

Таблица 1

Ошибки прогнозов

h	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$E\{\hat{e}_{1300+h}\}$	60.4	66.5	62.4	56.8	51.1	46.1	41.6	37.5	33.9	30.5
$E\{\hat{e}_{2300+h}\}$	-60	-79	-88	-95	-101	-107	-112	-117	-121	-125
$E\{\tilde{e}_{1300+h}\}$	0.2	0.3	0.6	0.8	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1.3
$E\{\tilde{e}_{2300+h}\}$	-0.3	-0.6	-0.9	-1.2	-1.6	-2	-2.4	-2.7	-3.2	-3.4
$E\{\bar{e}_{1300+h}\}$	0.2	60.5	66.7	62.6	56.8	51.2	46.2	41.7	37.7	33.9
$E\{\bar{e}_{2300+h}\}$	-0.3	-61	-79	-89	-96	-102	-107	-112	-117	-121
$E\{\bar{\tilde{e}}_{1300+h}\}$	0.2	6.3	2.2	-3.3	-8.9	-14	-18.5	-22.6	-26.2	-29.5
$E\{\bar{\tilde{e}}_{2300+h}\}$	-0.3	-18.8	-28.2	-35.4	-41.5	-47.1	-52.1	-56.7	-60.9	-64.5
$E\{\hat{e}_{1300+h}\}$	0	-0.05	-0.04	-0.05	-0.2	-0.3	-0.5	-0.6	-0.6	-0.8
$E\{\hat{e}_{2300+h}\}$	0	0.06	0.07	0.04	0.04	-0.03	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1

Литература

1. Clements, M. P. and Hendry, D. F. Forecasting Economic Time series. Cambridge: Cambridge University Press. 1998
2. Malugin V. I., Bosko A. A., Kovzel E. I. On the testing for integration and cointegration of macroeconomic time series under structural breaks //Belarusian economy: analysis, forecasting, regulation. No. 11, p. 45–56. 2004

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВТОРОГО ПОРЯДКА НА РЫНКЕ НЕСКОЛЬКИХ КОНКУРЕНТОВ И ТОВАРОВ

Е. С. Гаврош, Е. А. Пристрем, О. В. Панфиленко

ВВЕДЕНИЕ

Рассмотрена математическая модель экономики, описывающая динамику развития рыночных цен во времени с помощью системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Основная цель представленной работы – исследование устойчивости равновесия цен товаров или услуг на рынке. Участниками, вступающими в рыночные отношения, являются внешние структуры, покупатели, а также продавцы, способствующие появлению конкуренции на рынке.

Будем оценивать действие конкурентов друг на друга с помощью понятия экономических сил, способных изменить цену каждого их товара. Для описания этих сил заметим, что наличие конкуренции оказывает влияние одновременно и на цены своих партнеров по рынку, и на объемы их продаж.

В дальнейшем введены следующие обозначения: $p(t)$ - цена в момент времени t ; $q(t)$ - количество единиц товара, продаваемого в момент времени t ; p_0 - равновесная цена; q_0 - равновесное количество единицы товара; p^* , p^{**} - соответственно нижнее и верхнее пороговое значение товара; $p' = p_0 - p^*$ - цена излишка продавца; $p'' = p^{**} - p_0$ - цена потребительского излишка; $D > 0$, $V > 0$ - коэффициенты, характеризующие соответственно интенсивность действий покупателей и продавцов; r - постоянный коэффициент, учитывающий процент обязательных выплат продавцом товара внешним структурам; $\Pi_d = p^{**} q^*$, $\Pi_v = p^* q^{**}$.

1. СИЛЫ ПРИТЯЖЕНИЯ И ОТТАЛКИВАНИЯ И СИЛЫ ГОСУДАРСТВА НА РЫНКЕ НЕСКОЛЬКИХ КОНКУРЕНТОВ И ТОВАРОВ

Рассмотрена математическая модель, первые два слагаемые которой характеризуют силы притяжения и отталкивания:

$$\frac{d}{dt}(p_j q_j(p_j) \dot{p}_j) = -k \frac{\Pi_d \Pi(p_j)}{(p^{**} - p_j)^2} + k \frac{\Pi_v \Pi(p_j)}{(p_j - p^*)^2} + F_{j0c} + F_{j1c}. \quad (1)$$

Интерес для изучения представляет также модель, описывающая действие сил государства на рынке в условиях конкуренции:

$$\frac{d}{dt}(p_j q_j(p_j) \dot{p}_j) = r_j p_j^0 (p_j q_j(p_j) - p_j^0 q_j^0) + F_{j0c} + F_{j1c}. \quad (2)$$

Слагаемые, определяющие силы конкуренции в моделях (1) и (2), имеют следующий вид:

$$F_{j0c} = -q_j^0 p_j^0 \sum_{i=1, i \neq j}^n \frac{c_{ji} p_i' (p_i^{**} - p_i)}{p_i'' (p_i - p_i^*)} ((p_j - p_j^0) - (p_i - p_i^0)), \quad j = \overline{1, n}, \quad (3)$$

$$F_{j1c} = -q_j^0 p_j^0 \sum_{i=1, i \neq j}^n \frac{k_{ji} p_i' (p_i^{**} - p_i)}{p_i'' (p_i - p_i^*)} (\dot{p}_j - \dot{p}_i), \quad j = \overline{1, n}, \quad (4)$$

где F_{j0c} - экономическая сила при отсутствии информации о тенденции изменения цен, F_{j1c} - экономическая сила при условии обладания такой информацией.

С учетом соответствующих преобразований, основанных на разложении отдельных коэффициентов в ряды Тейлора, введением определенных замен, а именно $x_j = p_j - p_j^0$, $y_j = \dot{x}_j = \dot{p}_j$, приходим к системе первого приближения вида:

$$\begin{cases} \dot{x}_j = y_j, \\ \dot{y}_j = H_j x_j + \sum_{i \neq j}^n c_{ji} (x_i - x_j) + \sum_{i \neq j}^n k_{ji} (y_i - y_j). \end{cases} \quad (5)$$

В векторном виде полученная система имеет вид:

$$\begin{cases} \dot{x} = y, \\ \dot{y} = -Ax - By, \end{cases} \quad (6)$$

где указанные матрицы определяются следующим образом:

$$-A = \begin{pmatrix} -\sum_{i \neq 1, i=2}^n k_{1i} & k_{12} & \dots & k_{1n} \\ k_{21} & -\sum_{i=1, i \neq 2}^n k_{2i} & \dots & k_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ k_{n1} & k_{n2} & \dots & -\sum_{i=1, i \neq n}^n k_{ni} \end{pmatrix}, \quad (7)$$

$$-B = \begin{pmatrix} H_1 - \sum_{i=2, i \neq 1}^n c_{1i} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & H_2 - \sum_{i=1, i \neq 2}^n c_{2i} & \dots & c_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & H_n - \sum_{i=1, i \neq n}^n c_{ni} \end{pmatrix}. \quad (8)$$

В случае рассмотрения сил притяжения и отталкивания:

$$H_j = -\frac{2kp_j^{**} q_j^*}{(-p_j'')^3} + \frac{2kp_j^* q_j^{**}}{(-p_j')^3} + \frac{-\ddot{q}_j^0 q_j^0 + (\dot{q}_j^0)^2}{(q_j^0)^2}.$$

При действии сил государства:

$$H_j = r_j p_j^0 \left(\frac{1}{p_j^0} + \frac{q'(p_j^0)}{q_j^0} \right).$$

Основным результатом исследований моделей (1) и (2) является утверждение: характеристическое уравнение системы первого приближения (5) имеет пару чисто мнимых корней [1]. Обоснование основано на доказательстве теорем о матрицах A и B [3]. В ходе исследования было установлено, что при определенных условиях матрица $(-B)$ имеет все собственные значения с отрицательной действительной частью, а матрица $(-A)$ имеет один нулевой характеристический корень и остальные с отрицательной действительной частью. Поскольку модель имеет громоздкий параметрический вид, то в явном виде определить условия устойчивости не удается.

2. СИЛЫ СПРОСА И ПРЕДЛОЖЕНИЯ НА РЫНКЕ НЕСКОЛЬКИХ КОНКУРЕНТОВ И ТОВАРОВ

Отдельно рассмотрим математическую модель, отражающую действие сил спроса и предложения на рынке:

$$\frac{d}{dt}(p_j q_j(p_j) \dot{p}_j) = p_j^0 q_j^0 \left(\frac{D_j p_j''(p_j - p_j^*)}{p_j'(p_j^{**} - p_j)} - \frac{V_j p_j'(p_j^{**} - p_j)}{p_j''(p_j - p_j^*)} \right) \dot{p}_j + F_{j0c} + F_{j1c}, \quad (9)$$

где последние два слагаемых описывают силы конкуренции и имеют вид (3) и (4) соответственно.

Путем аналогичных преобразований, изложенных в предыдущем пункте, приходим к системе первого приближения вида:

$$\begin{cases} \dot{x}_j = y_j \\ \dot{y}_j = (D_j - V_j)y_j - \sum_{i, i \neq j} c_{ji}(x_j - x_i) - \sum_{i, i \neq j} k_{ji}(y_j - y_i) \end{cases} \quad (10)$$

В ходе исследования устойчивости экономического равновесия $p_j = p_j^0, \dot{p}_j = 0$ было установлено, что характеристическое уравнение системы первого приближения (10) имеет один нулевой корень, что указывает на критический случай [1]. Используя соответствующий алгоритм исследования критических случаев [2], делая необходимые преобразования, разлагая отдельные коэффициенты в ряды Тейлора, получаем результат в виде теоремы.

Теорема. Невозмущенное движение неустойчиво, если выражение $(M + L)$ отлично от нуля, где

$$M = - \sum_{j, j \neq n} k_{jn} \left(\frac{\dot{q}_j^0}{q_j^0} + \frac{1}{p_j^0} + \frac{P_n}{p_n' p_n''} \right) + \sum_{i, i \neq n} k_{ni} \left(\frac{\dot{q}_n^0}{q_n^0} + \frac{1}{p_n^0} + \frac{P_i}{p_i' p_i''} \right),$$

$$L = \frac{P_n P_n^0}{P_n' P_n''} \left(\frac{D_n}{P_n^{**}} - \frac{V_n}{P_n^*} \right) + \frac{\dot{q}_n^0}{q_n^0} (-1 - (D_n - V_n)) - \frac{1}{P_n^0} \left(1 + \left(\frac{D_n P_n'' P_n^*}{P_n' P_n^{**}} - \frac{V_n P_n' P_n^{**}}{P_n'' P_n^*} \right) \right),$$

$$P_i = p_i' + p_i''$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно сделать вывод о том, что конкуренция оказывает укрепляющее действие, как на устойчивость рыночного равновесия, так и на его неустойчивость. Поэтому эффект конкуренции является не причиной, обеспечивающей устойчивое развитие рынка, а лишь его акселератором в ту или иную сторону.

Литература

1. Калитин Б. С. Математические модели экономики. Мн.: БГУ, 2004.
2. Малкин И. Г. Теория устойчивости движения. М.: Наука, 1966.
3. Калитин Б. С. Рынок типа эффективная конкуренция с неотрицательным запасом прочности // Вестник БГУ. 1998. Сер. 1. №2. С. 41–45.

УМЕНЬШЕНИЕ РАЗМЕРА JAVA-ПРОГРАММ

В. С. Горшунов

Введение

При выполнении Java-проектов, по технологиям, отличным от «тонкого клиента», Java-разработчики сталкиваются с проблемами распространения приложений и их обновления в условиях низкоскоростных каналов связи, конфликтов версий Java Runtime Environment (JRE), а так же защиты проектов от декомпиляции в исходный Java-код. Как правило, комплект поставки состоит из JRE, внешних библиотек и собственно приложения, что составляет от нескольких десятков до ста мегабайт. Из них около 20 мегабайт занимают пользовательские jar-библиотеки, 60–70 мегабайт JRE, а само приложение занимает в среднем всего 1–2 мегабайта. Очевидно, что части JRE и части используемых внешних библиотек являются избыточными для функционирования приложения. В работе предлагается сокращать их объем за счет удаления неиспользуемых class-файлов.

Целью данной работы является исследование технологических аспектов функционирования систем сжатия Java-проектов.

1. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Рассмотрим области, в которых требуется уменьшение.

- Часто применяется технология «толстого клиента». Подобные проекты представляют из себя обычные Java-приложения, с