***)	0,001 (***)	
$X_{19}$	-0,01 (***)		
$X_{20}$			0,0001 (***)
$Z_1$	-3,80 (***)	1,15 (**)	0,74 (***)
$Z_2$	-7,77 (***)	-6,96 (***)	-0,89 (***)
$R^2$	0,9492	0,9735	0,9693
$S_e$	2,88	1,59	1,83
$F_{набл}$	769,67 (***)	1293,44 (***)	1111,36 (***)
Наблюдаемое значение $ADF$ -теста для остатков	-5,21 (***)	-5,20 (***)	-4,69 (***)

Примечание. Источник: расчеты автора.

Сравнивая данные табл. 2 и 4, можно видеть, что добавление фиктивных переменных привело к улучшению качества построенных моделей. Далее, для прогнозирования экспорта использовались модели (4)–(6).

По результатам моделирования подтверждена высокая степень зависимости российского экспорта от курса доллара и цен на энергоресурсы и продукты нефтепереработки. Также существенное влияние оказывают оборот розничной торговли, объем платных услуг и уровень безработицы.

Прогнозные значения зависимых переменных  $Y_1$ ,  $Y_2$ ,  $Y_3$  рассчитывались для июня и июля 2020 г. Предварительно были рассчитаны прогнозные значения независимых переменных на указанные месяцы, которые использовались при прогнозе по моделям (4)–(6). Для нахождения прогнозных значений временному ряду каждой из независимых переменных подбиралась модель, наилучшим образом описывающая этот временной ряд. В данном случае была выбрана модель  $ARIMA(1, 1, 0)$ . Результаты прогнозных расчетов для экспорта товаров РФ, скорректированные с учетом сезонной компоненты, представлены в табл. 5.

**Таблица 5**  
Прогнозные значения экспорта товаров РФ на июнь и июль 2020 г.

	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$
Июнь 2020 г.	38,12	33,26	4,86
Июль 2020 г.	39,45	33,88	5,57

Примечание. Источник: расчеты автора.

### Заключение

В работе были построены эконометрические модели экспорта товаров РФ, экспорта со странами дальнего зарубежья и со странами СНГ. Выявлены факторы, определяющие величину экспорта и его составляющих. Для того, чтобы учесть структурные изменения, вызванные мировыми экономическими кризисами и особенностями современной санкционной политики, в модели были введены фиктивные переменные, характеризующие структурную неустойчивость временных рядов зависимых переменных. Указанные переменные статисти-

чески значимы, их добавление позволило улучшить качество моделей. Построенные модели использовались для краткосрочного прогнозирования величины экспорта товаров РФ на следующие периоды.

Используемые в работе эконометрические и статистические методы позволяют оценить эффективность экспортной политики страны, выявить ее зависимость от различных социально-экономических факторов.

### Список литературы

1. Тиницкая О.В., Макарова Г.В. Экспорт Российской Федерации: современные тенденции, проблемы и перспективы развития // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2019. № 4 (77). С. 156–171.
2. Мореева С.Н. Несбалансированность структуры российского экспорта (с начала XX в.): история и намеченные пути преодоления // Теоретическая и прикладная экономика. 2019. № 1. С. 20–40.
3. Глебова И.Ю., Качанова Н.Н. Статистический анализ и методы прогнозирования показателей внешней торговли России // Инновации и инвестиции. 2013. № 7. С. 162–164.
4. Ускова Т.В., Асанович В.Я., Дедков С.М., Селименов Р.Ю. Внешнеэкономическая деятельность регионов СЗФО и республики Беларусь: состояние и методологические аспекты моделирования // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2010. № 4 (12). С. 118–130.
5. Ткалич Т.А. Модели анализа и прогнозирования экспорта республики Беларусь // Экономика и государство. 2017. № 4. С. 24–28.
6. Го Х. Прогнозирование динамики логистических факторов в развитии внешнеторгового товарооборота России и Китая // Логистика и управление цепями поставок: сборник научных трудов. СПб., 2019. С. 35–38.
7. Зайчикова Н.А., Федоренко Р.В. Моделирование экспорта региона Российской Федерации на основе эконометрического подхода // Обозрение прикладной и промышленной математики. 2019. Т. 26. № 3. С. 262–263.
8. Суханова Е.И., Ширнаева С.Ю. Различные подходы к моделированию и прогнозированию макроэкономических процессов // Фундаментальные исследования. 2015. № 12–2. С. 406–411.
9. Ковальчук В.В., Брикач Г.Е. Имитационное моделирование показателей торгового оборота как эффективный инструмент прогнозирования внешнеторговой деятельности республики Беларусь // Наука России: цели и задачи: сборник научных трудов по материалам XIII международной научной конференции. Екатеринбург, 2019. С. 16–22. DOI: 10.18411/sr-10-02-2019-04.
10. Краткосрочные экономические показатели Российской Федерации. М., 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://gks.ru/compendium/document/50802> (дата обращения: 12.06.2020).
11. Брюков В.Г. Как предсказать курс доллара. Эффективные методы прогнозирования с использованием Excel и EViews. М.: КНОРУС; ЦИПСИР, 2011. 272 с.