

застосовувати режим розтягання (рис. 4), причому на ділянці II кут  $+a$  бажано, щоб знаходився в межах від 0 до 90 град., а на ділянках III-V дорівнював 45 град. Тобто, змінюючи кут від 0 до 90 град., спостерігається комбінація двох режимів формування з перевагою першого від технологічної ділянки формування. Отже, визначення оптимального значення кута  $a$  для кожної характерної ділянки формування є складним завданням, що вимагає подальшого планування та проведення експериментальних досліджень.

**Висновки:** В результаті аналізу характеру дії сил знайдені умови формування деталей одягу гідроструминним способом залежно від величини кута, утвореного поверхнею зразка і віссю струменя. Виявлено два оптимальні режими і запропоновано їх раціональне застосування для кожної з п'яти визначених технологічних ділянок сферичного зразка.

### Література

1. Попович О.В., Куцевський М.О. Особливості нетрадиційних способів формування деталей швейних виробів // Вісник Хмельницького національного університету. – 2008. – № 6. – С. 209-212.
2. Атанов Г.А. Гидроимпульсные установки для разрушения горных пород. – К.: Вища школа, 1987. – 155 с.
3. Кедровский Б.Г. Определение параметров гидрорезной установки для раскроя материалов легкой промышленности: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.02.13. – К., 1990. – 20 с.
4. Клапцов Ю.В. Разработка струменеформирующий устройств для разрезания материалов легкой промышленности гидро- та гідро абразивним струменем: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.05.10. – К., 2007. – 20 с.
5. Семінська Н. Гідроструминні методи руйнування матеріалів // Машинознавство. – 2007. – № 5. – С. 22-25.
6. Березненко Н.П., Пашаев Н.П. Особенности формирования силового поля при формировании деталей одежды на сферических поверхностях с использованием центробежного эффекта // Известия вузов. технология легкой промышленности. – 1987. – № 1. – С. 77-79.
7. Березненко Н.П., Пашаев Н.П. Характер распределения силового поля при формировании деталей одежды на формирующем элементе с использованием центробежного эффекта // Известия вузов. технология легкой промышленности. – 1987. – № 5. – С. 91-94.
8. Пашаев Н.П. Оптимизация технологических процессов производства одежды по критериям качества и энергозатрат: Дис. ... канд. техн. наук: 05.19.04. – К., 1988. – 278 с.
9. Буханцова Л.В. Удосконалення процесу формування жіночих головних уборів: Дис.... канд. техн. наук: 05.19.04. – Хмельницький, 2007. – 221 с.
10. Горелова А.Е. Совершенствование способов формообразования и формозакрепления деталей стана плечевых швейных изделий: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.19.04. – Иваново, 2006. – 19 с.
11. Корнилова Н.Л., Горелова А.Е. К вопросу учета формовочных свойств материалов при проектировании одежды // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2007. – № 6. – С. 86-88.

Надійшла 3.11.2009 р.

УДК 685.34

С.С. ГАРКАВЕНКО

Київський національний університет технологій та дизайн

## МЕТОД ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ АСОРТИМЕНТУ ВЗУТТЯ НА ОСНОВІ ANCOVA-МОДЕЛІ

*Робота присвячена вдосконаленню методології формування структури асортименту взуття з використанням фіктивних змінних. Наведено етапи процесу формування асортименту за видами та стилями взуття на основі моделі коваріаційного аналізу – ANCOVA-моделі.*

*The activity is dedicated to advancing of a methodology of formation of pattern of assortments of footwear with usage dummy changeable. The stages (phases) of process of formation of assortments on kinds (views) and styles of footwear are adduced on the basis of model of analysis of covariance – ANCOVA-model.*

Ключові слова: асортимент, фіктивні змінні, коваріаційний аналіз.

### Постановка проблеми.

Попит на різні асортиментні групи взуття залежить, перш за все, від його ціни, яка формується на основі багатьох чинників, серед яких конструктивно-технологічні характеристики взуття, якість матеріалу, технологія виготовлення тощо.

На етапі формування структури асортименту мають бути враховані рішення щодо стилю, в тому його тлумаченні, що безпосередньо впливає на вибір фасону колодки, технологічного процесу складання

взуття як найбільш витратних складових його виготовлення.

Разом з тим, оскільки попит залежить від часового періоду (сезонності), в структурі асортименту за видами взуття, стилем, асортиментними групами має бути враховано ефект зрушення у часі.

Тому, математичну модель попиту на види взуття побудовано нами як модель коваріаційного аналізу ANCOVA-модель, оскільки, вона включає як фіктивні змінні, так і квантифіковану змінну (ціну) [1-3].

#### Формулювання цілей:

Об'єктом проведених досліджень є процес формування асортименту взуття, предметом дослідження – вдосконалення методології формування асортименту на основі ANCOVA- моделі.

В даній роботі поставлено та вирішено наступні задачі дослідження:

- розробити метод формування структури асортименту на основі моделі коваріаційного аналізу;
- перевірити гіпотезу щодо того, що побудована без урахування структури попиту між асортиментними групами взуття математична модель не дає змоги достовірно виміряти зв'язок між цими показниками;

- перевірити на основі F-критеріїв можливість використання моделей, розрахованих на основі окремих асортиментних груп з фіктивних змінними, адекватно представляти структуру попиту;

- побудувати на основі інформації, що містить лонгітюдні дані, сформовані на основі структурного чинника – часового періоду, математичні моделі прогнозування попиту за умови холодної та теплої зими, що враховують перерозподіл попиту в межах окремих асортиментних груп.

#### Виклад основного матеріалу дослідження.

Метод визначення структури асортименту на основі ANCOVA-моделі може бути представлений як послідовність наступних восьми етапів.

*Етап 1. Визначення кількості асортиментних груп за видами продукції та стилями, що складають сезонний асортимент взуття.*

На даному етапі визначається кількість спостережень, які складатимуть інформаційну базу побудови математичних моделей. Загальна кількість необхідних спостережень, які сформовані на основі структурного чинника – часового періоду – визначається як добуток кількості місяців сезону та кількості видів взуття, що складають сезонний асортимент підприємства

*Етап 2. Побудова, на основі лонгітюдних даних, математична модель залежності попиту від ціни без урахування структури попиту між асортиментними групами взуття та перевірка її достовірності.*

Побудована нами для конкретного підприємства математична модель без урахування структури попиту між асортиментними групами взуття:  $j=1$  – напівчеревики стилю Casual;  $j=2$  – напівчеревики стилю і класичного стилю;  $j=3$  – черевики стилю Casual;  $j=4$  – черевики класичного стилю;  $j=5$  – чоботи стилю Casual;  $j=6$  – чоботи класичного стилю;  $j=7$  – туфлі стилю Casual;  $j=8$  – туфлі класичного стилю, має вигляд:

$$Y = -3553,33 + 10,63X \quad (1)$$

Як свідчить значення оцінки параметру,  $\hat{a} = 10,63$ , зв'язок між попитом та ціною є прямий, що суперечить теорії кон'юнктури ринку і закону попиту. Сума квадратів залишків за цією моделлю становить:

$$v'v = Y'Y - \hat{A}'X'Y = 144063468 \quad (2)$$

Таким чином, підтверджено гіпотезу про відсутність у моделі фіктивних змінних структури попиту взуття, що не дозволяє виміряти зв'язок між цими показниками достовірно і для прогнозування попиту має бути використана модель, що враховує структуру попиту між асортиментними групами.

*Етап 3. Ідентифікація фіктивних та квантифікованих змінних, що впливають на попит.*

Оцінювання можливості використання лонгітюдних даних для даної моделі передбачає побудову математичні моделі для кожної структурної групи, що має вигляд:

$$\hat{Y} = \hat{a}_0^{(k)} + \hat{a}_1^{(k)} X_k \quad (3)$$

Для асортиментної групи „туфлі стилю Casual” рівняння має вигляд:

$$\hat{Y}_7 = 6996,75 - 10,73X_7, \quad (4)$$

для туфель класичного стилю –

$$\hat{Y}_8 = 15326,47 - 24,61X_8. \quad (5)$$

Критерії Ст'юдента підтверджують статистичну значущість оцінок параметрів моделі з імовірністю у межах від 0,8 до 0,95. В цих моделях розрізняються як вільні члени, так і оцінки параметрів, що характеризують вплив ціни на попит кожної асортиментної групи. Сума квадратів залишків для кожної моделі складає:

$$u_7^{\alpha'} u_7^{\alpha} = 320478,8; \quad u_8^{\alpha'} u_8^{\alpha} = 1982750,0, \quad (6)$$

а сума квадратів усіх залишків (3.33) дорівнює:

$$u^{\alpha'} u^{\alpha} = Y'Y - \hat{A}'Z'Y = S_4 = 38675620,93. \quad (7)$$

З рівняння  $S_2 = S_3 + S_4$  визначено  $S_3 = S_2 - S_4 = 1962349,2$ , оцінено суму квадратів залишків, яка складає  $S_1 = 103425498$ .

Розраховані суми квадратів залишків для різних моделей використано для перевірки гіпотези

стосовно відмінностей відповідних оцінок параметрів моделі, розрахованих на основі лонгітюдних даних на основі критеріїв Фішера

$$F_{(1)} = \frac{S_1 / (s-1)}{S_2 / (ns - s - r + 1)} = 21,63, \quad (8)$$

$$F_{(2)} = \frac{S_3 / (sr - s - r + 1)}{S_4 / (sn - sr)} = 0,17, \quad (9)$$

$$F_{(3)} = \frac{S_1 + S_2 / (sr - r)}{S_4 / (sn - sr)} = 4,67. \quad (10)$$

де  $n$  – кількість місяців сезону;  $s$  – кількість асортиментних груп взуття;  $r$  – кількість оцінок параметрів моделі;  $ns$  – загальна кількість лонгітюдних даних.

На основі розрахованих вище  $F$ -критеріїв та порівняння їх з  $F_{(0,05)табл}$  нами доведено, що моделі розраховані на основі окремих асортиментних груп не можуть адекватно представляти структуру попиту.

*Етап 4. Визначення загального вигляду та матричної форми моделі з використанням фіктивних змінних.*

На даному етапі досліджень попит на всі асортиментні групи взуття з урахуванням часового періоду представлено як лонгітюдні дані у загальній сукупності спостережень, що дозволяє за допомогою включення до математичної моделі фіктивних змінних побудувати моделі попиту для кожної із структурних груп. Модель ANCOVA включатиме сім фіктивних змінних, за що кількість асортиментних груп складає вісім.

*Етап 5. Побудова на основі лонгітюдних даних математична модель прогнозування попиту, що враховує зміну структури попиту між окремими асортиментними групами.*

Загальний вигляд ANCOVA-моделі запишеться так:

$$Y = a_0 + b_1 D_1 + b_2 D_2 + b_3 D_3 + b_4 D_4 + b_5 D_5 + b_6 D_6 + b_7 D_7 + a_1 X + u, \quad (11)$$

де  $Y$  – вектор попиту на взуття;  $X$  – вектор ціни на взуття;  $D_j$  – фіктивні змінні, що дозволяють врахувати структуру асортименту взуття ( $j = \overline{1,7}$ );  $u$  – вектор стохастичної складової, що акумулює вплив випадкових чинників (уподобань споживачів, сприйняття нових конструкторсько-технологічних рішень, погодні умови тощо).

Матрична форма моделі має вигляд:

$$\hat{Y} = D\hat{B} + X\hat{A}, \quad (12)$$

де  $D$  – матриця фіктивних змінних;  $X$  – матриця пояснювальних змінних;  $\hat{B}$  – вектор оцінок параметрів моделі, які відповідають певним фіктивним змінним;  $\hat{A}$  – вектор оцінок параметрів моделі пояснювальних змінних.

Враховуючи цілі дослідження, має бути побудована модель з фіктивними та комбінованими змінними, що характеризують зв'язок фіктивних змінних із пояснювальною:

$$\hat{Y} = D\hat{B} + X\hat{A}. \quad (13)$$

В цій моделі матриця  $(DX)$  містить окремо матрицю фіктивних змінних  $D$ , що характеризує зв'язок фіктивних змінних із пояснювальною змінною та матрицею пояснювальних змінних  $X$ . Таким чином, змінні використовуються як в адитивній, так і в мультиплікативній формі. Перша необхідна для того, щоб уможливити забезпечення різних вільних членів рівняння для різних асортиментних груп взуття, а друга – для визначення відмінностей у граничній зміні попиту від ціни для кожної асортиментної групи.

Матриця фіктивних змінних  $D$  містить кількість векторів, кожний з яких відображає відмінності інформації за асортиментними групами взуття від інформації за першою групою. Матриця пояснювальних змінних  $X$  містить вектор одиниць для визначення вільного члена моделі для першої асортиментної групи.

*Етап 6. Перевірка гіпотези щодо відмінностей відповідних параметрів моделі, розрахованих на основі лонгітюдних даних.*

Побудова математичної моделі, прогнозування попиту, що враховує зміну структури попиту між окремими асортиментними групами, передбачає отримання вектора оцінок параметрів моделі на основі оператора оцінювання:

$$\begin{bmatrix} \hat{B} \\ \hat{A} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D'D & D'X \\ X'D & X'X \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} D'Y \\ X'Y \end{bmatrix}, \quad (14)$$

Отримана нами для конкретного підприємства математична модель структури попиту на взуття має вигляд:

$$\hat{Y} = 15406,3 + 900,13D_1 + 2312,92D_2 + 7645,11D_3 + 7645,11D_3 + 7460,53D_4 + 9672,86D_5 + 1118,04D_6 + 1902,74D_7 - 28,12X, \quad (15)$$

Етап 7. Встановлення на основі ANCOVA– моделі залежності між попитом на взуття різних видів та ціною по кожній асортиментній групі.

В отриманій нами моделі гранична зміна попиту залежно від ціни є константою для всіх асортиментних груп ( $a_1 = -28,12$ ).

Наприклад, вільні члени рівняння для туфель стилю Casual та класичного стилю, відповідно, мають вигляд:

$$\hat{a}_0^{(7)} = 16524,34, \quad \hat{a}_0^{(7)} = \hat{a}_0^{(1)} + \hat{b}_6 \quad (16)$$

$$\hat{a}_0^{(8)} = \hat{a}_0^{(1)} + \hat{b}_7 \quad (17)$$

Критерії Ст'юдента, що розраховані для перевірки статистичної значущості оцінок параметрів моделі наведено у векторі  $t$ :

$$t = (4,52 \ 1,23 \ 2,94 \ 7,34 \ 6,24 \ 5,40 \ 1,44 \ 2,32 \ 4,22). \quad (18)$$

Критичне значення критерію Ст'юдента при рівні довіри 95 % становить  $t_{(0,05)} = 2,06$ . Сім фактичних значень  $t$ - критерію перевищують табличне значення, тобто вони є статистично достовірні з імовірністю 0,95. Два фактичні значення  $t$ - критеріїв  $t_{b_1}$  і  $t_{b_6}$  статистично достовірні з імовірністю 0,8

( $t_{(0,02)табл} = 1,42$ ). Коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,8$ . Це свідчить про те, що на 80 % попит на різні види взуття визначається фіктивними та пояснювальними змінними моделі. Критерій Фішера ( $F = 5,57$ ), а  $F_{(0,05)табл} = 2,11$ . Оскільки  $F_{факт} > F_{(0,05)табл}$ , то математична модель є статистично достовірною.

Етап 8. Побудова математичних моделей з урахуванням структури попиту між асортиментними групами та перевірка її достовірності.

При цьому для кожного рівняння моделі ANCOVA за певного прогнозованого значення середньої ціни певної асортиментної групи можуть бути отримані прогнозні оцінки попиту на даний вид взуття. Залежність між ціною та попитом проілюстровано на рис. 1.

Співставлення теоретичних та розрахункових значень дозволило зробити висновки про те, що побудована теоретична модель адекватна фактичним даним щодо попиту на різні види взуття з урахуванням стилів, в яких спроектовано конструкції даного виду взуття.

#### Висновки.

Таким чином, в результаті проведених досліджень – запропоновано метод формування асортименту взуття на основі ANCOVA-моделі, який передбачає визначення кількості асортиментних груп за видами продукції та стилями, що складають сезонний асортимент взуття; побудовано, на основі лонгітюдних даних, математичну модель залежності попиту від ціни без урахування структури попиту між асортиментними групами взуття та перевірена її достовірності; ідентифіковано фіктивні та квантифіковані змінні, що впливають на попит; визначено загальний вигляд та матричну форму моделі з використанням фіктивних змінних; побудована, на основі лонгітюдних даних, математична модель прогнозування попиту, що враховує зміну структури попиту між окремими асортиментними групами; перевірена гіпотеза щодо відмінностей відповідних параметрів моделі, розрахованих на основі лонгітюдних даних; встановлена на основі ANCOVA– моделі залежність між попитом на взуття різних видів та ціною по кожній асортиментній групі; побудовані математичні моделі з урахуванням структури попиту між асортиментними групами та перевірка їх достовірності.

Також підтверджено гіпотезу щодо того, що побудована без урахування структури попиту між асортиментними групами взуття математична модель не дає змогу достовірно виміряти зв'язок між цими показниками; перевірено на основі F-критеріїв можливість використання моделей, розрахованих на основі окремих асортиментних груп з фіктивних змінними, адекватно представляти структуру попиту; побудовано математичні моделі прогнозування попиту за умови холодної та теплої зими, що враховують перерозподіл попиту в межах окремих асортиментних груп, спричинений погодними умовами.

Слід зазначити, що структура попиту за видами взуття в умовах високих та низьких температур навколишнього середовища суттєво відрізняється. Відповідно, рішення щодо виробничої програми з орієнтацією на потенційний попит має бути прийняте з урахуванням отриманих розрахункових оцінок попиту в умовах невизначеності погоди, що дозволить отримати скореговані дані щодо раціональної структури сезонного асортименту за умови холодної та теплої зими, що є предметом наступних досліджень.

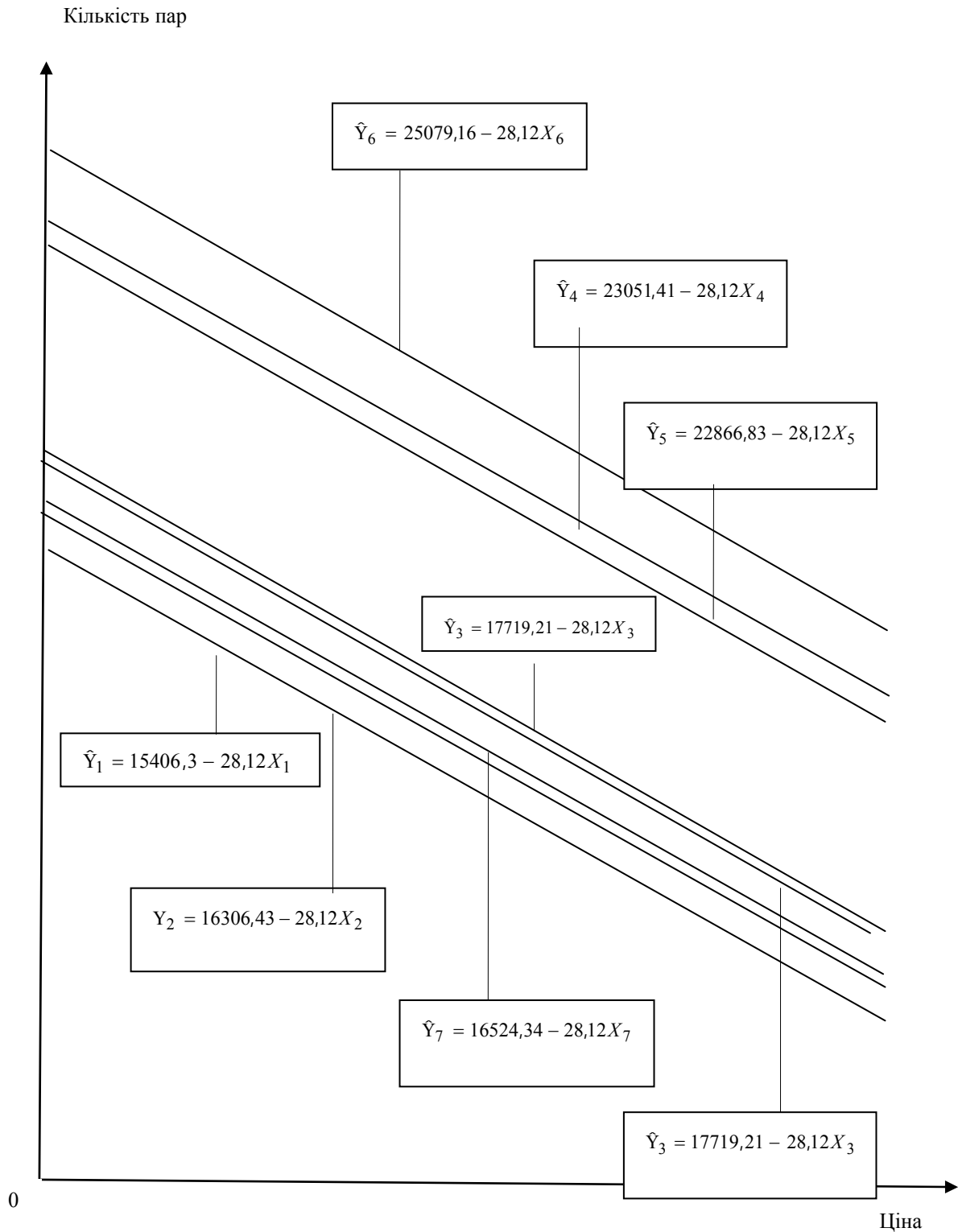


Рис. 1. Залежність попиту на взуття різних видів за ціною, визначена на основі моделі ANCOVA

### Літератури

1. Малхотра. Маркетинговые исследования. Практическое руководство / Малхотра, К. Нэреш, – 3-е изд.; Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2002. – 960 с.
2. Наконечний С.І. Економетрія / Наконечний С.І., Терещенко Т.О., Романюк Т.П. – [3-є вид., доп. та перероб.] – К.: КНЕУ, 2004. – 520 с.
3. Гаркавенко С.С. Розвиток наукових основ проектно-технологічних робіт на стадії створення конкурентоспроможної продукції взуттєвої та шкіргалантерейної галузі: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.18.18 «Технологія взуття, виробів зі шкіри та хутра» / С.С. Гаркавенко. – К., 2009. – 37 с.

Надійшла 6.11.2009 р.