

## Сезонная модель Уинтерса с линейным ростом статистической стоимости

*М.М. Цвиль, Ю.Р. Заиченко*

*Российская таможенная академия (Ростовский филиал), Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** В статье строится сезонная модель с линейным ростом Уинтерса статистической стоимости, на основе которой рассчитываются параметры: индекс таможенной стоимости и средневзвешенная ставка, входящих в состав расчетной формулы таможенных платежей. Для построения модели используются ежемесячные данные таможенной статистики по импорту 28 товарной группы «Продукты неорганической химии; соединения неорганические или органические драгоценных металлов, редкоземельных металлов, радиоактивных элементов или изотопов» ТН ВЭД ЕАЭС с 01. 01. 2018 по 31. 12. 2020в регионе деятельности Южного таможенного управления.

**Ключевые слова:** временной ряд, эконометрическое моделирование, прогнозирование, параметр адаптации, коэффициенты сезонности, адаптивная модель.

Одной из ключевых задач, стоящих перед таможенной службой России, является пополнение федерального бюджета и предоставление прогнозных оценок развития внешней торговли местным органам власти, что определяет актуальность и практическую значимость совершенствования методических основ прогнозирования таможенных платежей. Прогнозирование таможенных платежей базируется на расчете параметров, в качестве которых выступают: вес нетто товара, индекс таможенной стоимости (ИТС), средневзвешенная ставка (СВС) и курс доллара США. Произведение этих параметров служит основой для расчета таможенных платежей [1–3].

В Южном таможенном управлении для прогнозирования ожидаемых объемов таможенных платежей используется комплексная программа АС «Прогнозирование», но с февраля 2021 года ее работа была приостановлена, что обусловлено переходом к концепции диспетчеризации, алгоритм которой предполагает учет загруженности центров электронного декларирования (ЦЭД) [4,5].

Ранее прогнозирование и корректировка значений параметров, применяемых для вычисления объемов таможенных платежей в ЮТУ

осуществлялось на основе исторического массива таможенных деклараций на базе АС «Прогнозирование», а в настоящее время этот механизм неэффективен, так как выпуск деклараций осуществляется различными ЦЭД независимо от фактического места подачи деклараций. Именно поэтому появляется необходимость построения прогнозных моделей для параметров при использовании различных методов эконометрического моделирования конкретных групп товаров.

Наиболее прогрессивным методом краткосрочного прогнозирования является построение адаптивных моделей, которые учитывают тенденцию развития в настоящий момент времени [3,6].

Достоинство адаптивных методов главным образом заключается в построении экономико-математических моделей, способных к самокорректировке на фоне постоянно меняющихся условий и учета информационной ценности составляющих временного ряда [7]. Следовательно, такие модели предполагают весьма достоверные оценки и предназначаются для краткосрочного прогнозирования.

Способность адаптивных моделей учитывать текущие свойства ряда и эволюцию динамических характеристик исследуемого процесса является их отличительной особенностью. Скорость реагирования модели на изменения в динамическом процессе отражает параметр адаптации. Его значение определяется на основе эмпирических данных аналитическим способом или же методом проб.

Для построения адаптивной модели используем ежемесячные данные статистической стоимости (долл.) по импорту группы 28 ТН ВЭД ЕАЭС «Продукты неорганической химии; соединения неорганические или органические драгоценных металлов, редкоземельных металлов, радиоактивных элементов или изотопов» с 01.01.2018 по 31.12.2020 в регионе Южного таможенного управления, которые отражены в таблице 1.

---

Таблица №1

Показатели статистической стоимости импорта 28 товарной группы по  
 месяцам в 2018–2020 гг., долл. [4]

2018 г.	2019 г.	2020 г.
7576863,53	9405710	6852006,52
7371307,65	7517202	5621147,99
6480345,38	5656041	6167515,43
8228195,49	10573072	7893892,65
9531210,84	8469646	5991886,69
9981795,41	4994453	6868109,82
12590555,55	10380851	5277357,82
9311926,9	5700260	7070062,55
7843338,9	7439372	5722242,07
10502710,98	8845779	6442420,66
11545693,67	5934785	5496268,42
7797054,05	8461473	7340522,22

Изучая графическое представление данного ряда статистической стоимости (рис. 1), приходим к выводу, что структура этого ряда содержит сезонную составляющую, периодические сезонные колебания с периодом  $l=9$ . Таким образом, для моделирования параметра статистической стоимости воспользуемся адаптивной моделью с линейным ростом и мультипликативными коэффициентами сезонности, разработанной П.Р. Уинтерсом[3,6].

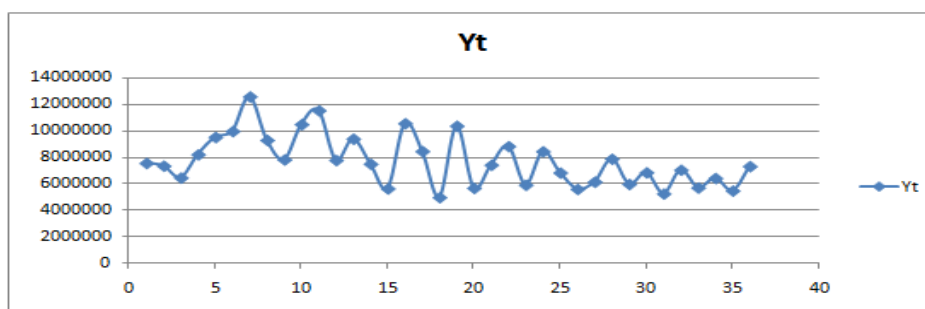


Рис. 1. – График исходного ряда статистической стоимости для 28 групп

Прогнозная адаптивная модель с линейным ростом и мультипликативными коэффициентами сезонности имеет вид:

$$\hat{Y}_\tau(t) = (\hat{a}_{1,t} + \tau \hat{a}_{2,t}) \hat{f}_{t-l+\tau}, \quad (1)$$

где  $\hat{a}_{2,t}$  – величина, которая учитывает вариацию среднего за полный сезонный цикл уровня процесса за единицу времени (месяц);

$f_t, f_{t-1}, \dots, f_{t-l+\tau}$  – коэффициенты сезонности;

$\tau$  – время упреждения, на которое делается прогноз;

$l$  – число фаз в полном сезонном цикле ( $l = 9$ ).

Уинтерс предложил использовать в прогностических моделях экспоненциальную схему для вычисления коэффициентов линейного тренда и сезонных колебаний [6]. В первую очередь, выравниваем исходный ряд методом скользящей средней и вычисляем центрированные скользящие средние. После этого в результате деления фактических уровней ряда  $y_t$  на центрированные скользящие средние получим оценки сезонной компоненты [2]. Далее находим корректирующий коэффициент, который равен 0,99453, а также показатели скорректированных сезонных компонент, которые в сумме составляют 9. Указанные расчеты представлены в таблице 2.

Таблица №2

Вычисление скорректированной сезонной компоненты

Показатель	Год	Номер месяца, $i$								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1	-	-	-	-	-	1,12	1,35	0,97	0,80
	2	1,08	1,23	0,86	1,06	0,87	0,67	1,30	1,08	0,64
	3	1,36	0,74	0,97	1,21	0,82	1,19	0,98	0,80	0,91
	4	1,19	0,92	1,08	0,83	1,11	-	-	-	-
	$\Sigma$	3,62	3,63	2,89	2,92	3,11	2,80	2,97	3,62	2,86
Средн. оц. сезон. компоненты ( $S_i = \Sigma/3$ )		1,21	1,21	0,96	0,97	1,04	0,93	0,99	1,21	0,95
Скорректир. сезон. компонента, $S_i$		1,20	1,20	0,96	0,97	1,03	0,93	0,98	1,20	0,95

Для получения десеонализированного ряда необходимо найти частные от деления исходных уровней ряда  $y_t$  на соответствующие значения сезонной

компоненты. Графическое представление десеонализированного ряда представлено на рис. 2.

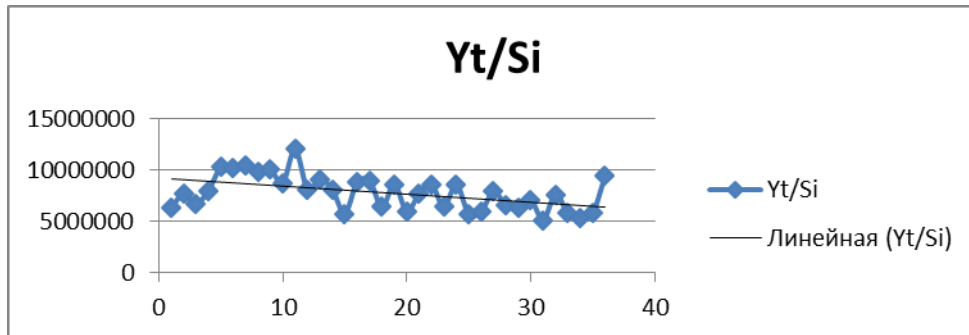


Рис. 2. – График десеонализированного ряда и его тренд

Коэффициенты сезонности и параметры  $\hat{a}_{1,t}$  и  $\hat{a}_{2,t}$  находим по формулам вида (2):

$$\hat{f}_t = \alpha_2 \frac{x_t}{\hat{a}_{1,t}} + (1 - \alpha_2) \hat{f}_{t-1}$$

$$\hat{a}_{1,t} = \alpha_1 \frac{x_t}{\hat{f}_{t-1}} + (1 - \alpha_1) (\hat{a}_{1,t-1} + \hat{a}_{2,t-1}) \quad (2)$$

$$\hat{a}_{2,t} = \alpha_3 (\hat{a}_{1,t} - \hat{a}_{1,t-1}) + (1 - \alpha_3) \hat{a}_{2,t} \quad 0 < \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 < 1$$

Оптимальные параметры  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  находим экспериментальным путем, ориентируясь при этом на значение стандартного отклонения ошибки [6,8]. При помощи модуля «Поиск решения» MS Excel были получены оптимальные значения параметров:  $\alpha_2 = 0,8$ ;  $\alpha_3 = 0,1$ .

В качестве начальных значений для коэффициентов модели (1) примем коэффициенты уравнения линейной регрессии для десеонализированного ряда [9], предварительно улучшив его с помощью фиктивных переменных. При этом  $a_{1,0} = 9000000$  и  $a_{2,0} = -93202$ . В качестве коэффициента сезонности  $f_t$ , принимаем значение, учитывая его наиболее позднюю оценку, сделанную для аналогичной фазы цикла [10]. Расчет коэффициентов

линейного тренда  $\hat{a}_{1,t}$ ,  $\hat{a}_{2,t}$  и коэффициентов сезонности  $f_t$  по формулам (2) приведен в таблице 3.

Таблица №3

Значения параметров  $\hat{a}_{1,t}$ ,  $\hat{a}_{2,t}$  и коэффициентов сезонности  $f_t$ .

t	$\hat{a}_{1,t}$	$f_t$	$\hat{a}_{2,t}$
1	8384768,746	0,963580131	-145404,93
2	8131344,149	0,916704826	-156206,89
3	7721147,054	0,864732141	-181605,91
4	7628989,791	1,068879869	-172661,05
5	8019426,34	1,13639208	-116351,29
6	8349475,409	1,153374995	-71711,252
7	8718114,966	1,395635419	-27676,171
8	8920081,808	1,024435438	-4711,8701
9	9138600,567	0,842985654	17611,1928
10	9070597,081	1,166971492	9049,72491
11	9675592,373	1,146105034	68644,2816
12	9408905,162	0,85624454	35111,1323
13	9381163,279	1,008138541	28825,8308
14	9148253,952	0,842947028	2652,31506
15	8469304,197	0,731237885	-65507,892
16	8483097,628	1,237384243	-57577,76
17	8530161,699	0,9836172	-47113,577
18	8064005,835	0,651854904	-89017,805
19	8105364,032	1,265253955	-75980,205
20	7614281,235	0,790382754	-117490,46
21	7536929,955	0,982938292	-113476,55
22	7656012,303	1,130367557	-90220,656
23	7331820,691	0,833144499	-113617,75
24	7492844,03	1,100394347	-86153,643
25	7065980,724	1,016062978	-120224,61
26	6744426,273	0,856053404	-140357,59
27	6860888,505	0,875524477	-114675,61
28	6708993,229	1,181954133	-118397,58
29	6524171,022	0,926211596	-125040,04
30	6540585,683	1,033354051	-110894,57
31	6168257,451	0,890498903	-137037,94
32	6348861,464	1,076456119	-105273,74
33	6156892,854	0,940498588	-113943,23
34	5906805,858	1,112830881	-127557,61
35	5784831,313	0,949386558	-126999,3
36	6403951,098	1,073372999	-52387,391

Далее приведем расчетное значение по прогнозной модели (1) в таблице 4.

Таблица №4

Расчетные значения с коэффициентом сезонности группы 28 ТН ВЭД ЕАЭС для таможенной стоимости (долл.) при  $\alpha_1 = 0,2$ ;  $\alpha_2 = 0,8$ ;  $\alpha_3 = 0,1$

2018	2019	2020
-	9486572,696	7057325,643
7310846,811	7713729,242	5653435,473
6519683,555	6145174,234	5906474,517
7969919,69	10425605,52	7789781,768
8980991,896	8344072,046	5926949,32
9547366,194	5198535,053	6644147,356
12128684,19	10159209,64	5370794,359
9133220,906	5925334,133	6720948,211
7718555,161	7296796,611	5683385,591
10595688,98	8552125,421	6431325,922
11167918,69	6013806,071	5371469,662
8086387,388	8150280,231	6817596,986

Сравнение фактических  $Y_t$  и теоретических значений  $\hat{Y}_t$  группы товаров 28 ТН ВЭД ЕАЭС по показателю статистической стоимости представлен на рис. 3.

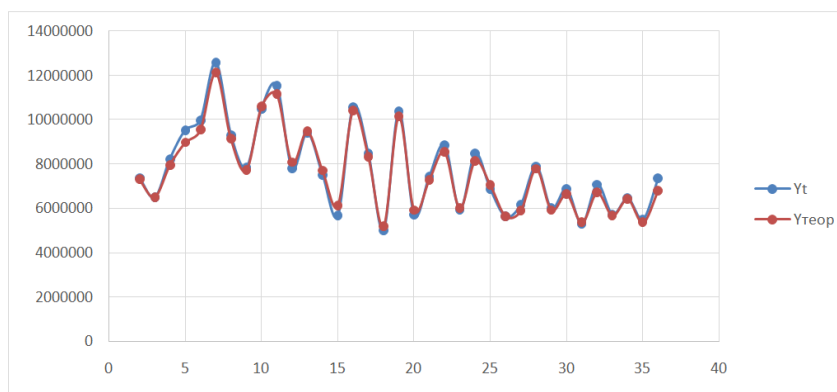


Рис. 3. – Сравнение фактических и теоретических уровней ряда  
 Прогнозная модель на январь 2021 г. принимает вид (3):

$$\hat{Y}_\tau(t) = (6403951 - \tau \cdot 52387,391)\hat{f}_{t-l+\tau}, \quad (3)$$

Полагая, что  $\tau = 1$ , по модели (3) рассчитаем прогноз на январь 2021 г. по импорту для статистической стоимости 28 группы ТН ВЭД ЕАЭС в регионе деятельности ЮТУ:

$$Y_t = (6403951 - 52387,39) \cdot 1,073 = 6817596.986 \text{ долл.}$$

Вычислим долю ошибки по формуле (4). Она составила 1,8%:

$$\frac{\sum(y_t - \hat{y}_t)^2}{\sum(y_t - \bar{y}_t)^2} \quad (4)$$

где  $\hat{y}_t$  – расчетные значения тренда;  $\bar{y}_t$  – среднее арифметическое значение уровней ряда  $y_t$ . Полученная адаптивная мультипликативная модель с линейным ростом объясняет 99,2% общей вариации уровней временного ряда статистической стоимости за последние 36 месяцев.

### Литература

1. Беляева Е.Н. Экспертная оценка отдельных параметров таможенных платежей по импорту с использованием элементов экономического анализа // Академический вестник Ростовского филиала Российской таможенной академии, 2018, №3. С. 9–15.

2. Цвиль М.М., Великанова Е.С. Прогнозирование объемов таможенных платежей с использованием фиктивных переменных // Инженерный вестник Дона, 2020, №4. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/N4y2020/6401.

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



4.Официальный сайт Южного таможенного управления.  
URL:yutu.customs.ru.

5.Карпенко Т.Г., Штепа Е.В., Штепа Ю.П.Анализ динамики уплаты таможенных платежей и прогнозирование их поступлений в федеральный бюджет на основе применения информационных технологий. Ульяновск: Зебра, 2016. 65 с.

6. Лукашин Ю.П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. М.: ИНФРА-М, 2016. 307 с.

7. Цвиль М. М. Анализ временных рядов и прогнозирование. Ростов н/Д: Российская таможенная академия, Ростовский филиал, 2016. 135 с.

8.Анисимов В.Г., Гладков А.Р. Методика прогнозирования объемов таможенных платежей // Вестник Российской таможенной академии, 2016, №1. С 119–125.

9. Greene W.N. Econometric Analysis. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 272 p.

10. Baltagi B.H. Econometric Analysis of Panel Data. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd, 2005. 356p.

### References

1. Belyaeva E.N. Akademicheskij vestnik Rostovskogo filial Rossijskoj tamozhennoj akademii, 2018, №3. pp. 9–15.

2. Czvil' M.M., Velikanova E.S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2020, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N4y2020/6401.

3. Czvil' M.M., Kudryavcev O.E., Lyubickaya YU.I. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4607.

4. Oficial'nyj sajt Yuzhnogo tamozhennogo upravleniya. URL: yutu.customs.ru.

5. Karpenko T.G., SHtepa E.V., SHtepa YU.P. Analiz dinamiki uplaty tamozhennyh platezhej i prognozirovanie ih postuplenij v federal'nyj byudzhnet na

---



osnove primeneniya informacionnyh tekhnologij [Analysis of the dynamics of payment of customs payments and forecasting their receipts to the federal budget based on the use of information technologies]. Ul'yanovsk: Zebra, 2016. 65 p.

6. Lukashin YU.P. Adaptivnye metody kratkosrochnogo prognozirovaniya vremennyh ryadov [Adaptive methods for short-term forecasting of time series]. M.: INFRA-M, 2016. 307 p.

7. Czvil' M. M. Anali vremennyh ryadov i prognozirovanie [Time series analysis and forecasting]. Rostov n/D: Rossijskaya tamozhennay aakademiya, Rostovskij filial, 2016. 135 p.

8. Anisimov V.G., Gladkov A. R. Vestnik Rossijskoj tamozhennoj akademii, 2016, №1.pp. 119–125.

9. Greene W.N. Econometric Analysis. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 272 p.

10. Baltagi B.H. Econometric Analysis of Panel Data. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd, 2005. 356 p.