

МОДЕЛЬ ПОВЕДЕНИЯ ПОСТАВЩИКОВ И ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НА РАСПРЕДЕЛЕННОМ РЫНКЕ

В. В. Иванищев

Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
199178, Санкт-Петербург, 14-я линия В.О., д. 39
<iv@iias.spb.su>

УДК 681.3

В. В. Иванищев. Модель поведения поставщиков и потребителей на распределенном рынке // Труды СПИИРАН. Вып. 2, т. 1. — СПб.: СПИИРАН, 2004.

Аннотация. Реальное существование рынка происходит в условиях его сегментирования. Актуальной является задача поиска рациональных стратегий поведения, как поставщиков, так и потребителей на различных сегментах рынка с учетом большого числа факторов. В статье представлена модель типа $2 \times 2 \times 2$, включающая двух поставщиков, двух потребителей, взаимодействующих на двух сегментах рынка. Рассмотрена задача поиска рациональной политики поведения поставщиков. — Библ. 2 назв.

UDC 681.3

V. V. Ivanischev. Model of behavior of suppliers and customers on the shared market // SPIIRAS Proceedings. Issue 2, vol. 1. — SPb.: SPIIRAS, 2004.

Abstract. The real existence of the market occurs in terms of its segmentation. The task of searching rational behavior strategies both suppliers and consumers on the different market segments taking into consideration a large number factors is actual. The article is devoted to the model $2 \times 2 \times 2$, including two suppliers, two consumers associated on the two market segments and task of searching of rational suppliers behavior policy. — Bibl. 2 items.

Когда говорят о рынке на макроуровне [1] чаще всего имеют в виду способ формирования цены на продаваемый продукт, не вдаваясь в детали, сопровождающие процесс купли-продажи. В повседневной жизни и физические лица и предприятия имеют дело с распределенным рынком $R = \{r_1, r_2, \dots\}$, состоящим из нескольких территориально удаленных рынков $r_j, j = \overline{1, J}$. Каждый такой рынок можно охарактеризовать следующим набором показателей, записываемых в виде кортежа:

$$r_j = \langle \Pi, H, Q, C, Y, P \rangle, \quad (1)$$

где

$\Pi = \{\pi_i\}, i = \overline{1, I}$ — подмножество товаров π_i , продаваемых на рынке r ,

$H = \{h_\varphi^i\}, \varphi = \overline{1, \varphi}$ — подмножество поставщиков h_φ^i товаров $u_i, i = \overline{1, I}$ на рынок r ,

$H_i = \bigcup_i h_\varphi^i$ — группа поставщиков i -го товара на рынок r .

Очевидно, что $\bigcap_i H_i \neq \emptyset$, т.к. один и тот же поставщик может поставлять на рынок r несколько товаров.

$Q = \{q_\psi^i\}, \psi = \overline{1, \psi}$ — подмножество покупателей q_ψ^i товаров на рынке r .

$Q_i = \bigcup_{\psi} q_{\psi}^i$ — группа покупателей i -го товара на рынке r . $|Q_i|$ — количество покупателей i -го товара на рынке r .

Очевидно, что $\bigcap_i Q_i \neq \emptyset$, т.к. один и тот же покупатель может покупать на рынке r несколько товаров.

$C = \{c_i\}$ — вектор спроса по видам товаров, $\pi_i, i = \overline{1, I}$ на рынке r .

$C_i = \sum_{\psi} c_{\psi}^i$ — суммарный спрос i -го товара на рынке r . c_{ψ}^i — величина спроса i -го товара ψ -м покупателем на рынке $r, \Psi = \overline{1, \overline{\Psi}}$.

$Y = \{y_i\}$ — вектор предложений по каждому виду товара $\pi_i, i = \overline{1, I}$ на рынке r .

$Y_i = \sum_{\varphi} y_{\varphi}^i$ — суммарное предложение i -го товара всеми поставщиками $h_{\varphi}^i, \varphi = \overline{1, \overline{\Psi}}$ на рынке r .

y_{φ}^i — величина предложения i -го товара φ -м поставщиком на рынке r .

$P = \{p_i\}, i = \overline{1, I}$ — вектор цен по видам товаров $\pi_i, i = \overline{1, I}$ на рынке r .

p_i — равновесная цена на i -й товар на рынке r .

Наличие нескольких рынков, на которых продаются одни и те же товары, но по разным ценам порождает проблему выбора: на каком рынке выгоднее купить товары (для покупателя) и на какой рынок выгоднее предложить свой товар (для поставщика). Как будет показано ниже, стратегии здравого смысла оказываются не самыми лучшими. Для решения поставленной задачи была разработана, в традиционном для автора сетевом формализме [2], алгоритмическая модель предельно малой размерности, включающая двух поставщиков товара, двух покупателей, два рынка и один однородный продукт.

В соответствии с традиционными представлениями о механизме ценообразования [1], будем полагать, что процесс удовлетворения спроса разворачивается, как некий динамический процесс с шагом Δt , внутри которого товар продается по единой цене. Равновесная цена на i -ый товар на j -ом рынке r_j на шаге n определяется соотношением [1]:

$$p_n^i = \frac{p_{n-1}^i C_i(p_{n-1}^i)}{Y(p_{n-1}^i)}, \quad (2)$$

где

p_n^i — равновесная цена на i -ый товар на n -ом шаге,

$C_i(p_{n-1}^i)$ — суммарный спрос на i -ый товар на j -м рынке r_j на $n-1$ -ом шаге,

$Y(p_{n-1}^i)$ — суммарное предложение i -го товара на j -м рынке r_j на $n-1$ -ом шаге.

Соотношение (2) в формализме алгоритмических сетей имеет вид рис. 1. Поскольку рынок не единственен, то при переходе с шага на шаг и поставщик и покупатель имеют возможность изменять размеры предложения и спроса, ру-

ководствуясь определенными правилами. Каковы эти правила? Если все прочие условия, кроме цены, сопровождающие процесс купли-продажи, одинаковы или несущественны для покупателя, то его стратегия очевидна — нужно уходить с дорогого рынка и наращивать объем спроса на том рынке, на котором цена товара меньше.

Так, например, если рынок r_1 более дешевый, чем рынок r_2 , то величина спроса на i -й товар на n -м шаге определяется соотношением:

$$\begin{aligned} r_1 : C_{\varphi=1}^i(n) &= C_{\varphi=1}^i(n-1) + \Delta C_{\varphi=1}^i(n-1), \\ r_2 : C_{\varphi=1}^i(n) &= C_{\varphi=1}^i(n-1) - \Delta C_{\varphi=1}^i(n-1). \end{aligned} \quad (3)$$

У поставщика товара есть две возможности. Первая состоит в увеличении поставки товара на тот рынок, где цена выше в надежде на большую выручку от продажи. Очевидно, что рост предложения не должен иметь обвальнй характер, т.к. цена при этом неизбежно упадет. Вторая возможность состоит в увеличении продажи по более низкой цене, зато в большем количестве. Приведенные стратегии действуют в системе рынков одновременно сложным образом, влияя друг на друга, чем и обоснована необходимость модельного анализа поставленной задачи.

Для реализации описанных стратегий изменения предложения и спроса разработан решающий элемент, приведенный на рис. 2. Назначение элемента — пошажно изменять долю предложения i -го товара на n -м шаге на рынок r_1 (на примере) в зависимости от соотношения цен на рынке r_1 и r_2 на $n-1$ -м шаге. Аналогичным решающим элементом оснащается второй поставщик и оба покупателя.

Приведенный на рис. 2 решающий элемент с помощью операторов сравнения на равенство распознает ситуацию $p_1 = mn$ (т.е. цена на рынке r_1 наименьшая) или $p_1 = mx$ (т.е. цена на рынке r_1 наибольшая). Далее этот сигнал преобразуется в зависимости от политики поставщика либо в приращение доли поставки на рынок r_1 и, соответственно, сокращение поставки на ту же величину на рынок r_2 , либо наоборот.

Аналогичным образом действуют покупатели по отношению к спросу на рынках r_1 и r_2 .

Схема решающего элемента вместе с механизмом распределения предложения по рынкам r_1, r_2 является фактически моделью поставщика.

Блок-схема всей модели приведена на рис. 3, где:

$t_{11}, t_{12}, t_{21}, t_{22}$ — размеры поставок 1-го и 2-го поставщика на рынки r_1 и r_2 , соответственно,

$d_{11}, d_{12}, d_{21}, d_{22}$ — размеры спроса 1-го и 2-го покупателя на рынках r_1 и r_2 , соответственно,

p_1, p_2 — цены на рынках r_1 и r_2 ,

m_x, m_x — величина минимальной и максимальной цены в рассматриваемой рыночной системе.

На приведенной модели осуществлено большое количество вычислений, из которых имеет смысл привести два главных варианта.

1. Политика покупателей отвечает ранее описанной, т.е. покупатели стремятся покупать товар по наименьшей цене. Ради этого они готовы от шага к шагу плавно варьировать величину спроса в размере $\pm 0,01d_{\psi j}(n-1)$, где ψ — ин-

декс покупателя, j — индекс рынка. Знак приращения выбирается решающим элементом на основе информации о ценах $p_1(n-1)$ и $p_2(n-1)$ на рынках r_1 и r_2 , соответственно.

Поставщики при этом следуют стратегии увеличения поставок на рынок, где цена на товар наибольшая, т.е. $\Delta t_{\psi j}(n-1) = \pm 0,01 t_{\psi j}(n-1)$.

В качестве начальной точки выбираются равные для всех условия, когда и спрос и предложения делятся между рынками r_1 и r_2 поровну.

Для снятия разного рода побочных эффектов будем полагать, что на каждом шаге суммарный спрос $d_1(n)+d_2(n)$ равен суммарному предложению $t_1(n)+t_2(n)$. Таким образом рассматриваемая распределенная рыночная система по отношению к внешнему миру является сбалансированной. При этом будем считать допустимыми незначительные в пределах нескольких процентов колебания и спроса и предложения при условии сохранения введенного свойства сбалансированности. Горизонт моделирования — 40 шагов.

Результаты моделирования приведены на рис. 4 — рис. 7. На рис. 4 виден фактически неустойчивый режим системы, расходящийся характер изменения цен $p_1(n)$, $p_2(n)$, и, соответственно, минимальных и максимальных цен (рис. 5). На рис. 6 и рис. 7 приведены кривые изменения предложений $t_{\psi j}(n)$, $\psi = \overline{1,2}$, $j = \overline{1,2}$ и спроса $d_{\psi j}(n)$, $\psi = \overline{1,2}$, $j = \overline{1,2}$ на горизонте моделирования $n = \overline{1,40}$. Виден колебательный характер этих параметров.

2. Во втором варианте политика покупателей остается той же, что и в первом варианте, однако, поставщики, возможно ознакомившись с выводами данной статьи, решили следовать за покупателем и перешли на стратегию приращения предложения на тот рынок, где цена на их товар ниже. Характер изменения анализируемых и введенных выше параметров рыночной системы приведен на рис. 8 — рис. 11. Их вид указывает на работоспособность системы и рациональности используемых политик поведения поставщиков и покупателей.

По мнению автора, проведенное исследование является предельным упрощением проблемы, на которые пришлось пойти по понятным соображениям. Вместе с тем видна востребованность такого подхода в самых разных сферах рыночного взаимодействия. В качестве ближайших видятся задачи снятия использованных здесь ограничений по размерности, по детализации политик, учета большего числа дополнительных факторов, таких как степень удаленности рынков, наличие таможенных барьеров, рыночных пошлин и т.д. Используемый аппарат моделирования, поддерживаемый инструментальной системой моделирования, вселяет надежду на преодоление возникающих на этом пути трудностей.

Данная работа является прямым следствием цитируемой выше монографии [1] академика А.А.Петрова, существенно расширившей представления автора в этой сфере и позволившей конструктивно оперировать рыночным механизмом в создаваемых моделях различного назначения.

Литература

- [1] Петров А. А. Экономика. Модели. Вычислительный эксперимент. М.: Наука, 1996. 251 с.
- [2] Иванищев В. В. Моделирование без посредника // Изв. РАН. Теория и системы управления. 1997. №5.

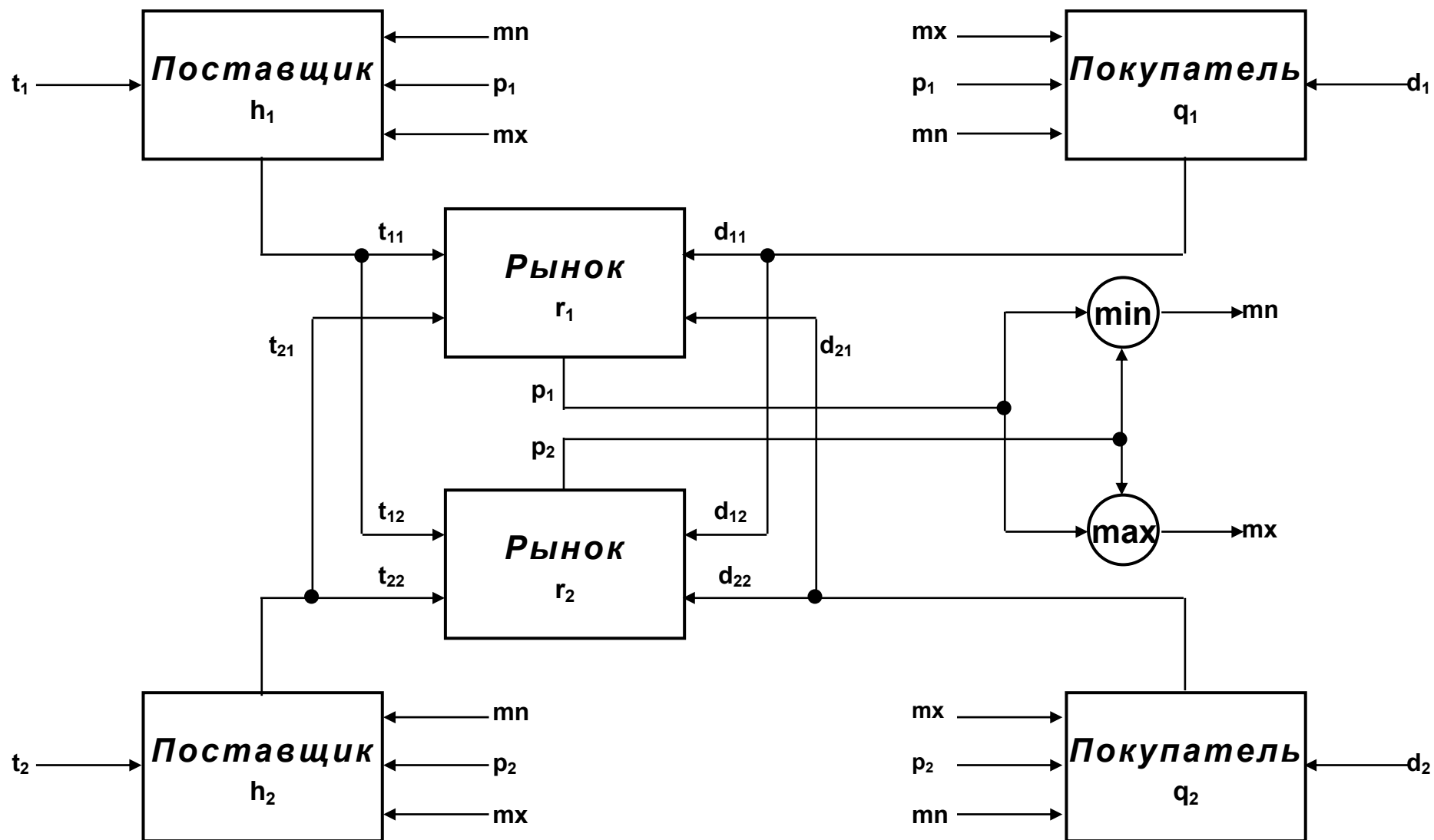


Рис. 3. Блок-схема модели распределенной рыночной системы размерности $(2 \times 2 \times 2)$

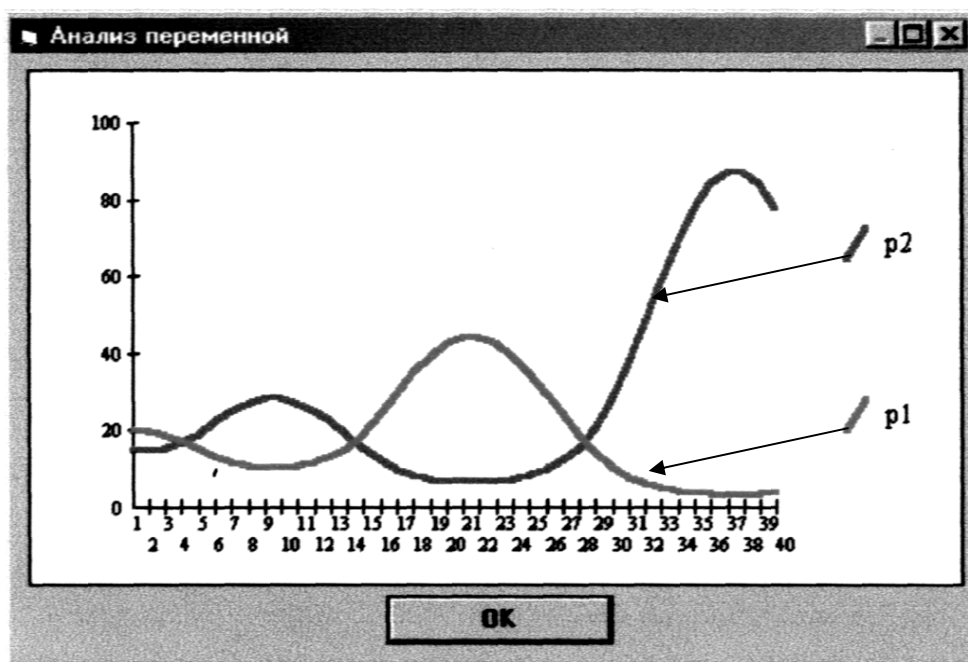


Рис. 4. Характер изменения цен $p_1(n)$, $p_2(n)$ на рынках r_1 , r_2 , соответственно (вариант 1)

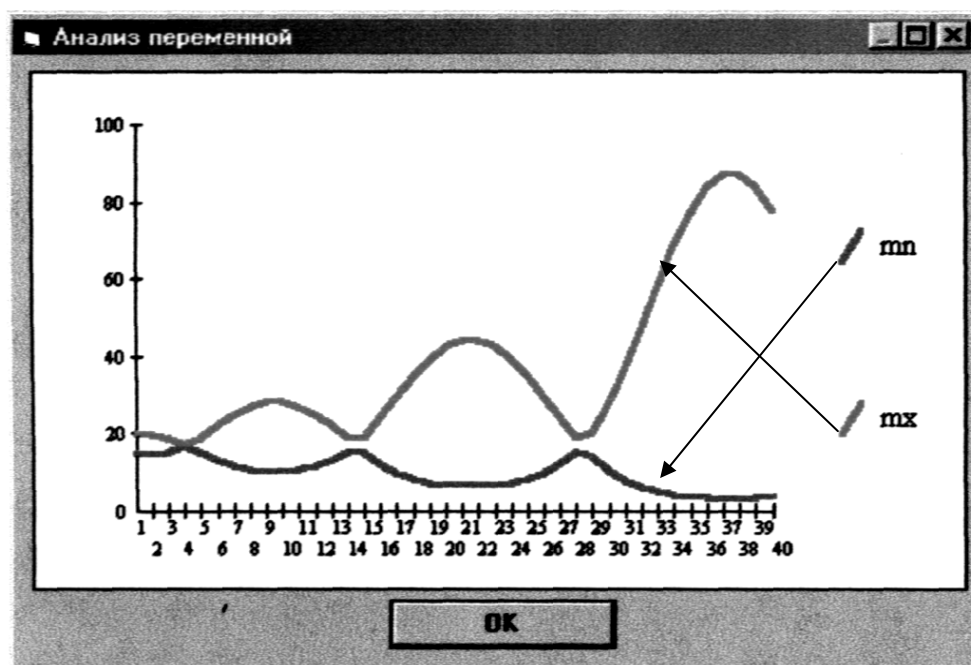


Рис. 5. Характер изменения минимальной $mn(n)$ и максимальной $mx(n)$ цен в рыночной системе (вариант 1)

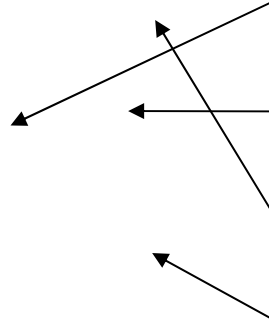
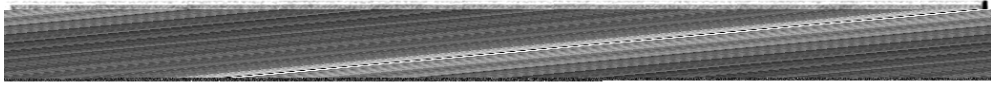


Рис. 6. Изменения предложения $t_{\varphi j}$ поставщиков h_{φ} на рынки r_j , $\psi = \overline{1,2}$, $j = \overline{1,2}$ (вариант 1)

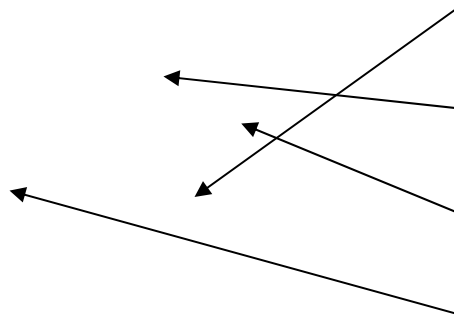


Рис. 7. Изменения спроса $d_{\psi j}$ покупателей q_{ψ} на рынках r_j , $\psi = \overline{1,2}$, $j = \overline{1,2}$ (вариант 1)

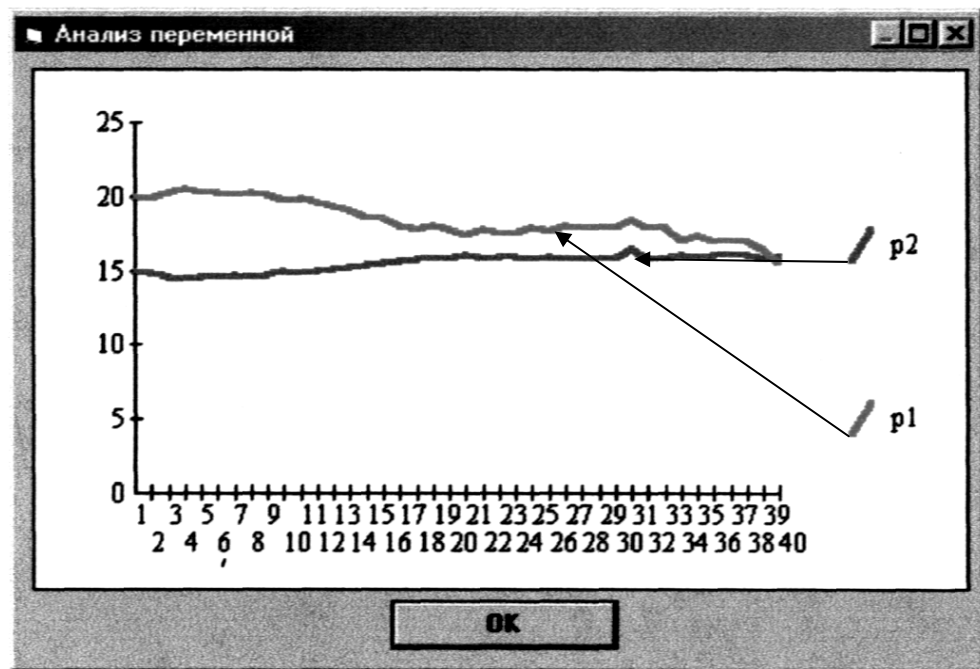


Рис. 8. Характер изменения цен $p_1(n)$, $p_2(n)$ на рынках r_1 , r_2 , соответственно (вариант 2)

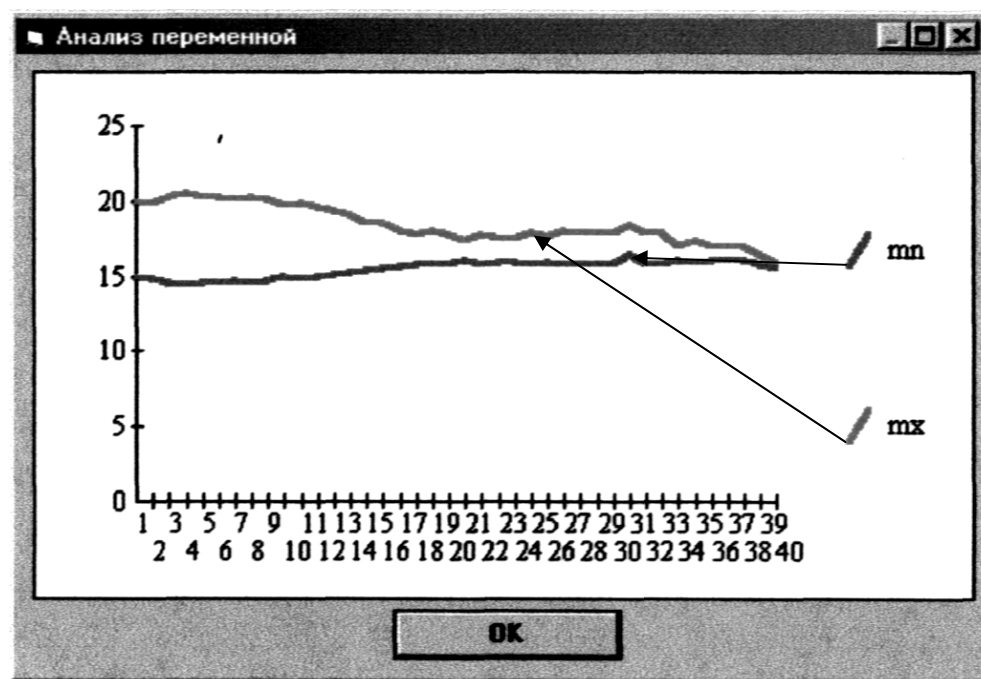


Рис. 9. Характер изменения минимальной $mn(n)$ и максимальной $mx(n)$ цен в рыночной системе (вариант 2)

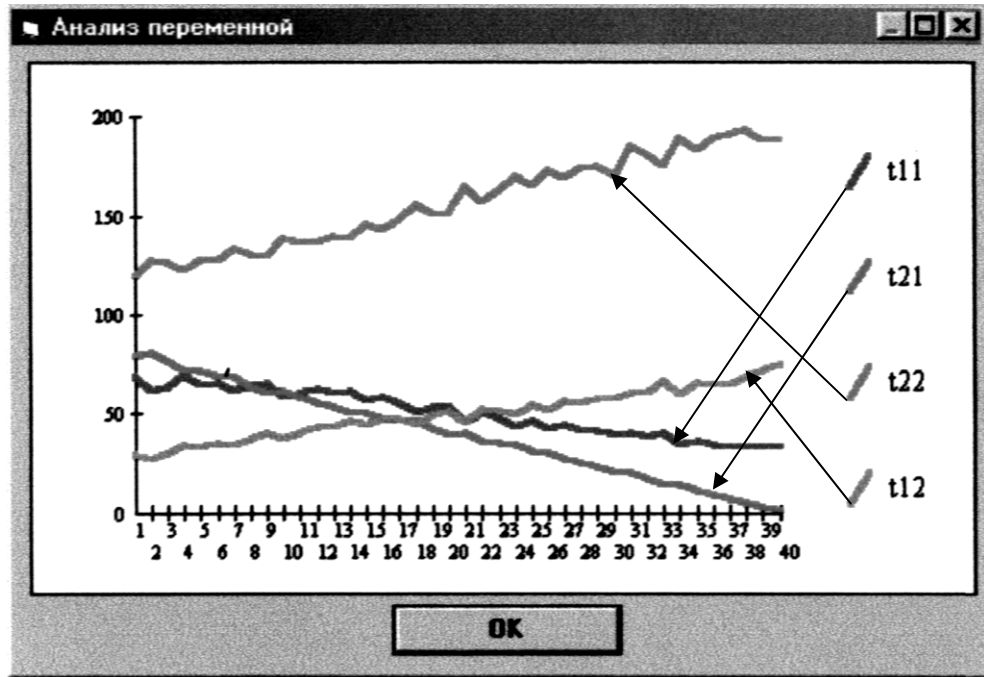


Рис. 10. Изменения предложения $t_{\varphi j}$, $\varphi = \overline{1,2}$, $j = \overline{1,2}$ поставщиков h_{φ} на рынки r_j (вариант 2)

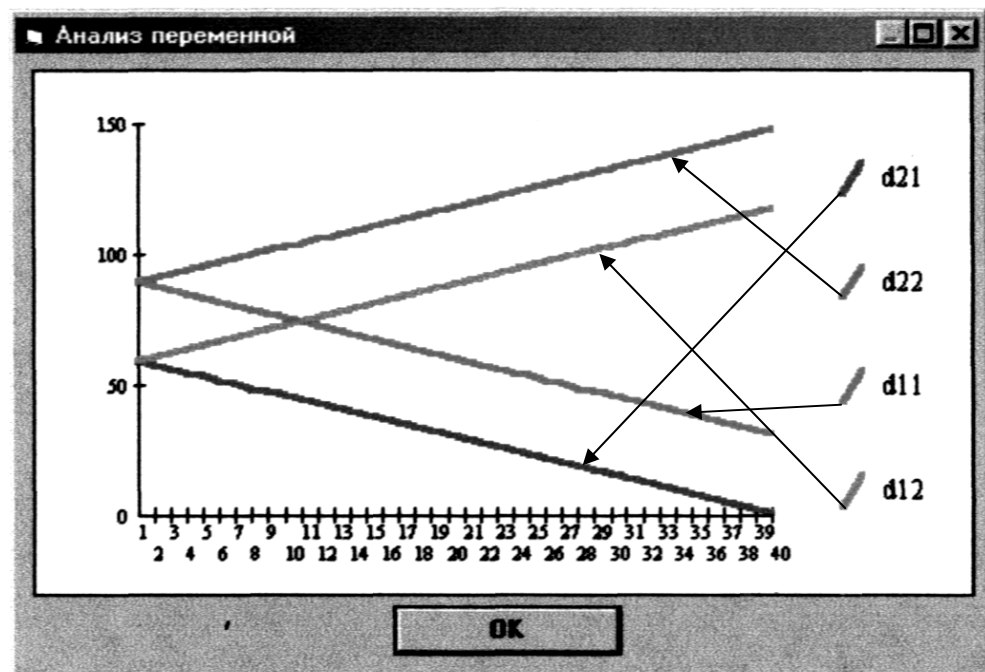


Рис. 11. Изменения спроса $d_{\psi j}$ покупателей q_{ψ} на рынках r_j , $\psi = \overline{1,2}$, $j = \overline{1,2}$ (вариант 2)