
МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОСТЕЙШИХ АДАПТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АПК РЕГИОНА

Тимофеева Наталья Юрьевна, канд. экон. наук

Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, ул. Коммунаров, д. 28,
Елец, Россия, 399770; e-mail: konopleva.n@bk.ru

Цель: изучить механизм формирования простейших адаптивных моделей. На примере данных показателей АПК Липецкой области изучить механизм их применения для оценки деятельности АПК региона.

Обсуждение: в статье обсуждается механизм построения простейших адаптивных моделей прогнозирования и возможность их широкого применения для прогнозирования деятельности АПК региона. *Результаты:* автором предложен механизм оценки АПК региона с использованием простейшей адаптивных моделей. Результаты проведенных исследований подтвердили возможность широкого практического использования данного класса моделей для оценки АПК региона.

Ключевые слова: простейшая адаптивная модель, уровень рентабельности, показатели технологической эффективности выпуска продукции.

DOI:

Введение

Основная проблема, возникающая при прогнозировании показателей АПК региона, нестационарность процессов в отрасли. Как правило, это связано с структурной перестройкой отрасли АПК, неравномерностью развития научно-технического прогресса в этой отрасли, резкими сезонными изменениями цен на сельхозпродукцию и т. д. Наиболее оптимальными методами прогнозирования являются точные, так как адаптивные.

Результаты исследования

Процесс адаптации следующий: в начальный момент времени определены значения параметров модели, на основании их делается прогноз на один шаг вперед. По истечении периода времени (шаг моделирования) проводится анализ отклонения результативных данных модели от фактического (ошибка прогноза). Данные об ошибке поступают в модель и перестраивают ее на следующем этапе прогнозирования. Таким образом, адаптация проводится с получением новой фактической точки ряда. От выбора правильного параметра адаптации на основе прогнозов прошлых периодов

зависит скорость реакции модели. Процедура построения модели адаптивных ожиданий, изученная авторами [1-8], следующая.

Алгоритм формирования простейших адаптивных моделей

Исследуем временной ряд X_t . Сглаживания ряда проводится по следующей формуле:

$$S_t = \alpha x_t + \beta S_{t-1}, \quad (1)$$

где S_t – средняя экспоненциальная в момент t , α – параметр сглаживания, $\alpha = const$, $0 < \alpha < 1$, $\beta = 1 - \alpha$.

Или

$$S_t = \alpha x_t + (1 - \alpha) S_{t-1} = S_{t-1} + \alpha (x_t - S_{t-1}) \quad (2)$$

S_t выразим через предыдущие значения временного ряда x_t :

$$\begin{aligned} S_t &= \alpha x_t + \beta S_{t-1} = \alpha x_t + \beta (\alpha x_{t-1} + \beta S_{t-2}) = \\ &= \alpha x_t + \alpha \beta x_{t-1} + \beta^2 S_{t-2} = \dots = \\ &= \alpha x_t + \alpha \beta x_{t-1} + \alpha \beta^2 x_{t-2} + \dots + \alpha \beta^i x_{t-i} + \dots + \beta^T S_0 = \\ &= \alpha \sum_{i=0}^{T-1} \beta^i x_{t-i} + \beta^T S_0 \end{aligned} \quad (3)$$

где T – число членов ряда, S_0 – начальные условия для формулы (1) при $t - 1$.

Так как $0 < \beta < 1$, то при $T \rightarrow \infty$, $\beta^T \rightarrow 0$, а сумма коэффициентов

$$\alpha \sum_{i=0}^{T-1} \beta^i \rightarrow 1. \quad (4)$$

$$\text{Тогда } S_t = \alpha \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i x_{t-i}. \quad (5)$$

Величина S_t оказывается средневзвешенной всех членов ряда.

Изучим свойства экспоненциальной средней:

$$x_t = a_1 + \varepsilon_t, \quad (6)$$

где $a_1 = const$, ε_t – неавтокоррелированные отклонения, белый шум со средним значением 0 и постоянной дисперсией σ^2 .

Проведем процедуру экспоненциального сглаживания (1).

Тогда

$$S_t = \alpha \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i x_{t-i} = \alpha \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i (a_1 + \varepsilon_{t-i}) = a_1 + \alpha \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i \varepsilon_{t-i}. \quad (7)$$

Найдем математическое ожидание:

$$E(S_t) = E(x_t) = a_1 \quad (8)$$

и дисперсию

$$D(S_t) = E[(S_t - a_1)^2] = \frac{\alpha}{2 - \alpha} \sigma^2. \quad (9)$$

Так как $0 < \alpha < 1$, то $D(S_t) < D(x_t) = \sigma^2$.

Экспоненциальная средняя является фильтром, на вход которого поступают данные исходного ряда, а на выходе текущие значения экспоненциальной средней.

В работах Р.Г.Брауна [1, 3-4] экспоненциальная средняя используется для краткосрочного прогнозирования. Предполагается, что ряд описывается моделью

$$x_t = a_{1,t} + \varepsilon_t, \quad (10)$$

где $a_{1,t}$ – средний уровень ряда ε_t – неавтокоррелированные отклонения с нулевым математическим ожиданием и дисперсией σ^2 .

Модель примет вид:

$$\hat{x}_\tau(t) = \hat{a}_{1,t}, \quad (11)$$

где $\hat{x}_\tau(t)$ – прогноз, сделанный в момент t на период τ вперед, $\hat{a}_{1,t}$ – оценка $a_{1,t}$.

Средством оценки параметра модели служит экспоненциальная средняя

$$\hat{a}_{1,t} = S_t. \quad (12)$$

Следовательно, все свойства экспоненциальной средней распространяются на прогнозную модель. Ошибку прогноза e_t , сделанного в момент $t-1$, на 1 шаг вперед найдем по формуле:

$$e_t = x_t + \hat{x}_t(t-1), \quad (13)$$

а корректировка оценки единственного коэффициента $\hat{a}_{1,t-1}$ осуществляется, согласно (2) и (12), как

$$\hat{a}_{1,t} = \hat{a}_{1,t-1} + \alpha e_t. \quad (14)$$

При краткосрочном прогнозировании необходимо быстро отразить изменения в $a_{1,t}$ и убрать из ряда случайных колебаний. Необходимо увеличивать вес более свежих наблюдений и повысить α и в то же время величину α нужно уменьшить для сглаживания случайных отклонений. Поиск необходимого значения α и составляет задачу оптимизации модели.

Практическая реализация моделей адаптивного ожидания на примере АПК Липецкой области

Проиллюстрируем реализацию механизма адаптивного ожидания на примере. В качестве исходных данных будем использовать временной ряд показателя эффективности деятельности сельхозпроизводителей Липецкой области (уровень рентабельности). В табл. 1 представлены данные уровня рентабельности проданной сельхозпродукции Липецкой области.

Таблица 1

Уровень рентабельности проданной сельхозпродукции Липецкой области, % [11, 12]

Год	Квартал	Уровень рентабельности	Год	Квартал	Уровень рентабельности
2004	1-й квартал	28,1	2011	1-й квартал	11,5
	2-й квартал	16,49		2-й квартал	9,52
	3-й квартал	14,43		3-й квартал	8,94
	4-й квартал	9,11		4-й квартал	12,96

Окончание табл. 1

Год	Квартал	Уровень рентабельности	Год	Квартал	Уровень рентабельности
2005	1-й квартал	12,37	2012	1-й квартал	10,08
	2-й квартал	11,08		2-й квартал	11,43
	3-й квартал	10,55		3-й квартал	13,86
	4-й квартал	6,64		4-й квартал	11,19
2006	1-й квартал	12,78	2013	1-й квартал	6,43
	2-й квартал	8,66		2-й квартал	2,76
	3-й квартал	10,87		3-й квартал	7,06
	4-й квартал	7,47		4-й квартал	8,72
2007	1-й квартал	9,08	2014	1-й квартал	20,82
	2-й квартал	11,27		2-й квартал	26,13
	3-й квартал	16,59		3-й квартал	26,8
	4-й квартал	14,04		4-й квартал	27,41
2008	1-й квартал	14,93	2015	1-й квартал	33,05
	2-й квартал	14,72		2-й квартал	33,39
	3-й квартал	13,22		3-й квартал	33,5
	4-й квартал	12,22		4-й квартал	28,4
2009	1-й квартал	23,33	2016	1-й квартал	30,5
	2-й квартал	18,91		2-й квартал	22
	3-й квартал	16,42		3-й квартал	23,67
	4-й квартал	14,01		4-й квартал	26,21
2010	1-й квартал	18,08	2017	1-й квартал	20,66
	2-й квартал	15,43		2-й квартал	19,64
	3-й квартал	15,86		3-й квартал	20
	4-й квартал	9,3		4-й квартал	17

Простейшая адаптивная модель

Построим простейшую адаптивную модель, которая описывает зависимость результата от фактических значений фактора.

Таблица 2

Данные простейшей адаптивной модели

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
χ_t	28,1	16,5	14,4	9,1	12,4	11,1	10,6	6,6	12,8	8,7	10,9	7,5	9,1	11,3	16,6	14,0	14,9	14,7	13,2
$\alpha=0,1$	17,3	17,2	16,9	16,2	15,8	15,3	14,8	14,0	13,9	13,4	13,1	12,6	12,2	12,1	12,6	12,7	12,9	13,1	13,1
$\alpha=0,5$	22,1	19,3	16,9	13,0	12,7	11,9	11,2	8,9	10,9	9,8	10,3	8,9	9,0	10,1	13,4	13,7	14,3	14,5	13,9
$\alpha=0,9$	26,9	17,5	14,7	9,7	12,1	11,2	10,6	7,0	12,2	9,0	10,7	7,8	9,0	11,0	16,0	14,2	14,9	14,7	13,4
$\sigma_{\text{мн.}}=0,1$	28,0	26,9	25,6	24,0	22,8	21,6	20,5	19,1	18,5	17,5	16,9	15,9	15,2	14,8	15,0	14,9	14,9	14,9	14,7
$\sigma_{\text{мн.}}=0,5$	28,1	22,3	18,4	13,7	13,1	12,1	11,3	9,0	10,9	9,8	10,3	8,9	9,0	10,1	13,4	13,7	14,3	14,5	13,9

Окончание табл. 2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$\alpha_{\text{экср.}}=0,9$	28,1	17,7	14,8	9,7	12,1	11,2	10,6	7,0	12,2	9,0	10,7	7,8	9,0	11,0	16,0	14,2	14,9	14,7	13,4
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
χ_t	12,2	23,3	18,9	16,4	14,0	18,1	15,4	15,9	9,3	11,5	9,5	8,9	13,0	10,1	11,4	13,9	11,2	6,4	2,8
$\alpha=0,1$	13,0	14,1	14,5	14,7	14,7	15,0	15,0	15,1	14,5	14,2	13,8	13,3	13,3	12,9	12,8	12,9	12,7	12,1	11,2
$\alpha=0,5$	13,0	18,2	18,5	17,5	15,7	16,9	16,2	16,0	12,7	12,1	10,8	9,9	11,4	10,7	11,1	12,5	11,8	9,1	5,9
$\alpha=0,9$	12,3	22,2	19,2	16,7	14,3	17,7	15,7	15,8	10,0	11,3	9,7	9,0	12,6	10,3	11,3	13,6	11,4	6,9	3,2
$\alpha_{\text{экср.}}=0,1$	14,5	15,4	15,7	15,8	15,6	15,9	15,8	15,8	15,2	14,8	14,3	13,7	13,7	13,3	13,1	13,2	13,0	12,3	11,4
$\alpha_{\text{экср.}}=0,5$	13,0	18,2	18,5	17,5	15,7	16,9	16,2	16,0	12,7	12,1	10,8	9,9	11,4	10,7	11,1	12,5	11,8	9,1	5,9
$\alpha_{\text{экср.}}=0,9$	12,3	22,2	19,2	16,7	14,3	17,7	15,7	15,8	10,0	11,3	9,7	9,0	12,6	10,3	11,3	13,6	11,4	6,9	3,2
	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	
χ_t	7,1	8,7	20,8	26,1	26,8	27,4	33,1	33,4	33,5	28,4	30,5	22,0	23,7	26,2	20,7	19,6	20,0	17,0	
$\alpha=0,1$	10,7	10,5	11,6	13,0	14,4	15,7	17,4	19,0	20,5	21,3	22,2	22,2	22,3	22,7	22,5	22,2	22,0	21,5	
$\alpha=0,5$	6,5	7,6	14,2	20,2	23,5	25,4	29,2	31,3	32,4	30,4	30,5	26,2	24,9	25,6	23,1	21,4	20,7	18,8	
$\alpha=0,9$	6,7	8,5	19,6	25,5	26,7	27,3	32,5	33,3	33,5	28,9	30,3	22,8	23,6	25,9	21,2	19,8	20,0	17,3	
$\alpha_{\text{экср.}}=0,1$	10,9	10,7	11,7	13,2	14,5	15,8	17,5	19,1	20,6	21,3	22,3	22,2	22,4	22,8	22,6	22,3	22,0	21,5	
$\alpha_{\text{экср.}}=0,5$	6,5	7,6	14,2	20,2	23,5	25,4	29,2	31,3	32,4	30,4	30,5	26,2	24,9	25,6	23,1	21,4	20,7	18,8	
$\alpha_{\text{экср.}}=0,9$	6,7	8,5	19,6	25,5	26,7	27,3	32,5	33,3	33,5	28,9	30,3	22,8	23,6	25,9	21,2	19,8	20,0	17,3	



Рис. 1. Графическая интерпретация простейшей адаптивной модели

Вывод: Модель является самонастраивающейся. Для запуска алгоритма вычисления модели задается начальная величина S_0 . В качестве S_0 используется средняя арифметическая имеющихся точек из начального периода выборки. Либо экспертное задание начального уровня S_0 , исходя из знаний о процессе или на основе его аналогии с другими процессами.

Наилучшее значение α зависит от срока прогнозирования t . При увеличении периода прогнозирования t более поздняя информация должна иметь несколько меньший вес, чем в случае малых t . Главное достоинство простейшей адаптивной модели состоит в том, что она способна последовательно приспосабливаться к изменениям системы без значительного реагирования на случайные отклонения.

Заключение

Простейшую адаптивную модель целесообразно применять при прогнозировании показателей АПК, адаптируя ее к реальным экономическим процессам. Для этого необходимо изменить процедуру оценивания S_0 и вводить рациональную составляющую (экспертное задание начального уровня). В этом случае механизм простейшей адаптивной модели дает хорошие результаты прогнозирования показателей АПК региона. Поэтому целесообразно на предприятиях АПК внедрить процедуру оценки, основанную на вышеизложенном механизме, так же следует использовать и другие виды моделей, предложенные авторами [1, 8-10].

Список источников

1. Endovitsky D.A., Davnis V.V., Korotkikh V.V. Adaptive Trend Decomposition Method in Financial Time Series Analysis // *The Journal of Social Sciences Research*, 2018, Issue 3, pp. 104-109.
2. Endovitsky D.A., Davnis V.V., Korotkikh V.V. On Two Hypotheses in Economic Analysis of Stochastic Processes // *Journal of Advanced Research in Law and Economics*, 2017, Vol. 8, pp. 2391-2398.
3. Shaw G.K. *Rational Expectations: An Elementary Exploration*. New York, St.-Martin's Press, 1984.
4. Hansen L.P., Sargent T.J. *Rational Expectations Econometrics*. Westview Press, Boulder, San Francisco, Oxford, 1991.
5. Holt C.C. Forecasting Seasonals and Trends by Exponentially Weighted Moving Averages // *ONR Memorandum, Carnegie Inst. Of Technology*, 1957, no. 52.
6. Lucas R.E. Econometric Policy Evaluation: A Critique, in *Carnegie-Rochester Conference Series // Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, Amsterdam, 1976, pp. 19-46.
7. Muth J.F. Rational expectations and the theory of price movements // *Econometrica*, 1961, Vol. 29, pp. 313-335.
8. Лукашин Ю.П., Рахлина Л.И. *Современные направления статистического анализа взаимосвязей и зависимостей*. Москва, ИМЭМО РАН, 2012.
9. Тинякова В.И. *Модели адаптивно-рационального прогнозирования экономических процессов*. Воронеж, Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2008.
10. Тимофеева Н.Ю. Прогнозирование уровня рентабельности сельхозпродукции Липецкой области на основе механизма формирования адаптивного ожидания // *Современная экономика: проблемы и решения*, 2017, no. 7 (91), с. 129-135.
11. Администрация Липецкой области. Доступно: <http://admlip.ru/>
12. Федеральная служба государственной статистики. Доступно: <http://www.gks.ru/>

THE MECHANISM OF FORMATION OF SIMPLE ADAPTIVE MODELS IN PREDICTING PERFORMANCE OF AGRIBUSINESS IN THE REGION

Timofeeva Natalia Yurievna, Cand. (Econ.)

Yelets State University. I. A. Bunina, ul. Kommunarov, 28, Yelets, Lipetsk, Russia, 399770; e-mail: konopleva.n@bk.ru

Purpose: to study the mechanism of formation of the simplest adaptive models. Using the example of these indicators of the agro-industrial complex of the Lipetsk region to study the mechanism of their use for evaluating the activities of the agro-industrial complex in the region.

Discussion: the article discusses the mechanism of construction of the simplest adaptive forecasting models and the possibility of their wide application for forecasting the activity of agro-industrial complex in the region. *Results:* the author proposes a mechanism for assessing the agro-industrial complex of the region using the simplest adaptive models. The results of the research confirmed the possibility of wide practical use of this class of models for the assessment of agriculture in the region.

Keywords: the simplest adaptive model, the level of profitability, indicators of technological efficiency of production.

References

1. Shaw G.K. *Rational Expectations: At Elementary Exploration*. New York, St.-Martin's Press, 1984, pp. 19-20.
2. Hansen L.P. and Sargent T.J. *Rational Expectations Econometrics*. Westview Press, Boulder, San Francisco, Oxford, 1991.
3. Holt C.C. Forecasting trends and seasonals by exponentially weighted moving averages // O, N, R, Memorandum, Carnegie Inst. Of Technology. -1957.-№2
4. Lucas Robert E. *Econometric Policy Evaluation: A Critique, in the Carnegie-Rochester Conference Series, The Phillips Curve*, North-Holland, Amsterdam, 1976, pp. 19-46.
5. Muth J.F. Rational expectations and the theory of price movements. *Econometrica*, 1961, v.29, pp. 313-335.
6. Lukashin Yu.P., Rakhlina L.I. *Modern directions of statistical analysis of relationships and dependencies*. Ans. Ed. Moscow, IMEMO RAS, 2012.
7. Tinyakova V.I. *Models of adaptive-rational forecasting of economic processes: monograph*. Voronezh, Publishing house Voronezh. state. University, 2008.
8. Timofeeva N. Forecasting the level of profitability of agricultural products of the Lipetsk region on the basis of the mechanism of formation of adaptive expectation [Text]Yu. *Modern economy: problems and solutions*, Voronezh, 2017, no. 7 (91), pp. 129-135.
9. Timofeeva N. Forecasting of the development of agricultural producers in the region with the use of regression analysis and growth curves of economic dynamics. *Competitiveness in the global world: Economics, science, technology*, Kirov, 2017, no. 8(part 3) (55), pp. 92-99.
10. Timofeeva N.Yu. Ryazhskikh T.G. Adaptive forecasting of funds of agricultural enterprises. *Economics and management:*

analysis of trends and prospects of development, 2014, no. 17, pp. 245-249.

11. Administration of the Lipetsk region:

official site. Accessed: <http://admlip.ru/>

12. Federal State Statistics Service: official site. Accessed: <http://www.gks.ru>.