

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ САМООРГАНИЗАЦИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ТОРГОВЛИ

Абдуллаев У. А.

*ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия», Воронеж, Россия (394087 г. Воронеж, ул. Тимирязева, д. 8), e-mail: [abdullaev.ulmas@mail.ru](mailto:abdullaev.ulmas@mail.ru)*

**В статье основное внимание уделено созданию регрессионной модели прогнозирования развития производственных предприятий, занимающихся торговлей, с использованием информационных технологий, на базе самоорганизующихся информационных систем. В статье рассматривается возможность разработки методов и алгоритмов, позволяющих повысить эффективность функционирования самоорганизующейся информационной системы путем прогнозирования и поиска сбора соответствующей информации. Данная статья показывает роль информационных систем в торговых процессах предприятия с использованием метода регрессионного и корреляционного анализа. Разработаны конкретные математические модели нелинейного типа, для прогнозирования и анализа, торговых предприятий частной собственности. Приведены графические интерпретации полученных результатов с помощью офисного приложения Windows XP.**

Ключевые слова: регрессионный и корреляционный анализы, информационная система, метод наименьших квадратов, прогноз.

## USE OF REGRESSION MODEL FOR SELF-ORGANIZATION OF SOCIAL ECONOMIC SYSTEM OF INDUSTRIAL ENTERPRISES OF TRADE

Abdullaev U. A.

*FGBOU VPO «Voronezh State Academy of Forestry» Voronezh, Russia (Voronezh 394087, st. Timiryazeva 8), e-mail: [abdullaev.ulmas@mail.ru](mailto:abdullaev.ulmas@mail.ru)*

**In this paper, the focus is removed creating regression models predicting the development of productive enterprises, engaged in trade, the use information technology, on the basis of self-organizing information systems. The possibility of the development of methods and algorithms that improve the functioning of self-organizing information system by forecasting and search of the collecting of relevant information. This article is to show the role of information systems in the management of industrial enterprise trade, which improve and optimize enterprise processes targeted trade using the regression and correlation analysis. Developed specific types of nonlinear mathematical models for forecasting and analysis, sales of private companies. Provides a graphical interpretation of the results using the desktop software Windows XP.**

Key words: regression and correlation analysis, the information system, the method of least squares prediction.

Рассмотрим возможности разработки математических моделей прогноза развития предприятий торговли с использованием единой информационной базы по торговле. Автоматизация анализа и прогноза торговли с использованием информационных технологий на базе самоорганизующейся информационной системы (СИС) требует специального научного исследования [1].

Исходя из вышеизложенного, а также анализ зарубежного опыта по совершенствованию управления предприятием торговли [5] показал, что в настоящее время отсутствует научно-обоснованный подход к автоматизации решения торговых задач с применением новых информационных технологий и математических методов.

Надо отметить, что математическое моделирование деятельности предприятий требует начальных данных [2], дискретность информационной технологии и структуры предприятия

торговли. Вместе с тем предприятие торговли является динамичной, нестационарной системой, структура и технология которой требует актуализации. В результате эти обновления являются конечным результатом самого предприятия, точнее его информационные системы, что дает основание считать предприятие торговли самоорганизующейся системой.

При этом управляющие органы обеспечиваются достоверными данными для принятия обоснованных решений. Реализация изложенного подхода требует выполнения следующих работ:

- определение исходных признаков, необходимых для анализа и прогноза развития торговых предприятий;
- формирование единой информационной базы торговли;
- определение вида математических моделей, предназначенных для анализа и прогноза развития предприятий торговли;
- генерирование вводимых данных с использованием ИПС для решения разработанных математических моделей.

В рисунке 1 показана функциональная схема обработки торговой информации на базе СИС.

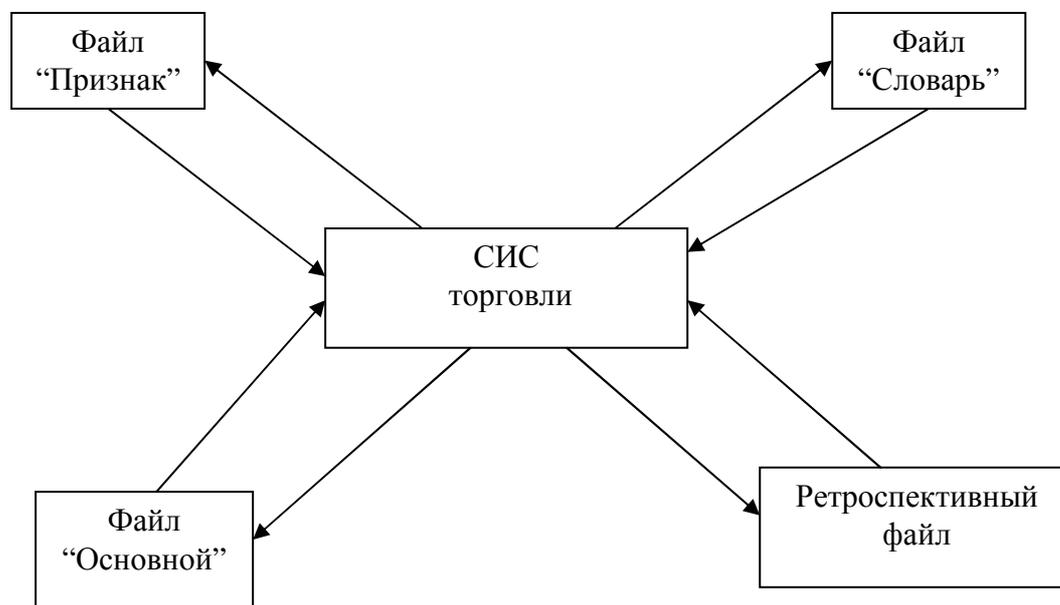


Рис. 1

Одним из основных вопросов является выбор вида математических моделей. Они должны четко определять выходные результаты путем обработки и использования информационной базы, хранящихся на базе сервера компьютерных сетей. Состав и структура информационной базы являются динамичными (за счет новых и выбитых предприятий) и

работают в режиме on-line. Исходя из этого, нами выбраны регрессионные модели для прогноза деятельности развития предприятий торговли, которые описаны ниже.

Пусть эндогенный признак  $Y$  описывается как функция экзогенных признаков  $X = (x_i, i = 1, N)$  в виде:

$$Y = F(X, A) \quad (1)$$

Параметры  $A = (a_i, i = 1, N)$  выбираются таким образом, чтобы выполнялось условие:

$$\sum_{i=1}^N [Y_i - F(x_i, a_i)]^2 \rightarrow \min$$

где  $i$  – номер наблюдения;

$Y_i$  – фактическое значение эндогенного признака в точке  $X_i$ ;

$F(x_i, a_i)$  – расчетное значение  $Y$  в точке  $x_i$ ;

Методика определения параметров  $a_i$  описана в работе [4].

При разработке адекватных моделей прогноза выбытия торговых предприятий, нами выдвигалась гипотеза о том, что будущее является продолжением ретроспективного периода с сохранением стабильности существующих тенденций. Погрешность прогноза оценивается по формуле

$$S_Y = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{t=1}^N [Y_t - Y_t^\phi]^2}$$

где  $N$  – общее число наблюдений, относящихся к ретроспективному периоду;

$Y_t$  – расчетное значение эндогенного признака  $Y$  в период времени  $t$ ;

$Y_t^\phi$  – фактические значения признака  $Y$  в период  $t$ ;

Далее мы предполагали, что ошибка прогнозирования подчиняется нормальному закону распределения. С вероятностью  $p = 0,95$  ожидаемые прогнозные значения функции

(1) будут находиться в интервале

$$Y_t - 2S_Y \leq Y \leq Y_t + 2S_Y$$

Точность аппроксимации можно оценить по формуле

$$\varepsilon = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \frac{\Delta Y_t}{Y_t^\phi} 100\%$$

где  $\varepsilon$  – допустимая ошибка аппроксимации, которая изменяется в пределах 5–10 %;

$\Delta Y_t = |Y_t^\phi - Y_t|$  – используется при анализе значений в интервале  $[-2S_Y, 2S_Y]$ .

Прогнозные значения функции необходимо корректировать. Для этого рассчитывается величина:

$$\eta_t = |(Y_{t+1}^\phi - Y_{t+1}) - (Y_t^\phi - Y_t)|$$

где  $Y_{t+1}^\phi$  – ретроспективные данные функции (1) в период  $t + 1$  времени;

$Y_{t-1}$  – теоретическое значение функции (1) в период  $t + 1$  времени;

$\eta_t$  – скользящий шаг, в период  $t$  времени.

Среднее значение скользящего шага на  $N$  – го периода вычисляется по формуле:

$$\eta = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} \eta_i;$$

Используем допустимые пределы, для значений  $\Delta Y_t$  в виде  $z_1 = 2,66\eta, z_2 = -2,66\eta$

Исходя из этого, если значения  $\Delta Y_t \in [z_1, z_2]$ , то прогнозирующая функция является достаточно адекватной для изучаемого процесса. При  $\Delta Y_t \notin [z_1, z_2]$ , тогда необходимо проанализировать прогнозирующие функции (1) и признаки, описывающие изучаемый процесс, которые входят в (1).

Для разработки модели (1) нами использованы ретроспективные данные о выбытиях торговых предприятий частной собственности, которые приведены в таблице 1.

Таблица 1

Годы												
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Число предприятий тыс. штук	10	13	17	16	26	23	29	36	41	46	44	48

На основе таблицы построен график функции (1). Из графика видно, что данные о выбытиях торговых предприятий частной собственности описываются криволинейной зависимостью нелинейного типа (рис. 2).

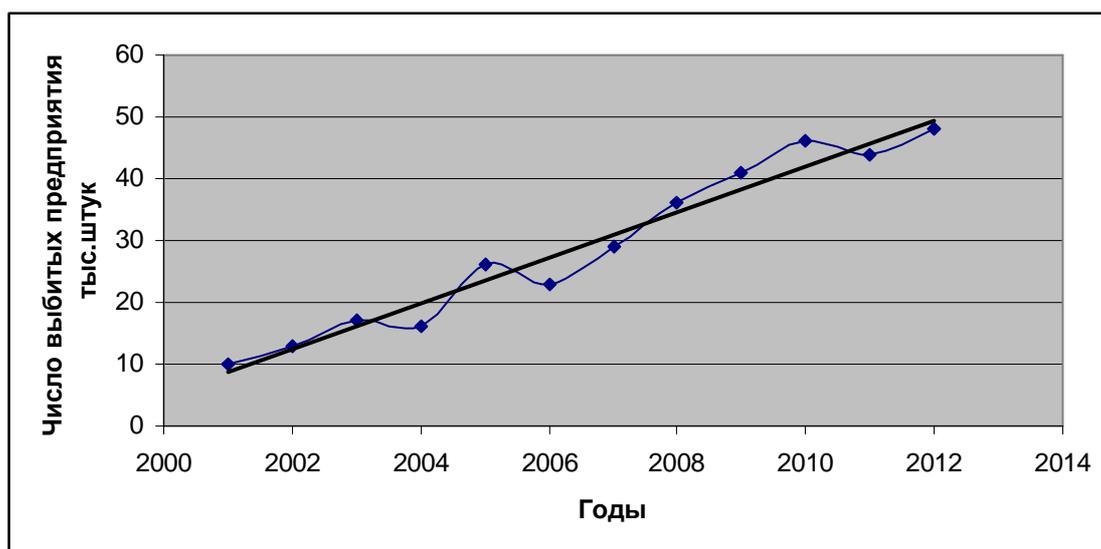


Рис. 2

Автором разработаны программы для определения коэффициентов функции (1), а также использовались приложения офисной программы Windows XP [3].

В результате расчетов определен конкретный вид динамической модели, которая имеет следующий вид:

$$Y = 11,04 - 0,75t + 0,79t^2 - 0,04t^3$$

Для проверки адекватности модели использован критерий Фишера, расчетное значение которого равно  $F_p = 94,81$ . Сравним его с табличным значением при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  и числе степенной свободы  $K_1 = 3$ ,  $K_2 = 8$ . Оно равно  $F_t = 4,04$ . Следовательно, при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  и ретроспективные данные во времени  $t$  являются существенными. На основе вышеизложенных данных вычислим точность аппроксимации

$$\varepsilon = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \frac{|\Delta Y_t|}{Y_t^\phi} 100\% = 7,83$$

Таким образом, точность аппроксимации не превышает допустимого значения ошибки. Для проверки стабильности выбытия торговых предприятий в течение ретроспективного периода, вычислим средний скользящий шаг

$$\eta = \frac{1}{N-1} \sum_{t=1}^{N-1} \eta_t = 3,65$$

Определим контрольные пределы:

$$z_1 = 2,66 * \eta = 2,66 * 3,65 = 9,70 \quad z_2 = -2,66 * \eta = -2,66 * 3,65 = -9,70.$$

Анализ таблицы 2 показывает, что значения  $\Delta Y_t$  не превышают контрольные пределы. Таким образом, для прогноза развития торговых предприятий разработанная модель является адекватной. Придавая теперь  $t$  значения  $t = 13, 14, 15, 16 \dots$ , вычислим прогнозные значения

развития торговых предприятий до 2016 года. В таблице 3 приведены нижняя и верхняя границы ожидаемого выбытия торговых предприятий.

Таблица 2

Годы в кварталах (t)	Фактическая значения ( $Y_t^{\phi}$ )	Прогнозные значения ( $Y_t$ )	$\Delta Y_t = Y_t^{\phi} - Y_t$	Скольльзящий шаг ( $\eta_t$ )
1	10	11,05	-1,05	1,65
2	13	12,40	0,60	1,54
3	17	14,86	2,14	4,34
4	16	18,20	-2,20	6,03
5	26	22,17	3,83	7,38
6	23	26,55	-3,55	1,46
7	29	31,09	-2,09	2,53
8	36	35,55	0,45	0,84
9	41	39,71	1,29	1,39
10	46	43,32	2,68	4,83
11	44	46,15	-2,15	2,19
12	48	47,05	0,05	
Итого				34,18
13		46,95		
14		45,60		
15		42,40		
16		37,4		

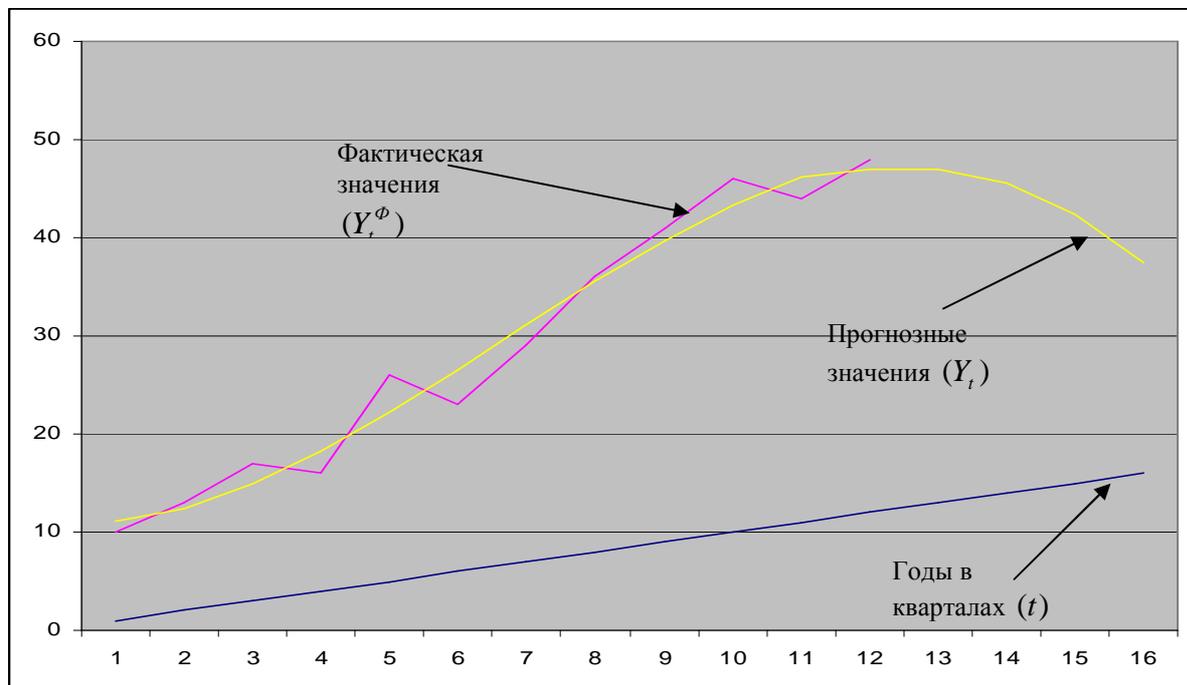


Рис. 3

В рисунке 3 отображены графики интерпретации потенциального выбытия торговых предприятий до 2016 года.

Таблица 3

Нижняя граница ( $Y_i$ )	Прогнозные значения ( $Y_i$ )	Верхняя граница ( $Y_i$ )
6,53	11,05	15,56
7,88	12,40	16,92
10,34	14,86	19,38
13,68	18,20	22,72
17,66	22,17	26,69
22,03	26,55	31,07
26,57	31,09	35,61
31,04	35,55	40,07
35,19	89,17	44,23
38,80	43,32	47,84
41,63	46,15	50,66
43,43	47,95	52,47

Таким образом, для реализации данного метода нами предложены и выполнены следующие этапы работ, позволяющие анализировать и прогнозировать деятельность развития предприятий торговли:

- выявлены наиболее существенные признаки, влияющие на уровень торговли;
- определены информационные связи между признаками;
- проведен анализ динамики развития торговых предприятий;
- рассчитаны доверительные интервалы прогноза развития торговых предприятий.

### Список литературы

1. Абдуллаев У. А. Компьютерное моделирование предприятия торговли // Современные материалы и техника и технология. Материалы 2-й Международной научно-практической конференции, 25 декабрь 2012 г. Курск. С. 10-11.
2. Абдуллаев У. А. Особенности моделирования самоорганизации социально-экономических систем предприятия торговли // Материалы Республиканской научно-практической конференции «Актуальные вопросы математики, математического моделирования и информационных технологий», 21–22 ноябрь 2012. Термез, Узбекистан. С. 105-106.
3. Рыжков В. Microsoft Excel 2000. Санкт-Петербург: Питер, 2000.
4. Тёрнер В. Вероятность, статистики и исследование операции. М.: Статистика, 1976.
5. Abdullaev U. A. Modeling of the development of trade-based enterprise application software package Maple // 1<sup>st</sup> International Scientific Conference, European Applied Sciences: modern approaches in scientific researches, Stuttgart, Germany, December 17-19, 2012. P. 139-142.

### Рецензенты:

- Зольников В. К., д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Вычислительной техники и информационных систем», ВГЛТА, г. Воронеж.
- Межов В. Е., д-р техн. наук, профессор кафедры «Вычислительной техники и информационных систем», ВГЛТА, г. Воронеж.