

**Цвиль М. М.**, кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры «Информатика и информационные таможенные технологии» Ростовского филиала Российской таможенной академии;  
tsvilmm@mail.ru

**Поливанова А.Б.**, студент 4 курса экономического факультета Ростовского филиала Российской таможенной академии, Ростов-на-Дону, Россия;  
polivanova.alla@yandex.ru

**Полянина К.Е.**, студент 4 курса экономического факультета Ростовского филиала Российской таможенной академии, Ростов-на-Дону, Россия;  
kseniya.evg@ya.ru

## **ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОБЪЕМОВ ИМПОРТА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Аннотация:** В статье получены эконометрические модели временных рядов по объемам импорта Республики Беларусь по квартальным данным в период с 2013 по 2018 гг. Построены модель экспоненциального сглаживания и мультипликативная модель. Также сделан прогноз объемов импорта в стоимостном выражении на 4-й квартал 2018 года.

**Ключевые слова:** Республика Беларусь, импорт, мультипликативная модель, экспоненциальное сглаживание, прогнозирование, уравнение тренда.

**Tsvil M.M.** – Candidate of Physics and Mathematics Science, associate professor of «Informatics and information customs technologies»; Russian Customs Academy (Rostov affiliate);  
tsvilmm@mail.ru

**Polivanova A.B.**, 4th year student of the Faculty of Economics, Russian Customs Academy (Rostov affiliate), Rostov-on-Don, Russia;  
polivanova.alla@yandex.ru

**Polyanina K.E.**, 4th year student of the Faculty of Economics, Russian Customs Academy (Rostov affiliate), Rostov-on-Don, Russia;  
kseniya.evg@ya.ru

## **ECONOMETRIC ANALYSIS OF VOLUMES OF IMPORT OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

**Abstract:** The article obtained econometric models of time series in terms of imports of the Republic of Belarus according to quarterly data in the period from 2013 to

2018. Exponential smoothing model and multiplicative model are constructed. Also, a forecast was made of import volumes in terms of value for the 4th quarter of 2018.

**Keywords:** The Republic of Belarus, import, multiplicative model, exponential smoothing, forecasting, trend equation.

Внешнеэкономические связи являются одной из наиболее сложных сфер экономики любой страны. Практическое осуществление экономических связей хозяйствующими субъектами одного государства с другими странами характеризуется как внешнеэкономическая деятельность (ВЭД).

Главным направлением ВЭД является внешняя торговля. Она охватывает продажу товаров в другие страны и приобретение там нужных товаров. Импорт – это закупка и ввоз иностранных товаров для последующей реализации на внутреннем рынке страны-импортера.

Прогнозирование внешней торговли основывается на анализе отчетных статистических данных о предшествующем состоянии исследуемого объекта [1].

Одной из важнейших задач статистики является изучение изменений анализируемых показателей во времени, то есть их динамика. Эта задача решается при помощи анализа рядов динамики (временных рядов).

Одна из основных задач изучения рядов динамики — выявить основную тенденцию (закономерность) в изменении уровней ряда, которая называется трендом. Закономерность в изменении уровней ряда в одних случаях проявляется наглядно, в других — может маскироваться колебаниями случайного или неслучайного характера. Поэтому, чтобы сделать правильные выводы о закономерностях развития того или иного показателя, надо суметь отделить тренд от колебаний, вызванных случайными кратковременными причинами. На основании выделенного тренда можно прогнозировать развитие явления в будущем. Для того, чтобы устранить колебания, вызванные случайными причинами, ряды динамики подвергают обработке [2].

Итак, временной ряд является последовательностью наблюдений  $Y$  некоторого признака в последовательные моменты времени. Отдельные наблюдения этого ряда называются уровнями ряда, которые обозначают  $y_t$ , где  $t=1,2,\dots,n$ , а  $n$  – число уровней.

Все уровни временного ряда формируются под влиянием следующих групп факторов:

1. Длительные факторы, которые действуют в течение длительного периода времени и формируют основную тенденцию временного ряда, т.е. тренд  $T(t)$ . Это называется трендовой компонентой ряда.
2. Периодические факторы, формирующие циклические колебания ряда, т.е. сезонная (циклическая) компонента  $S(t)$ .
3. Случайные факторы, формирующие случайную компоненту  $\varepsilon(t)$ .

Определение этих компонент в количественном выражении для использования полученной модели в прогнозировании будущих значений ряда является основной задачей эконометрического исследования временного ряда.

Один из простейших подходов к анализу структуры временного ряда – расчет значений сезонной компоненты и построение аддитивной или мультипликативной модели. Выбор модели осуществляется на основе анализа амплитуды сезонных колебаний: если она близка к постоянной, то строится аддитивная модель; в случае, когда амплитуда убывает или возрастает, строится мультипликативная модель [3].

Имеются поквартальные данные по объему импорта из третьих стран Республики Беларусь за 2013-2018 гг. (табл.1). [4]

Таблица 1

**Данные по объемам импорта Республики Беларусь за 2013-2018 гг.,  
млн. долл. США**

Период	2013	2014	2015	2016	2017	2018
I квартал	4435,88	3992,38	2893,78	2533,49	3003,88	3643,33
II квартал	5184,42	4649,13	3428,47	2967,52	3603,796	3991,63
III квартал	5120,91	4740,37	3207,59	3055,52	3760,23	3737,57
IV	5295,12	4844,03	3558,82	3678,13	4157,897	

квартал						
---------	--	--	--	--	--	--

Изобразим данные графически, представив их последовательно в виде временного ряда  $y_t$ , при  $t=1,2,\dots,23$ , где  $t$  – номер квартала. (рис.1)



Рис.1. Графическое представление объемов импорта Республики Беларусь за 2013-2018 гг.

Прежде чем прогнозировать объем импорта, необходимо по имеющимся у нас данным построить эконометрическую модель временного ряда. Общий алгоритм построения модели включает в себя:

1. Графическое представление данных  $y_t$ .
2. Проверка ряда на наличие тенденции (T).
3. Принятие решения о компонентах временного ряда.
4. Сглаживание ряда одним из доступных методов.
5. Выделение сезонных компонент (S) и аналитическое выравнивание по десеонализированному ряду.
6. Построение модели с введением фиктивных переменных и ее проверка на адекватность:
  - а) Оценка коэффициента детерминации ( $R^2$ );
  - б) Оценка статистической значимости модели (F-stat, т.е. значение F-критерия Фишера) и ее параметров;
  - в) Оценка ошибки модели;

г) Анализ остатков на наличие автокорреляции (тест Дарбина-Уотсона).[5]

При помощи программного комплекса Excel были выполнены основные этапы моделирования по данным импорта в Республике Беларусь за 2013-2018 гг. поквартально,  $n=23$ , а именно: вычленение сезонной компоненты, аналитическое выравнивание по десеонализированному ряду.

График временного ряда свидетельствует о существовании сезонных колебаний (период колебаний равен 4) и наличии тенденции (см.рис.1). Поскольку амплитуда сезонных колебаний уменьшается, можем предположить существование у временного ряда мультипликативной модели вида  $Y = T \cdot S \cdot E$ , где  $T$  - трендовая,  $S$  - сезонная,  $E$  - случайная компоненты. [6]

Проводим выравнивание исходных уровней ряда методом скользящей средней. Находим оценки сезонной компоненты как частное от деления фактических уровней ряда на центрированные скользящие средние. Полученные данные внесены в таблицу 2.

Таблица 2

**Выравнивание исходных уровней ряда методом скользящей средней и  
нахождение оценки сезонной компоненты**

<b>t</b>	<b><math>Y_t</math></b>	<b>Итого за 4 квартала</b>	<b>Средняя за 4 квартала</b>	<b>Центрированная скользящая средняя</b>	<b>Оценка сезонной компоненты</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
1	4435,88	-	-	-	-
2	5184,42	-	-	-	-
3	5120,91	20036,33	5009,0825	4953,645	1,03
4	5295,12	19592,83	4898,2075	4831,2963	1,10
5	3992,38	19057,54	4764,385	4716,8175	0,85
6	4649,13	18677	4669,25	4612,8638	1,01
7	4740,37	18225,91	4556,4775	4419,1525	1,07
8	4844,03	17127,31	4281,8275	4129,245	1,17
9	2893,78	15906,65	3976,6625	3785,065	0,76
10	3428,47	14373,87	3593,4675	3432,8163	1,00
11	3207,59	13088,66	3272,165	3227,1288	0,99
12	3558,82	12728,37	3182,0925	3124,4738	1,14
13	2533,49	12267,42	3066,855	3047,8463	0,83
14	2967,52	12115,35	3028,8375	3043,7513	0,97
15	3055,52	12234,66	3058,665	3117,4638	0,98

16	3678,13	12705,05	3176,2625	3255,797	1,13
17	3003,88	13341,326	3335,3315	3423,4203	0,88
18	3603,796	14046,036	3511,509	3571,4799	1,01
19	3760,23	14525,803	3631,4508	3711,382	1,01
20	4157,897	15165,253	3791,3133	3839,7925	1,08
21	3643,33	15553,087	3888,2718	3885,4393	0,94
22	3991,63	15530,427	3882,6068	-	-
23	3737,57	-	-	-	-

Используем эти оценки для расчета значений скорректированной сезонной компоненты  $S$ . Для этого найдем средние за каждый квартал оценки сезонной компоненты  $\bar{S}_i$  (табл. 3).

Таблица 3

### Расчет значений сезонной компоненты

Показатели	Год	№ квартала, $i$				
		I	II	III	IV	
	1	-	-	1,034	1,096	
	2	0,846	1,008	1,073	1,173	
	3	0,765	0,999	0,994	1,139	
	4	0,831	0,975	0,980	1,130	
	5	0,877	1,009	1,013	1,083	
	6	0,938	-	-	-	
Итого за $i$ -й квартал (за все годы)		4,257	3,991	5,094	5,621	
Средняя оценка сезонной компоненты для $i$ -го квартала, $\bar{S}_i$		0,851	0,998	1,019	1,124	$k=0,998$
Скорректированная сезонная компонента, $S_i$		0,853	1,000	1,021	1,126	$\Sigma=4$

После данного шага к десезонализированному ряду стало возможным применение аналитического выравнивания, первая задача которого – подбор модели тренда, наиболее точно описывающей поведение уровней ряда во времени. Для этого была рассмотрена модель тренда в виде полинома третьей степени с фиктивными переменными. Введем фиктивные переменные:  $z_7=1$  для  $t=7$  и  $z_7=0$  для остальных  $t$  и  $z_{23}=1$  для  $t=23$  и  $z_{23}=0$  для остальных  $t$ . (рис. 2).

Вывод итогов					
<i>Регрессионная статистика</i>					
Множественный	0,954072661				
R-квадрат	0,910254643				
Нормированный	0,89031123				
Стандартная ошибка	246,5515507				
Наблюдения	23				
<i>Дисперсионный анализ</i>					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>
Регрессия	4	11097851,11	2774462,779	45,64186961	3,47162E-09
Остаток	18	1094178,009	60787,66716		
Итого	22	12192029,12			
<i>Коэффициенты стандартная ошибка статистика P-Значение Нижние 95%</i>					
Y-пересечение	5757,890594	151,7135041	37,95239342	1,23967E-18	5439,152349
t	-266,6998826	21,33676083	-12,49954877	2,60996E-10	-311,5267537
t^3	0,416399478	0,042055645	9,901155525	1,04039E-08	0,328043848
z7	610,0411349	256,2598656	2,38055668	0,028542051	71,65913516
z23	-1028,651486	314,8564846	-3,267048756	0,004281485	-1690,140414

Рис. 2. Применение модели полинома третьей степени с двумя фиктивными переменными к десеонализированному ряду

Полученное уравнение тренда выглядит следующим образом:

$$T = 5757,89 - 266,7t + 0,416t^3 + 610,04z_7 - 1028,65z_{23}. \quad (1)$$

Данная модель тренда продемонстрировала высокую долю объясненной дисперсии: коэффициент детерминации  $R^2 = 0,91$ , и высокое значение F-stat. Ошибки коэффициентов модели принимают значения меньше уровня значимости 0,05. Автокорреляция отсутствует. Это выявлено путем анализа остатков по тесту Дарбина-Уотсона.

С помощью полученного уравнения тренда (1) и с учетом сезонных компонент (T\*S) можно рассчитать прогнозные значения уровней ряда, а также выявить остатки модели для вычисления последующей средней относительной ошибки модели.

Расчет теоретических значений ряда и ошибок представлен в таблице 4.

Таблица 4

### Расчет ошибки

$t$	$y_t$	$S_t$	$Y_t/S_t$	$T$	$T*S$	$E' = y_t - (T * S)$	$(E')^2$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	4435,88	0,85	5199,28	5491,607	4685,29	-249,41	62204,06
2	5184,42	1,00	5186,22	5227,822	5226,00	-41,58	1729,17
3	5120,91	1,02	5016,65	4969,034	5072,30	48,61	2362,52
4	5295,12	1,13	4700,95	4717,741	5314,03	-18,91	357,54
5	3992,38	0,85	4679,45	4476,441	3819,18	173,20	29999,68
6	4649,13	1,00	4650,75	4247,634	4246,16	402,97	162388,19
7	4740,37	1,02	4643,86	4643,858	4740,37	0,00	0,00
8	4844,03	1,13	4300,48	3837,488	4322,52	521,51	271974,10
9	2893,78	0,85	3391,79	3661,147	3123,59	-229,81	52812,33
10	3428,47	1,00	3429,66	3507,291	3506,07	-77,60	6021,92
11	3207,59	1,02	3142,28	3378,420	3448,63	-241,04	58101,56
12	3558,82	1,13	3159,48	3277,030	3691,22	-132,40	17530,58
13	2533,49	0,85	2969,49	3205,622	2734,95	-201,46	40585,29
14	2967,52	1,00	2968,55	3166,692	3165,59	-198,07	39232,00
15	3055,52	1,02	2993,31	3162,741	3228,47	-172,95	29912,13
16	3678,13	1,13	3265,41	3196,265	3600,25	77,88	6065,40
17	3003,88	0,85	3520,84	3269,763	2789,67	214,21	45885,23
18	3603,80	1,00	3605,05	3385,734	3384,56	219,24	48065,93
19	3760,23	1,02	3683,67	3546,677	3620,39	139,84	19556,13
20	4157,90	1,13	3691,34	3755,089	4229,70	-71,81	5156,34
21	3643,33	0,85	4270,33	4013,469	3424,18	219,15	48026,50
22	3991,63	1,00	3993,02	4324,315	4322,81	-331,18	109680,45
23	3737,57	1,02	3661,47	3661,474	3737,57	0,00	0,00
$\Sigma$	89483,89						1057647,04
<b>Ср</b>	3890,60						

Рассчитаем сумму квадратов отклонений уровней ряда от его среднего значения:  $\sum(y_t - \bar{y}_t)^2 = 13946366,18$ .

Вычислим долю ошибки, равную  $\sum(E')^2 / \sum(y_t - \bar{y}_t)^2 = 1057647,04 / 13946366,18 = 0,076$ . В процентном формате это 7,6%. Оставшаяся часть – 92,4% – доля дисперсии уровней временного ряда, объясненная мультипликативной моделью.



Графически фактические и полученные теоретические данные выглядят следующим образом. (рис.3)

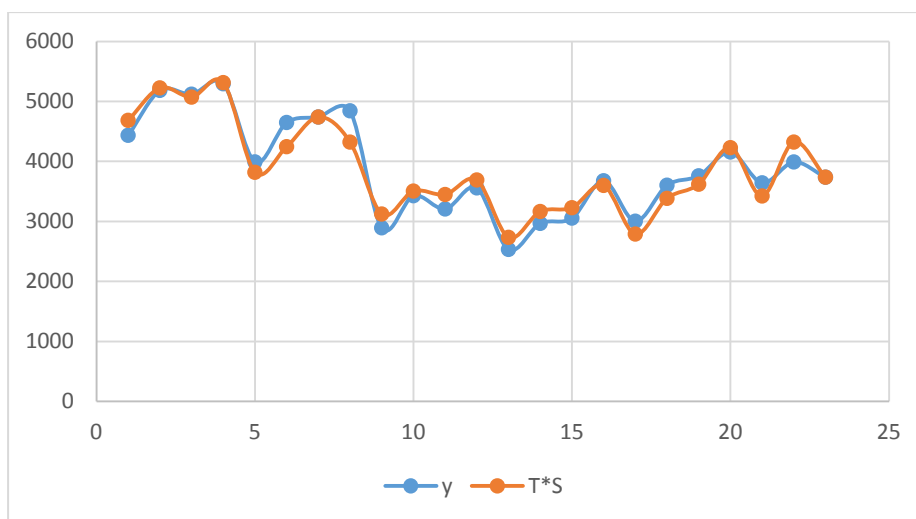


Рис. 3. Фактические и полученные теоретические данные

Спрогнозируем объем импорта для 4 квартала 2018 года.

Подставим в полученное уравнение тренда  $T=5757,89-266,7t+0,416t^3+610,04z_7-1028,65z_{23}$  требуемое значение  $t=24$ , имеем:

$$T_{24} = 5757,89 - 266,7 * 24 + 0,416 * 24^3 = 5107,874 \text{ млн. долл.}$$

США.

Используем значение сезонной компоненты для 4-го квартала:  $S_4=0,85$ .

Тогда:

$$F_{24} = T_{24} + S_4 = 5107,874 + 0,85 = 5108,724 \text{ млн. долл. США.}$$

Выявление и анализ тенденции временного ряда часто производится с помощью его выравнивания или сглаживания. Экспоненциальное сглаживание является одним из наиболее распространенных приемов, используемых для моделирования и для прогнозирования. В основе процедуры сглаживания лежит расчёт экспоненциальных скользящих средних сглаживаемого ряда.

Главное достоинство прогнозной модели, основанной на экспоненциальных средних, состоит в том, что она способна последовательно адаптироваться к новому уровню процесса без значительного реагирования на случайные отклонения [7].

Воспользуемся уже приведенными выше данными по объему импорта Республики Беларусь из третьих стран за 2013–2018 гг. и проведем экспоненциальное сглаживание, а также сделаем прогноз на 4 квартал 2018 года.

В качестве начального значения экспоненциальной средней возьмем среднее значение из пяти первых уровней ряда, параметр адаптации примем  $\alpha = 0,8$ .

$$\text{Определим } S_0 = \frac{1}{23} \sum_{t=1}^{23} y_t = 3890,604.$$

Найдем значение экспоненциальной средней при  $\alpha = 0,8$ .

$$S_t = \alpha x_t + (1 - \alpha)S_{t-1} \quad [7]$$

Расчеты представлены в таблице 9.

Таблица 9

### Расчет значений экспоненциальной средней

$t$	$x_t$	$S_t$	$\left  \left( \frac{x_t - S_t}{x_t} \right) \right $	$\bar{A}$
1	4435,88	4326,83	0,02	2,680
2	5184,42	5012,90	0,03	
3	5120,91	5099,31	0,00	
4	5295,12	5255,96	0,01	
5	3992,38	4245,10	0,06	
6	4649,13	4568,32	0,02	
7	4740,37	4705,96	0,01	
8	4844,03	4816,42	0,01	
9	2893,78	3278,31	0,13	
10	3428,47	3398,44	0,01	
11	3207,59	3245,76	0,01	
12	3558,82	3496,21	0,02	
13	2533,49	2726,03	0,08	
14	2967,52	2919,22	0,02	
15	3055,52	3028,26	0,01	
16	3678,13	3548,16	0,04	
17	3003,88	3112,74	0,04	
18	3603,796	3505,58	0,03	
19	3760,23	3709,30	0,01	
20	4157,897	4068,18	0,02	
21	3643,33	3728,30	0,02	
22	3991,63	3938,96	0,01	
23	3737,57	3777,85	0,01	
$\Sigma$			0,62	

Графически полученные и исходные данные выглядят следующим образом. (рис.5)

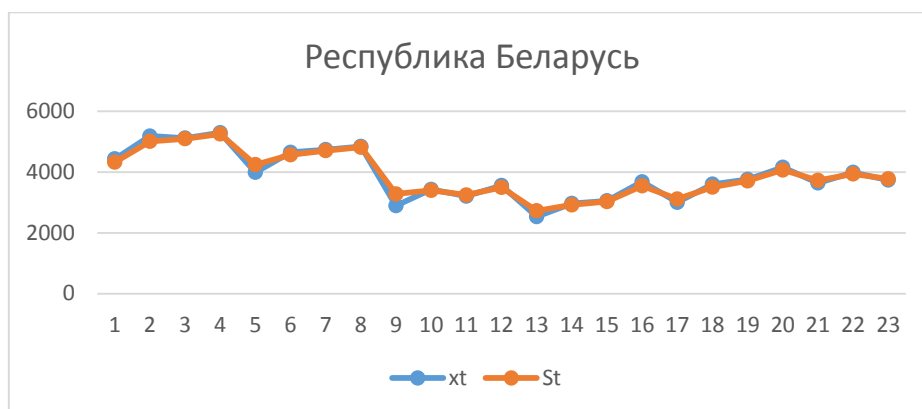


Рис. 5. Экспоненциальное сглаживание объемов импорта Республики Беларусь

Спрогнозируем объем импорта на 4 квартал 2018 г. по формуле:

$$S_t = S_{t-1} + \alpha \cdot (y_{t-1} - S_{t-1}) [7]$$

$$S_t = 3777,85 + 0,8 \cdot (3737,57 - 3777,85) = 3745,626 \text{ млн. долл. США}$$

Найдем средний арифметический прогноз по данным 2-х методов на 4 квартал 2018 года:

$$(5108,724 + 3745,626) / 2 = 8880,229 / 2 = 4427,175 \text{ млн. долл. США}$$

Таким образом, проведенное нами исследование временного ряда по объемам импорт Республики Беларусь позволило сделать прогноз на текущий 4-й квартал 2018 года. В соответствии с данными, которые будут представлены в официальных источниках, мы сможем сравнить прогнозные значения с фактическими.

#### Список литературы:

1. Ткаченко М.Ф., Шатская И.И. Основы внешнеэкономической деятельности: Учебное пособие. СПб.: Троицкий мост, 2016.
2. Ларькин Е.В. Анализ временных рядов и прогнозирование по данным таможенной статистики: учебное пособие. СПб.: Троицкий мост, 2016.
3. Елисеева И.И. Эконометрика: учебник. М.: Финансы и статистика, 2017.

4. Официальный сайт Евразийской экономической комиссии [Электронный ресурс]. URL: <http://www.eurasiancommission.org>
5. Цвиль М. М. Эконометрика: конспекты лекций по учебной дисциплине. Ростов н/Д: Российская таможенная академия, Ростовский филиал, 2012. 86 с.
6. Цвиль М. М. Анализ временных рядов и прогнозирование: учеб. пособие. Ростов н/Д: Российская таможенная академия, Ростовский филиал, 2016. 135 с.
7. Цвиль М.М., Карапетян А.А. Прогнозирование с помощью адаптивных методов по данным внешней торговли Южного таможенного управления // ж. Академический вестник Ростовского филиала Российской таможенной академии/2016. №4. С. 112-117.

#### **References:**

1. Tkachenko M.F., Shatskaya I.I. Fundamentals of foreign economic activity: Study Guide. SPb.: Troitsky Most, 2016.
2. Larkin E.V. Time series analysis and forecasting according to customs statistics: St. Petersburg: Troitsky Most, 2016.
3. Eliseeva I.I. Econometrics: textbook . М .: Finance and Statistics, 2017.
4. The official website of the Eurasian Economic Commission [Electronic resource]. URL: <http://www.eurasiancommission.org>
5. Tsvil M. M. Econometrics: lecture notes on academic discipline. Rostov on / D: Russian customs Academy, Rostov branch, 2012. 86 p.
6. Tsvil M. M. Time series analysis and forecasting: proc. benefit. Rostov on / D: Russian customs Academy, Rostov branch, 2016. 135 p.
7. Tsvil M. M., Karapetyan, A. A., Forecasting with adaptive techniques, according to the foreign trade of the Southern Customs Directorate // Zh. Academic Bulletin of the Rostov branch of Russian Customs Academy/2016. No. 4. P. 112-117.