

УДК 338.001.36

DOI: 10.26140/anie-2019-0802-0031

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

© 2019

Дегтярева Нина Адамовна, кандидат экономических наук, доцент кафедры
«Экономика, управление и право»

Гордеева Дарья Сергеевна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры
«Экономика, управление и право»

Матвеева Полина Александровна, кандидат экономических наук, доцент кафедры
«Экономика, управление и право»

Матвеев Виталий Владимирович, кандидат педагогических наук, доцент кафедры
«Теории и методики физической культуры и спорта»

Борисенко Яна Михайловна, кандидат экономических наук, доцент кафедры
«Экономика, управление и право»

*Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет
(454080, Россия, Челябинск, пр. Ленина, 69, e-mail: Matveevapa@gmail.com)*

Аннотация. В современных условиях проблема повышения эффективности производства может быть решена на основе использования достижений науки и техники, в том числе путем применения экономико-математического, эконометрического моделирования. В статье выполнена обработка статистических данных, рассматривается построение адаптивных моделей Брауна, модели Тейла-Вейджа и модели Хольта-Уинтерса, учитывающих сезонную компоненту. Выводы, содержащиеся в исследовании, могут быть использованы для принятия эффективных управленческих решений, позволяющих уменьшить риск принятия неверных, необоснованных и субъективных управленческих решений. Сегодня одним из наиболее перспективных направлений исследования и прогнозирования одномерных временных рядов считаются адаптивные методы. Важнейшее достоинство адаптивных методов – построение самокорректирующихся моделей, способных учитывать результаты прогноза, сделанного на предыдущем шаге. Они позволяют учесть различную информационную ценность уровней временного ряда, степень «устаревания данных». Адаптивные модели в отличие от других прогностических моделей отражают текущие свойства ряда и способны непрерывно учитывать эволюцию динамических характеристик изучаемых процессов и поэтому способны давать достаточно точные оценки будущих значений. Статья посвящена разработке прогностических моделей с многоуровневой структурой адаптивного механизма, адекватно отражающих производственные процессы, в обосновании научных положений способа управления, способствующего разработке системы мероприятий по совершенствованию процесса принятия эффективных управленческих решений, по оценке экономической эффективности предприятия.

Ключевые слова: адаптивная модель, модель Хольта-Уинтерса и Тейла-Вейджа, модель Брауна, адекватность, точность, прогнозирование, оптимальное управленческое решение, эффективность производства.

ECONOMETRIC MODELING OF PRODUCTION EFFICIENCY

© 2019

Degtyareva Nina Adamovna, candidate of economic Sciences, associate Professor
of the Department “Economics, management and law»

Gordeeva Daria Sergeyevna, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
at the Department of «Economics, Management and Law»

Matveeva Polina Aleksandrovna, candidate of Economic Sciences at the Department
of «Economics, Management and Law»

Matveev Vitalii Vladimirovich, candidate of Pedagogical Sciences, associate Professor
of the Department “Theory and Methods of Physical Training»

Borisenko Yana Mihailovna, candidate of Economic Sciences at the Department
of «Economics, Management and Law»

*South Ural State Humanitarian-Pedagogical University
(454080, Russia, Chelyabinsk, Lenin Ave., 69, e-mail: yana_borisenko@mail.ru)*

Abstract. In modern conditions, the problem of increasing production efficiency can be solved through the use of the achievements of science and technology, including through the use of economic-mathematical, econometric modeling. The article contains statistical data processing, the construction of adaptive Brown models, the Theil-Wage model and the Holt-Winters model taking into account the seasonal component. The conclusions contained in the study can be used to make effective management decisions that reduce the risk of making wrong, unreasonable and subjective management decisions. Today, adaptive methods are considered to be one of the most promising areas of research and forecasting of one-dimensional time series. The most important advantage of adaptive methods is the construction of self-correcting models that can take into account the results of the forecast made in the previous step. They allow to take into account the various information value of the time series levels, the degree of “data obsolescence”. Adaptive models, unlike other prognostic models, reflect the current properties of the series and are able to continuously take into account the evolution of the dynamic characteristics of the studied processes and therefore are capable of providing fairly accurate estimates of future values. The article is devoted to the development of predictive models with a multi-level structure of the adaptive mechanism, adequately reflecting production processes, in justifying the scientific provisions of the management method, contributing to the development of a system of measures to improve the process of making effective management decisions to assess the economic efficiency of an enterprise.

Keywords: adaptive model, Holt-Winters and Theil-Wage model, Brown model, adequacy, accuracy, forecasting, optimal management decision, production efficiency.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами.

В современных условиях на развитие экономики предприятия существенное влияние оказывает прогнозирование. Прогноз является научным предвидением направления, характера каких-либо явлений на основании имеющихся данных. В его основе лежит предпосылка,

что зависимость существующая в прошлом, сохранится и в будущем [1-4].

Каким бы видом производства или бизнеса не занимается организация, ей приходится планировать предпринимательскую деятельность на будущий период [5]. При разработке краткосрочных и долгосрочных планов менеджеры вынуждены прогнозировать будущие значе-

ния таких важных показателей, как объем продаж, издержки производства, ставки процента и т.п.

В современных условиях в силу динамичности процессов, возрастания неопределенности информации, наиболее актуальным, становится краткосрочное прогнозирование. При краткосрочном прогнозировании наиболее важным являются последние данные исследуемого процесса, а не тенденции сложившиеся на всем периоде преддистории.

В настоящее время существует множество методов прогнозирования, каждый метод имеет свою отличительную особенность. Более эффективными методами прогнозирования, являются те, которые учитывают неравноценность различных уровней ряда статистических данных [6-9].

Сегодня одним из наиболее перспективных направлений исследования и прогнозирования одномерных временных рядов считаются адаптивные методы. Важнейшее достоинство адаптивных методов – построение самокорректирующихся моделей, способных учитывать результаты прогноза, сделанного на предыдущем шаге. Они позволяют учесть различную информационную ценность уровней временного ряда, степень «устаревания данных».

Адаптивные модели в отличие от других прогностических моделей отражают текущие свойства ряда и способны непрерывно учитывать эволюцию динамических характеристик изучаемых процессов и поэтому способны давать достаточно точные оценки будущих значений [10-14].

Принципиальное отличие адаптивных моделей от обычных регрессионных состоит в том, что они при отражении текущего состояния изучаемого объекта способны учитывать медленное, «в темпе дрейфа», изменение его динамических характеристик [15-17]. Специфика их построения предусматривает применение рекуррентной процедуры оценивания в схеме метода экспоненциально взвешенных наименьших квадратов.

Цель исследования – на основе адаптивных моделей, способных непрерывно учитывать эволюцию динамических характеристик производственных процессов, построить краткосрочный прогноз объема продаж предприятия, позволяющий оценить экономическую эффективность предприятия.

Теоретическую и методологическую основу исследования составили труды отечественных и зарубежных ученых по вопросам эконометрического моделирования, адаптивного социально-экономического прогнозирования. Большинство прогнозируемых процессов в той или иной мере испытывают на себе влияние сезонности. Для того чтобы можно было целенаправленно влиять на сезонность, необходимо уметь измерять и анализировать сезонность, уметь предвидеть развитие процессов, подверженных сезонным колебаниям. Сезонная деятельность, несмотря на свою естественность, имеет более высокую затратную составляющую функционирования, чем деятельность, не зависящая от сезонных факторов. Производители сезонных товаров испытывают большие колебания спроса на свою продукцию. Во время сезонного спада деятельность предприятий приходится поддерживать с помощью внутренних или внешних источников.

$$\hat{y}_\tau(t) = \hat{a}_0(t) + \tau \hat{a}_1(t) + s_{t+\tau-l}.$$

Модель Тейла-Вейджа представляет собой аддитивное объединение линейного тренда и сезонности, поэтому чтобы использовать ее для прогнозирования временного ряда с мультипликативной сезонностью, исходный временной ряд необходимо прологарифмировать, а затем использовать его для построения модели. Начальная оценка параметров (табл.1) находится при помощи МНК [18]:

$$a_1 = \frac{\sum_{t=1}^n (t - \bar{t})(y_t - \bar{y})}{\sum_{t=1}^n (t - \bar{t})^2} = 0,06 ;$$

$$a_0 = \bar{y} - a_1 \cdot \bar{t} = 6,26 - 0,06 \cdot 4,5 = 5,99.$$

Таблица 1- Нахождение начальных значений коэффициентов

	t	y _t	(t - \bar{t})	(t - \bar{t}) ²	(y - \bar{y})	(t - \bar{t})(y - \bar{y})
	1	5,97	-3,50	-0,29	12,25	1,02
	2	6,19	-2,50	-0,07	6,25	0,17
	3	6,31	-1,50	0,05	2,25	-0,07
	4	6,23	-0,50	-0,03	0,25	0,01
	5	6,06	0,50	-0,20	0,25	-0,10
	6	6,36	1,50	0,10	2,25	0,17
	7	6,54	2,50	0,28	6,25	0,70
	8	6,41	3,50	0,15	12,25	0,53
Сумма	6	7			42,00	2,41
Среднее значение	5	6,26				

Модель Тейла-Вейджа начальными значениями коэффициентов приняла вид: $\hat{Y}_p(t) = 5,99 + 0,06t$.

Начальные коэффициенты сезонности вычисляются по формуле:

$$s_t^0 = \frac{1}{2}[(y_t - \hat{y}(t)) + (y_{t-l} - \hat{y}(t-l))].$$

Таблица 2 - Расчет начальных коэффициентов сезонности

t	y _t	ln(y _t)	y _{t-l}	s ⁰
1	390	5,97	6,05	-0,16
2	490	6,19	6,11	0,04
3	550	6,31	6,18	0,13
4	510	6,23	6,24	-0,03
5	430	6,06	6,30	
6	590	6,36	6,36	
7	690	6,54	6,42	
8	610	6,41	6,48	

Начальные параметры корректируются (табл.5) согласно формулам:

$$\begin{aligned} \hat{a}_{1,t} &= \alpha_1(y_t - \hat{s}_{t-l}) + (1 - \alpha_1)(\hat{a}_{1,t-1} + \hat{a}_{2,t-l}) \\ \hat{s}_t &= \alpha_3(y_t - \hat{a}_{1,t}) + (1 - \alpha_3)\hat{s}_{t-l} \\ \hat{a}_{2,t} &= \alpha_2(\hat{a}_{1,t} - \hat{a}_{1,t-l}) + (1 - \alpha_2)\hat{a}_{2,t-l} \end{aligned}$$

Таблица 5 - Корректировка параметров модели Тейла-Вейджа

t	ln(y _t)	a _{1,t}	a _{2,t}	s _t
0	-	5,99	0,06	-
1	5,97	6,07	-0,12	0,066
2	6,19	6,01	0,12	-0,102
3	6,31	6,14	0,15	0,123
4	6,23	6,28	-0,04	0,147
5	6,06	6,17	-0,04	-0,061
6	6,36	6,23	0,04	-0,010
7	6,54	6,31	0,19	0,052
8	6,41	6,43	0,05	0,169
9	6,23	6,42	-0,14	0,032
10	6,54	6,36	0,10	-0,116
11	6,66	6,50	0,12	0,112
12	6,54	6,55	0,06	0,099
13	6,36	6,53	-0,09	0,036
14	6,68	6,55	0,03	-0,057
15	6,79	6,61	0,15	0,039
16	6,73	6,72	0,05	0,138
17	6,51	6,68	-0,09	-0,117
18	6,80	6,67	0,06	0,004
19	6,95	6,78	0,12	0,075
20	6,88	6,85	0,07	-0,095

На последнем шаге получили модель Тейла-Вейджа:

$$\hat{Y}_6(t) = 6,8 + 0,0 t + \hat{s}_{t-l+\delta},$$

где $s_1 = -0,117$; $s_2 = 0,004$; $s_3 = 0,075$; $s_4 = -0,095$.

Качество модели оценивалось на основе проверки свойств остаточной последовательности [4]:

1. Условие независимости уровней ряда остатков проверялось с помощью критерия Дарбина-Уотсона:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n [e(t) - e(t-1)]^2}{\sum_{t=1}^n e(t)^2} = \frac{0,75}{0,38} = 1,97.$$

где критические значения для $n = 20$ наблюдения равны $d_1 = 1,20$; $d_2 = 1,41$;

Так как $d = 1,97 > 1,41$, то свойство независимости уровней ряда выполняется.

2. Условие случайности колебаний уровней остаточной компоненты проверялось методом поворотных точек. Число поворотных точек P должно удовлетворять строгому неравенству:

$$D > 2 \cdot \frac{8}{3} - 1,96 \sqrt{\frac{6 \cdot 0 - 9}{9}} = [8,4] = 8$$

В нашем случае число поворотных точек $P = 10$. Так как $P = 10 > 8$, то свойство случайности остаточной компоненты выполняется.

3. Наличие нормального закона распределения случайной компоненты устанавливалось с помощью RS-критерия:

$$R/S = \frac{e_{\max} - e_{\min}}{S_E} = \frac{0,216 - (-0,239)}{0,14} = 3,25$$

$$S_E = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n-1}} = 0,14$$

Для $n = 20$, $\alpha = 0,05$ - интервал между критическими границами равен: [19-22]. Значение критерия $R/S = 3,25$ попадает между табулированными границами с заданным уровнем значимости. Следовательно, гипотеза о нормальном законе распределения случайной величины выполняется.

4. Условие равенства математического ожидания случайной компоненты нулю проверим с помощью t-критерия Стьюдента. На практике вычисляют значение e :

$$\bar{e} = M(e) = \frac{\sum_{t=1}^n e_t}{n} = \frac{-0,557}{20} = -0,02785$$

Так как $|M(e)| < 0,5$, то критерий Стьюдента выполняется автоматически. Гипотеза о равенстве математического ожидания значений остаточного ряда выполняется.

В работе на основе выполненных теоретических и прикладных исследований в области прогнозирования на основе адаптивных моделей, были сформулированы выводы, заключающиеся в следующем.

Успешные результаты верификации свидетельствуют о работоспособности разработанного в исследовании аппарата адаптивного моделирования и анализа. Исследование показало, что полученный прогноз на основе адаптивной модели Тейла - Вейджа, уменьшает риск принятия неверных, необоснованных и субъективных управленческих решений. Учет нежелательных тенденций, выявленных при прогнозировании, позволит принять необходимые меры для их предупреждения, тем самым помешать осуществлению прогноза. Процесс прогнозирования предполагает выявление возможных альтернатив развития в перспективе для обоснованного их выбора и принятия оптимального управленческого решения в повышении эффективности предприятия

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Дегтярева Н.А. Эконометрические модели анализа и прогнозирования: монография. - Челябинск: Цицеро, 2017. - 170 с

2. Дегтярева Н.А. Исследование зависимости количества безработных от социально-экономических факторов на основе модели множественной регрессии // Фундаментальная и прикладная наука. - Челябинск: Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та. 2016. № 2. С. 13-16.

3. Дегтярева Н.А., Берг Н.А. Применение статистических методов исследования в сельском хозяйстве // Известия высших учебных заведений. Уральский регион. 2017. № 1. С. 42-47.

4. Kolmakova E., Degtyareva N., Kolmakova I. Effective Management Predictions on the Basis of the Regression Model // INSIGHTS AND POTENTIAL SOURCES OF NEW ENTREPRENEURIAL GROWTH: Proceedings of the International Roundtable on Entrepreneurship 4 december 2016, BELGRADE, SERBIA. - Filodiritto Publishe. - First Edition Vol. IV, No. 1, 2017. pp.146 - 156.

5. Колмакова, И.Д. К вопросу о применении эконометрических методов исследования в социальных процессах / И.Д. Колмакова, Н.А. Дегтярева, Е.М. Колмакова // Вестник Челябинского государственного университета. Серия: «Экономика». - 2016. вып. 55. - С. 51-57.

6. Человеческое развитие: новое измерение социально-экономического прогресса: Учебное пособие под общей редакцией проф. В.П. Колесова (экономический факультет МГУ) и Т. Маккинли (ПРООН, Нью-Йорк). М.: Права человека, 2000. - 464 с.

7. Андреев Е. М. Возможные причины колебаний продолжительности жизни в России в 90-е годы. / Вопросы статистики. 2002, № 11.

8. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. - М.: ЮНИТИ, 2010. - 656 с.

9. Елисеева И. И. Статистика: учебник для бакалавров. - Москва: Юрайт: 2011. - 565 с.

10. Практикум по эконометрике: Учеб. пособие / И.И. Елисеева, С.В. Курьшова, Н.М. Гордеев и др.; Под ред. И.И. Елисеевой. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Финансы и статистика, 2007. - 344 с.

11. Мхитарян В.С., Архипова М. Ю., Балаи В. А. и др. Эконометрика: учебник. - М.: Издательство: Проспект, 2010. - 384 с.

12. Тинберген, Я. О методе статистического исследования делового цикла. Ответ Дж. М. Кейнсу (рус.) // Вопросы экономики. - 2007. - № 4.

13. Дубина И.Н. Математико-статистические методы в эмпирических социально-экономических исследованиях. - М.: Финансы и статистика, Инфра, 2010. - 416 с.

14. Тихомиров, Н.П., Дорохина, Е. Ю. Эконометрика. - М.: Изд-во Рос. экон. акад., 2002. - 640 с.

15. Социальная статистика: Учебник / Под ред. Чл.-корр. РАН И. И. Елисеевой. - 2-е изд. - М.: Финансы и статистика, 1999. - 416 с.

16. Тихомиров, Н.П., Дорохина Е. Ю. Эконометрика. - М.: Изд-во «Экзамен», 2003. - 512 с.

17. Количественное Микро Программное обеспечение EVIEWS // <http://www.eviews.com/>

18. Дайитбеков Д. М. Компьютерные технологии анализа данных в эконометрике, М.: ИНФРА-М.- Вузовский учебник, 2008. - 578 с.

19. Айвазян С.А. Программное обеспечение персональных ЭВМ по статистическому анализу данных // Компьютер и экономика: экономические проблемы компьютеризации общества. М. 2005. С. 91-107.

20. Экономико-математические методы и прикладные модели: учебное пособие / В.В. Федосеев и др. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 304 с.

21. Орлов А.И. Эконометрика: учебник для вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство «Экзамен», 2004. - 576 с.

22. Дегтярева Н.А. Принятие эффективных управленческих решений на основе эконометрического прогнозирования. / Н.А. Дегтярева, Н.А. Берг // Вестник Челябинского государственного университета. Серия: «Экономические науки». - № 4 (414) 2018. вып. 61. - С. 31-39.

Статья поступила в редакцию 30.04.2019

Статья принята к публикации 27.05. 2019