

**Цвиль М. М.** – доцент кафедры информатики и информационных таможенных технологий РТА (РФ), кандидат физико-математических наук, доцент, Ростов-на-Дону, Россия; [tsvilmm@mail.ru](mailto:tsvilmm@mail.ru)

**Великанова Е.С.** – студент 4 курса экономического факультета РТА (РФ), Ростов-на-Дону, Россия; [velikanova\\_natina@mail.ru](mailto:velikanova_natina@mail.ru)

## **АВТОРЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ ПО ДАННЫМ ИМПОРТНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ТАМОЖЕННЫХ ПЛАТЕЖЕЙ**

**Аннотация.** В данной статье с целью прогнозирования построена авторегрессионная модель. Эконометрическое моделирование осуществлялось на основе месячных данных с 01.01.2016 по 30.10.2019 г. объемов таможенных платежей по импорту группы товаров ТН ВЭД ЕАЭС 12 «Масличные семена и плоды; прочие семена, плоды и зерно; лекарственные растения и растения для технических целей; солома и фураж» в регионе деятельности Ростовской таможни. По построенной модели сделан прогноз на ноябрь 2019 г.

**Ключевые слова:** эконометрика, временной ряд, моделирование, прогнозирование, авторегрессионная модель, таможенные платежи.

*Tsvil Maria M.* – PhD in Physics and Mathematics, associate professor of «Informatics and information customs technologies»; Russian Customs Academy (Rostov branch), Rostov-on-Don, Russia; [tsvilmm@mail.ru](mailto:tsvilmm@mail.ru)

**Velikanova E. S.** – a fourth-year student of economic faculty of Russian Customs Academy (Rostov branch), Rostov-on-Don, Russia; [velikanova\\_natina@mail.ru](mailto:velikanova_natina@mail.ru)

## **AUTOREGRESSION MODEL ACCORDING TO THE DATA OF THE IMPORT COMPONENT OF CUSTOMS PAYMENTS**

**Abstract.** In this article, an autoregressive model is constructed with the purpose of forecasting. Econometric modeling was carried out on the basis of monthly data from 01/01/2016 to 10/30/2019 of the volumes of Customs payments on import of the commodity group of the Customs nomenclature of the foreign economic activity of EAEU 12 “Oilseeds and fruits; other seeds, fruits and grains; medicinal plants and plants for technical purposes; straw and forage ”in the region of Rostov Customs activity. According the constructed model, a forecast is made for November 2019.

**Keywords:** econometrics, time series, modeling, forecasting, autoregressive model, customs payments.

Бюджетное прогнозирование является комплексом вариантных оценок возможных путей развития доходной или расходной части бюджета. На сегодняшний день моделирование посредством временных рядов служит для целей описания динамики того или иного явления различными факторами в связи с чем является актуальным направлением исследований. В различных сферах деятельности требуется составление прогнозных значений для последующего планирования деятельности [1], [2], [3]. В сфере государственного управления данный вопрос является наиболее актуальным среди органов власти, осуществляющих фискальную функцию. Как известно, на протяжении многих лет таможенные платежи составляют порядка 30-50% федерального бюджета, в связи с чем, обосновывается актуальность анализа и прогнозирования таможенных платежей как источника финансирования федерального бюджета.

В Южном таможенном управлении прогнозы объемов таможенных платежей получают с помощью автоматизированной системы АС «Прогнозирование». В качестве уравнений модели для прогнозирования таможенных платежей в этой системе используют модель Бокса-Дженкинса – ARIMA (авторегрессионное интегрированное скользящее среднее, autoregressive integrated moving average). Модель ARIMA – одна из наиболее популярных моделей для построения краткосрочных прогнозов ARIMA является обобщением модели авторегрессионного скользящего среднего (ARMA).

Процесс ARMA(p, q) является комбинацией авторегрессионного процесса (AR(p)) и процесса скользящего среднего (MA(q)), процессы такого вида описываются уравнениями следующего вида:

$$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + \dots + a_p y_{t-p} + b_0 + b_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + b_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t$$

В данной статье для целей прогноза разрабатывается авторегрессионная модель [4], [5], [6]. В основе авторегрессионных моделей лежит предположение о том, что последующие значения рассматриваемой переменной зависят только от ее значений в предыдущие периоды и ошибки. Таким образом, авторегрессионная модель порядка  $p$  –  $AR(p)$  записывается следующим образом:

$$y_t = \mu + \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 y_{t-2} + \dots + \beta_p y_{t-p} + u_t = \mu + \sum_{i=1}^p \beta_i y_{t-i} + u_t,$$

где  $u_t$  – белый шум,  $y_{t-p}$  –  $(t-p)$ -й лаг рассматриваемой переменной.

Эконометрическое моделирование осуществлялось по данным объемов таможенных платежей по импорту группы товаров ТН ВЭД ЕАЭС 12 «Масличные семена и плоды; прочие семена, плоды и зерно; лекарственные растения и растения для технических целей; солома и фураж» помесечных данных с 01.01.2016 по 30.10.2019 г. в регионе деятельности Ростовской таможни (таблица 1) [7].

Таблица 1

Объемы таможенных платежей при импорте группы 12 по месяцам в 2016-2019 гг. в регионе деятельности Ростовской таможни, млн. руб.

Месяц	2016	2017	2018	2019
1	24,563	43,827	50,554	142,583
2	36,744	105,264	108,237	84,805
3	98,661	100,308	90,870	67,953
4	16,750	10,682	20,246	66,157
5	14,885	6,341	13,580	89,754
6	4,986	24,179	13,854	106,854
7	15,535	11,346	8,267	56,505
8	13,485	23,890	13,684	10,031
9	16,521	3,241	15,535	8,346
10	30,355	11,871	24,766	46,038
11	31,535	31,143	11,291	
12	62,510	93,889	77,889	

Изобразим данные, представленные в таблице, графически, представив их последовательно в виде уровней временного ряда при  $t=1...45$ , где  $t$  – номер месяца.

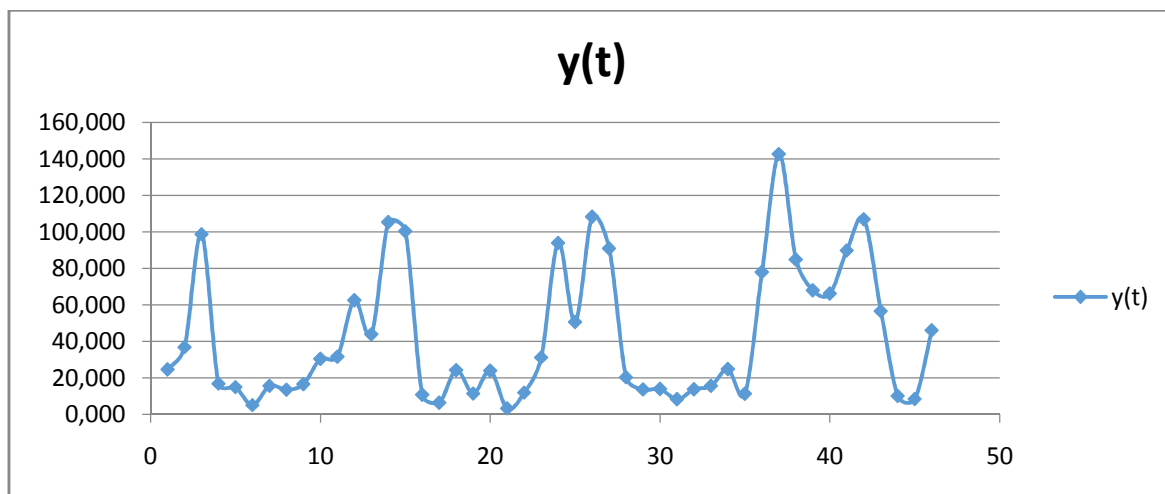


Рис. 1. Графическое представление объемов таможенных платежей при импорте группы 12 по месяцам в 2016-2019 гг. в регионе деятельности Ростовской таможни, млн. руб.

Исследуя графическое представление и значение автокорреляционной функции можно сделать вывод, что для моделирования данной временной ряд является стационарным. Произведем расчет частных коэффициентов корреляции:

$$\begin{array}{ll}
 r_1 = 0,5143 & r_4 = -0,0999 \\
 r_2 = 0,1469 & r_5 = -0,2012 \\
 r_3 = 0,0199 & r_6 = -0,3619
 \end{array}$$

Из вычисленных коэффициентов следует, что каждый следующий уровень  $y_t$  зависит от уровня  $y_{t-1}$  в гораздо большей степени, чем от остальных. Приходим к выводу, что модель исследуемого стационарного ряда имеет вид:

$$y_t = \mu + \beta_1 y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Применяя инструментарий MSExcel, а именно, программный пакета «Анализа данных – Регрессия» получаем авторегрессионную модель AR(1) вида:

$$y_t = 20,359 + 0,516y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1)$$

Для проверки адекватности модели (1) приведем следующие показатели регрессионной статистики и дисперсионного анализа (рис. 2):

Вывод итогов				
<b>Регрессионная статистика</b>				
Множеств	0,5142875			
R-квадрат	0,264491632			
Нормиров	0,247386786			
Стандарт	32,4895994			
Наблюден	45			
<b>Дисперсионный анализ</b>				
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>
Регрессия	1	16322,30494	16322,30494	15,46296505
Остаток	43	45389,68497	1055,574069	
Итого	44	61711,9899		
	<i>Коэффициенты</i>	<i>стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>
Y-пересеч	20,35868058	7,434654113	2,738349393	0,0089479
y(t-1)	0,515631036	0,131127162	3,932297681	0,000301581

Рис. 2. Результаты регрессионной статистики и дисперсионного анализа для авторегрессионной модели

Из рис. 2 видно, что значение  $R^2$  достаточно низкое, необходимо ввести фиктивные переменные для увеличения точности прогноза. Исходя из результатов проведенных исследований, введем фиктивные переменные  $Z_3, Z_{15}, Z_{24}, Z_{37}, Z_{42}$ , принимающие значение 1 – для рассматриваемого периода  $t$  и 0 – для остальных. Тогда, авторегрессионная модель примет вид:

$$y_t = 12,329 + 0,512 * y_{t-1} + 77,756 * Z_3 + 82,51 * Z_{15} + 55,677 * Z_{24} + 86,833 * Z_{37} + 65,594 * Z_{42} \quad (2)$$

Для проверки адекватности модели (2) приведем следующие показатели регрессионной статистики и дисперсионного анализа (рис. 3):

Вывод итогов				
<b>Регрессионная статистика</b>				
Множеств	0,816112			
R-квадрат	0,666038			
Нормиров	0,613308			
Стандарт	23,28849			
Наблюден	45			
<b>Дисперсионный анализ</b>				
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>
Регрессия	6	41102,55	6850,425	12,630921
Остаток	38	20609,44	542,3536	
Итого	44	61711,99		
	<i>Коэффициент</i>	<i>стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>
Y-пересеч	12,329	5,556617	2,218749	0,0325517
y(t-1)	0,512	0,096977	5,279653	5,526E-06
z3	77,756	23,71389	3,278928	0,0022342
z37	86,833	23,92526	3,629364	0,0008335
z42	65,594	23,61462	2,777706	0,0084568
z15	82,510	23,78406	3,469144	0,0013148
z24	55,677	23,58944	2,360235	0,0234995

Рис. 3. Результаты регрессионной статистики и дисперсионного анализа для авторегрессионной модели с фиктивными переменными

В процессе анализа объемов таможенных платежей при импорте группы 12 по месяцам в 2016-2019 гг. в регионе деятельности Ростовской таможни было осуществлено построение модели прогноза с применением аналитического

выравнивания по сглаженному ряду с применением фиктивных переменных для учета выраженных колебаний. На рис. 4. представлено поведение практических и теоретических уровней исследуемого ряда.

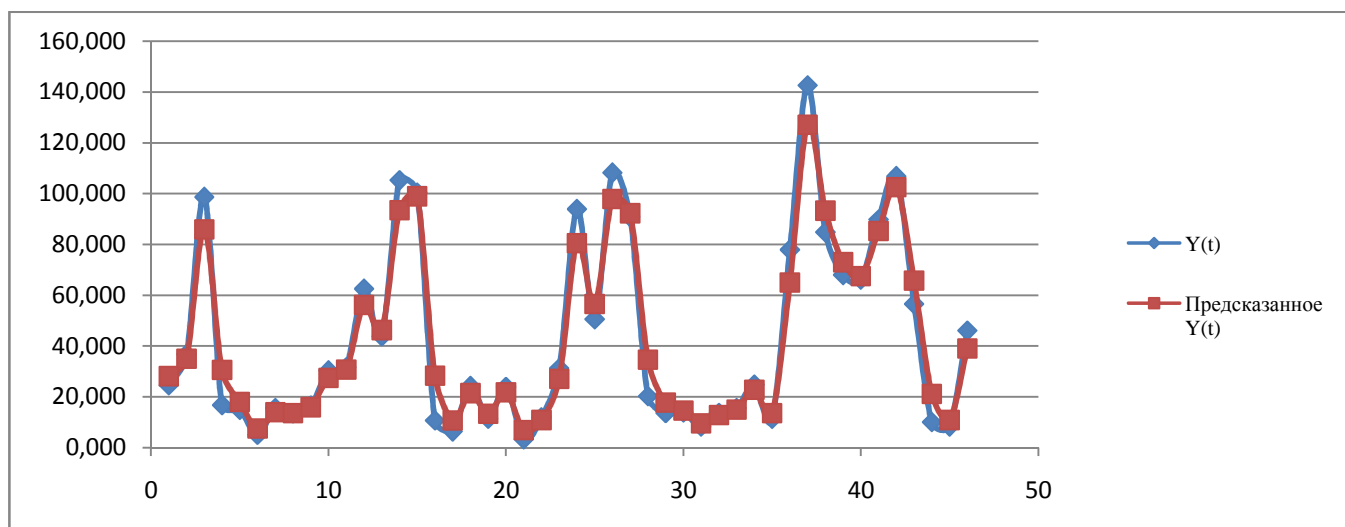


Рис. 4. Поведение практических и теоретических уровней ряда

На основе полученной модели (2) было составлено прогнозное значение на ноябрь 2019 г. 44,633 млн. руб. Прогнозирование было осуществлено с вероятностью ошибки 3,78%, что является допустимой величиной, учитывая характер полученных данных, а сами результаты прогноза являются реальными и соотносящимися с действительностью.

#### Список литературы:

1. Беляева Е.Н., Кудрявцев О.Е. Актуальные проблемы прогнозирования внешней торговли Южного федерального округа // Академический вестник Ростовского филиала Российской таможенной академии. 2003. № 1. С. 4-7.
2. Цвиль М.М. Эконометрическое моделирование объемов таможенных платежей в регионе деятельности Ростовской таможни // Академический вестник. 2019. №1 (34). С. 61–69.
3. Цвиль М.М., Карапетян А.А. Прогнозирование с помощью адаптивных методов по данным внешней торговли Южного таможенного

управления // Академический вестник Ростовского филиала Российской таможенной академии. 2016. №4. С. 112-117.

4. Цвиль М.М. Анализ временных рядов и прогнозирование: учеб.пособие. – Ростов н/Д: РТА, Ростовский филиал, 2016. 135 с.

5. Елисеева И.И. Эконометрика: учебник. – М.: Финансы и статистика, 2017.

6. Цвиль М.М, Кудрявцев О.Е., Любицкая Ю.И. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования физических объемов в регионе деятельности Южного таможенного управления // Инженерный вестник Дона: электронный научный журнал. 2017. №4. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4607>.

7. Официальный сайт ЮТУ. URL: <http://yutu.customs.ru/> (дата обращения: 20.11.2018).

#### **References:**

1. Belyaeva E. N., Kudryavtsev O. E. Actual problems of forecasting foreign trade of the southern Federal district // Academic Bulletin of the Rostov branch of the Russian customs Academy. 2003. № 1. p. 4-7.

2. Tsvil M. M. Econometric modeling of volumes of customs payments in the region of activity of the Rostov customs // Academicheskyy Vestnik. 2019. № 1 (34). p. 61-69.

3. Tsvil M. M., Karapetyan A. A., Forecasting with adaptive techniques, according to the foreign trade of the Southern Customs Directorate // Academic Bulletin of the Rostov branch of Russian Customs Academy. 2016. № 4. p. 112-117.

4. Tsvil M. M. Time series analysis and forecasting: textbook. Rostov on / D: Russian customs Academy, Rostov branch, 2016. 135 p.

5. Eliseeva I.I. Econometrics: textbook . М.: Finance and Statistics, 2017.

6. Tsvil M. M., Kudryavtsev O. E., Lyubitskaya Y. I. Adaptive methods of short-term forecasting of physical volumes in the region of activity of the southern

customs administration // Engineering Bulletin of the don: electronic scientific journal. 2017. № 4.

7. Official website of UTAH. URL: <http://yutu.customs.ru/> (accessed: 20.11.2018).