

быть также удвоены — до 25% в год.

### **Заключение**

Для выработки подхода, более удовлетворительно интерпретирующего современные процессы формирования уровня и динамики производительности хозяйственной деятельности людей, важно вернуться к фундаментальным положениям классической теории, согласно которой создаваемые экономические блага производятся трудом при помощи хозяйственных ресурсов на основе выполнения человеком экономической работы. Необходимо ее концептуальное переосмысление на основе отказа от ошибочных и односторонних представлений, упрощенно описывающих взаимодействие затрат и результатов хозяйственной деятельности людей, производственных и институциональных факторов.

Реконструкция институционально-технической системы российской промышленности должна проводиться исходя из ее влияния на производительность хозяйственной деятельности с учетом меняющейся роли малых, средних и крупных предпринимательских структур, необходимости широкого распространения разнообразных предпринимательских систем и кластеров, повышающих чувствительность экономики к инновациям, созданию и применению новых знаний.

### **Библиографический список**

1. Бирюков В. В. Время как фактор развития экономики в рыночных условиях. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2000.
2. Бирюков В. В. Особенности предпринимательской деятельности в инновационной экономике // Вестник СибАДИ. 2010. - №4 (18)

3. Бирюков В. В., Бирюкова В.В Развитие предпринимательства и хозяйственные изменения в российской промышленности. – Омск; СибАДИ, 2010.

4. Борисов В. Н., Почукаев О. В. Модернизация обрабатывающей промышленности РФ на основе устойчивого развития отечественного машиностроения // Проблемы прогнозирования. – 2010. - №4.

5. Глазьев С. Мировой экономический кризис как процесс смены технологических укладов // Вопросы экономики. – 2010. - №1.

6. Кендрик Д. Совокупный капитал США и его формирование. – М.: Прогресс, 1976.

7. Левина И. Проблема трансформации: сравнительно-исторический анализ подходов и решений (классические версии) // Вопросы экономики. – 2008. - №9

8. Маркс К. Капитал // Маркс К., Энгельс Ф., Соч. Т.23-25.

9. Синк Д. С. Управление производительностью: планирование, измерение и оценка, контроль и повышение. – М.: Прогресс, 1989.

### **PRODUCTIVITY OF ECONOMIC SYSTEMS AND MODERNIZATION OF INDUSTRIAL PRODUCTION**

V.V. Birykov

The conceptual aspects of analysis of the productivity of the economic systems are considered, problems and directions of modernisation of industrial production are shown.

УДК 338.512

## **УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММОЙ ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ**

Г.Ю. Боярко, В.А. Яцко

**Аннотация.** Практика управленческого учета показывает, что величина себестоимости и, соответственно, рентабельности отдельных видов продукции во многом зависят от выбранного метода распределения накладных расходов. Предлагается ввести в рассмотрение множество нечетких переменных, позволяющих дать интегрированное представление обо всех возможных значениях себестоимости продукции. Исследование полученных моделей нечетких переменных позволяет провести анализ производственной программы предприятия с целью ее оптимизации.

**Ключевые слова:** производственная программа, себестоимость продукции, распределение накладных расходов, нечеткие модели.

### **Введение**

Оптимизация производственной программы предприятия является необходимым элементом повышения эффективности управления любого предприятия. Очевидно, что в качестве критерия оптимизации наиболее часто используется прибыль,

значение которой надо максимизировать. Таким образом, процедура оптимизации производственной программы предполагает необходимость калькулирования себестоимости отдельных видов продукции и расчет соответствующих показателей рентабельности. На основе полученных показателей прини-

маются решения либо о прекращении производства убыточных изделий, либо о реализации дополнительных мер по снижению себестоимости убыточных изделий и обеспечению их прибыльности. Для тех элементов производственной программы, которые являются рентабельными, необходимо предусмотреть меры по расширению объемов производства и реализации.

К сожалению, процедура калькулирования себестоимости продукции, являющаяся ключевым элементом оптимизации производственной программы предприятия, зачастую не имеет однозначного решения, особенно в условиях многономенклатурного производства. К настоящему времени разработано достаточно много методов калькулирования себестоимости продукции, что еще раз подчеркивает существование проблемы нахождения единственной «правильной» оценки себестоимости продукции. Величины себестоимости, рассчитанные с использованием различных методов калькулирования, весьма значительно отличаются друг от друга. Вследствие неудачного выбора метода калькулирования во некоторых случаях в результате реализации процедуры оптимизации производственной программы общая рентабельность предприятия не увеличивается, а падает.

В работе [1] на ряде примеров показано, что в зависимости от выбора того или иного метода калькулирования может кардинальным образом представление о рентабельности отдельных видов продукции – наиболее прибыльные изделия оказываются наиболее убыточными и наоборот. Таким образом, выбор того или иного метода калькулирования во многом может повлиять на принятие ошибочных или эффективных решений, касающихся управления производственной программой предприятия. В частности, в [1] рассматривается пример дочерней компании корпорации Siemens, когда увеличение производства «более прибыльных» изделий и сокращение производства «менее прибыльных» привело к ухудшению финансовых показателей предприятия.

Основной проблемой, связанной с неоднозначным калькулированием себестоимости продукции, является возможность использования различных методов разнесения накладных расходов на каждую единицу продукции.

#### Основная часть

Для включения накладных расходов в состав себестоимости изделий обычно применяют различные методы пропорционального распределения накладных расходов. В нашей стране традиционно наиболее часто используется метод разнесения по единой ставке, когда для разнесения накладных расходов выбирается какая-то единая для всего предприятия величина. Наиболее часто в качестве базы распределения используют заработная плата производственных рабочих, значительно реже – машиночасы, стоимость основных производственных материалов, прямые затраты (заработная плата производственных рабочих + стоимость основных материалов), объем произведенной продукции, оптовая цена продукции и т.п. К достоинствам данного метода распределения накладных расходов

относится простота учета, что обуславливает ее популярность. Однако, себестоимость продукции, рассчитанная с использованием данного подхода, весьма значительно зависит от выбора базы распределения. Как отмечает Вахрушина М.А., зачастую при выборе базы распределения накладных расходов приходится руководствоваться в основном «...экономическим смыслом и особенностями производственной и коммерческой деятельности» [2].

Одной из попыток решения указанной проблемы является ABC-метод калькулирования (Activity-Based Costing) [3], когда вместо единой базы распределения накладных расходов вводится несколько «носителей затрат» (cost driver). При этом учет накладных расходов ведется в соответствии с выделенными на предприятии основными видами деятельности, а для каждого основного вида деятельности можно указать свой носитель затрат. В результате при надлежащей реализации ABC-метода повышается «точность» калькулирования себестоимости, а следовательно, принятие решений об оптимизации производственной программы становится более обоснованным.

Однако и при использовании ABC-метода остается проблема выбора наиболее подходящих баз распределения накладных расходов. Неудачный выбор «носителя затрат» может существенно повлиять на значение себестоимости продукции.

Так как в общем случае решить проблему выбора адекватной базы распределения накладных расходов не представляется возможным, в данной работе предлагается исследовать как влияет выбор «носителя затрат» на величину себестоимости продукции.

Введем следующие обозначения:  $n$  – число различных видов продукции;  $S_i$  – полная себестоимость единицы продукции  $i$ -го вида;  $V_i$  – прямые затраты, приходящиеся на единицу продукции  $i$ -го вида;  $m$  – число различных видов накладных затрат;  $C_j$  – общая величина  $j$ -го вида накладных затрат;  $K_j$  – число возможных носителей затрат для  $j$ -го вида накладных затрат;  $B_{ijk}$  – величина  $k$ -й базы распределения  $j$ -го вида накладных затрат для  $i$ -го вида продукции;  $D_{ijk}$  – величина накладных затрат  $j$ -го вида, приходящихся на единицу продукции  $i$ -го вида при использовании  $k$ -го носителя затрат.

С учетом введенных обозначений формула для расчета величины  $D_{ijk}$  будет иметь следующий вид

$$D_{ijk} = \left( \frac{C_j}{N_i} \right) \left( \frac{B_{ijk} \cdot N_i}{\sum_{i=1}^n B_{ijk} \cdot N_i} \right) = \frac{B_{ijk} \cdot C_j}{\sum_{i=1}^n B_{ijk} \cdot N_i}, \quad (1)$$

где  $\frac{B_{ijk} \cdot N_i}{\sum_{i=1}^n B_{ijk} \cdot N_i}$  – доля накладных затрат  $j$ -го вида,

приходящаяся на весь объем продукции  $i$ -го вида согласно  $k$ -й базе распределения.

Введем в рассмотрение обобщенную себестоимость продукции  $S_i$  следующего вида

$$S_i = V_i + \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{K_j} \alpha_{jk} \cdot D_{ijk}, \quad (2)$$

где  $\alpha_{jk}$  – весовой коэффициент для  $k$ -й базы рас-

пределения,  $\alpha_{jk} \geq 0, \sum_{k=1}^{K_j} \alpha_{jk} = 1$ .

Себестоимость продукции вида (2) представляет собой средневзвешенную величину всех возможных себестоимостей продукции  $i$ -го вида, которые могли бы быть рассчитаны при использовании различных баз распределения накладных расходов. Очевидно, что даже в случае если бы для каждого вида накладных расходов использовалась бы только одна «своя» база распределения, то число возможных себестоимостей продукции  $i$ -го вида было бы равно

$$K^* = K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_m = \prod_{j=1}^m K_j. \quad (3)$$

Если бы значения весовых коэффициентов  $\alpha_{jk}$  были бы получены в результате опроса экспертов либо другим путем, то формулу (2) можно было бы использовать для калькулирования себестоимости продукции. На первый взгляд, такой подход мало пригоден для практического использования вследствие того, что количество требуемых весовых коэффициентов  $\alpha_{jk}$  может оказаться чрезмерно велико (общее число весовых коэффициентов равно  $\sum_{j=1}^m K_j$ ). Однако, применение данного подхода позволяет проанализировать некоторые аспекты формирования себестоимости продукции. Рассмотрим более подробно данный подход применительно к калькулированию себестоимости одного вида продукции, поэтому в дальнейших выкладках будем упускать индекс  $i$ .

Без потери общности будем полагать, что  $D_{j1} \leq D_{j2} \leq \dots \leq D_{jK_j}$  для  $j=1, \dots, m$ . Очевидно, что  $S \in \left[ V + \sum_{j=1}^m D_{j1}, V + \sum_{j=1}^m D_{jK_j} \right]$ . Тогда система ограничений

$$\begin{cases} S = V + \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^{K_j} \alpha_{jk} \cdot D_{jk}, \\ \sum_{k=1}^{K_j} \alpha_{jk} = 1, \\ \alpha_{jk} \geq 0 \end{cases} \quad (4)$$

определяет симплекс (выпуклый многогранник) в пространстве размерностью  $\sum_{j=1}^m K_j$ , где в качестве

переменных выступают весовые коэффициенты  $\alpha_{jk}$ , а себестоимость  $S$  выступает в качестве параметра. Объем симплекса является функцией от величины параметра  $S$ . Было получено аналитическое выражения функции для вычисления объема симплекса. Предлагается описать множество возможных значений себестоимости  $S$  с помощью неотрицательной нечеткой величины  $x$  с областью определения на

интервале  $\left[ V + \sum_{j=1}^m D_{j1}, V + \sum_{j=1}^m D_{jK_j} \right]$ . В качестве

функции принадлежности  $\mu(x)$  будем использовать нормализованную функцию для вычисления объема симплекса. Представление себестоимости в виде нечеткой величины позволяет повысить информативность анализа себестоимости продукции за счет интеграции в данном представлении множества возможных оценок себестоимости.

Необходимо отметить, что в последние годы возрос интерес к использованию аппарата нечетких множеств и нечеткой логики в экономике [4]. Это обусловлено тем, что решению экономических задач свойственна некоторая неопределенность (неопределенность прогнозов затрат, сбыта и, соответственно, прибыли; неопределенность при калькулировании «истинной» себестоимости продукции и т.д.). Использование инструментов нечеткого анализа позволяет каким-либо образом «измерить» неопределенность экономического явления, а следовательно, обеспечить принятие более сбалансированных решений с учетом этой неопределенности. К сожалению, «измерение» неопределенности экономических явлений практически всегда сводится к получению некоторой экспертной оценки области определения и функции принадлежности нечеткой переменной, что заведомо субъективно. В отличие от применявшихся ранее подходов [4-7], в данной работе область определения и функция принадлежности формируются аналитически на основе данных бухгалтерского управленческого учета, что обеспечивает большую степень объективности.

Было получено следующее аналитическое выражение для функции принадлежности  $\mu(x)$

$$\mu(x) = \frac{1}{G} \sum_{j_1=1}^{K_1} \sum_{j_2=1}^{K_2} \dots \sum_{j_m=1}^{K_m} \frac{1 \left( x - V - \sum_{l=1}^m D_{lj_1} \right) \cdot \left( x - V - \sum_{l=1}^m D_{lj_1} \right)^p}{\prod_{l=1}^m q_{lj_1}} \quad (5)$$

где  $G$  – коэффициент, обеспечивающий условие нормализации функции принадлежности  $\max_x \mu(x) = 1$ ;

$1(x)$  – единичная функция Хевисайда,

$$I(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0, \\ 0, & x < 0 \end{cases}; q_{lj} = \prod_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^{K_j} (D_{li} - D_{lj});$$

$$p = \sum_{j=1}^m (K_j - 1) - 1 = \sum_{j=1}^m K_j - m - 1.$$

Построив подобным образом нечеткую переменную, интегративно представляющую информацию о различных вариантах распределения накладных расходов, и исследовав ее, можно более обоснованно и объективно судить о прибыльности или убыточности отдельных позиций производственной программы.

Для анализа нечеткой переменной можно использовать процедуру дефuzziфикации нечеткой переменной в единственное точное значение. Наиболее часто для дефuzziфикации используют метод центра тяжести (Centre of Gravity, COG) [8].

Рассмотрим применение данного подхода для оптимизации производственной программы ЗАО «Инструмент-А» (г. Новосибирск).

*Пример.* Предприятие ЗАО «Инструмент-А» занимается тремя видами деятельности:

1. Производство инструментов для металлорежущего оборудования.
2. Ремонт инструментов для металлорежущего оборудования.
3. Производство спецоснастки и специнструментов под заказ.

Целью нашей работы было выявить прибыльность как отдельных видов выпускаемой продукции и оказываемых услуг, так и прибыльность отдельных видов деятельности. На основе полученных данных предполагалась провести оптимизацию производственной программы с целью повышения прибыльности предприятия.

Исследовалось поведение себестоимости при четырех различных базах распределения:

1. зарплата производственных рабочих;
2. сырье и материалы;
3. зарплата производственных рабочих + сырье и материалы;
4. оптовые цены.

Накладные расходы за год составили 3 002 195 руб.

В таблице 1 приведены результаты укрупненно-го распределения затрат по видам деятельности.

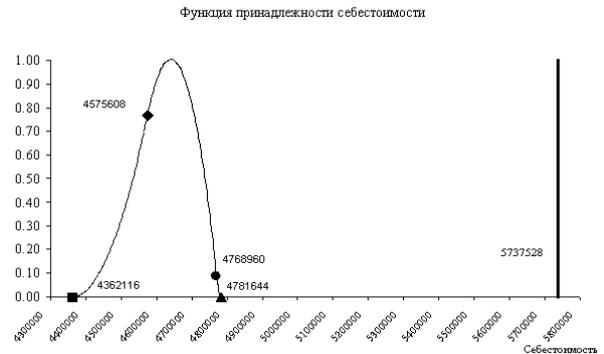
На рисунке 1 приведены полученные графики функций принадлежности. Также на графиках приведено значение товарной продукции в оптовых ценах и значения себестоимостей, рассчитанные с использованием различных баз распределения.

Анализ рисунка 1, а) тривиален – данный вид деятельности прибыльный при всех рассмотренных вариантах распределения накладных расходов. Для случая ремонта инструментов здесь не так все очевидно. Для более детального анализа данной нечеткой переменной введем в рассмотрение еще несколько характеристик.

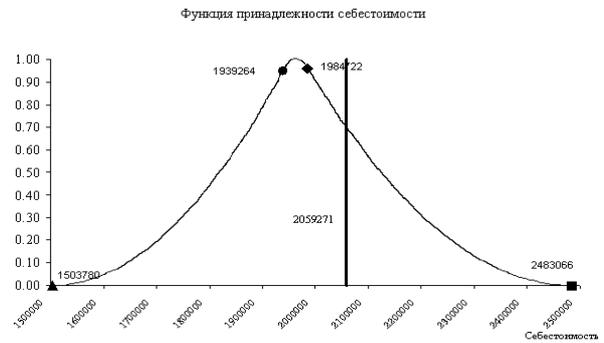
Для характеристики «надежности» безубыточности введем показатель «коэффициент надежности безубыточности изделия»

$$k_{\text{оы}} = \frac{S^+ - S^-}{S^+ + S^-}, \quad (6)$$

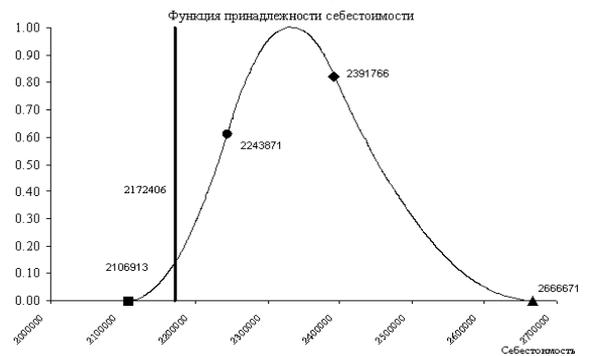
где  $S^+$ ,  $S^-$  – площади фигур под функцией принадлежности для значений себестоимости, не превышающих и превышающих цену соответственно.



а) производство инструментов;



б) ремонт инструментов;



в) производство спецоснастки и специнструментов под заказ

Рис. 1. Графики функций принадлежности для различных видов деятельности

Условные обозначения себестоимости для различных баз распределения:

- ▲ – по зарплате производственных рабочих;
- – по сырью и материалам;
- ◆ – по зарплате производственных рабочих + сырье и материалы;
- – по оптовым ценам.
- – Товарная продукция в оптовых ценах.

Данный коэффициент может изменяться в диапазоне от  $-1$  до  $+1$ . Для случая а) (производство инструментов)  $k_{\text{бг}}=1$ . Для случая б)  $k_{\text{бг}}=0.44$ , что свидетельствует о том, что данный вид деятельности скорее всего прибыльный. Для случая в)  $k_{\text{бг}}=-0.97$ , что подтверждает довольно очевидный вывод об убыточности производства спецоснастки и специнструментов (кстати, предприятие вскоре отказалось от данного вида деятельности).

Кроме того, при анализе нечетких переменных использовалась дефuzziфикация нечетких переменных в единственное точное значение с использованием метода центра тяжести (COG). Для случая а)  $u_{\text{COG}}=4622017.47$  руб.; для случая б)  $u_{\text{COG}}=1977884.11$  руб. для случая в)  $u_{\text{COG}}=2352284.85$  руб. Если рассматривать центры тяжести введенных нами нечетких переменных в качестве некоторых новых оценок себестоимости, то сравнение таких оценок себестоимости с ценой позволяет однозначно (на рассмотренных в примере трех случаях) указать на прибыльность производства и ремонта инструментов, а также на убыточность производства спецоснастки и специнструментов.

Подобным же образом было проведено исследование себестоимости для отдельных разновидностей выпускаемой продукции (в частности, при производстве отдельных видов инструментов). Был выявлен ряд изделий, для которых  $k_{\text{до}} < 0$ , а центр тяжести  $u_{\text{COG}}$  соответствующей нечеткой переменной превышал оптовую цену. Такие изделия, согласно предлагаемому нами подходу должны быть признаны убыточными. Можно отметить, что практически для всех изделий, признанных нами убыточными, нижняя граница соответствующей нечеткой переменной не превышала оптовую цену и, следовательно, такое изделие могло быть признано прибыльным, если бы использовалась «неудачная» база распределения накладных расходов.

Руководители предприятия согласились с выводами исследования об убыточности производства спецоснастки и специнструментов, а также об убыточности производства некоторых инструментов. Однако, в связи с тем, что инструменты зачастую заказываются большими комплектами, для привлечения и удержания потребителей приходится наряду с прибыльными инструментами производить убыточные изделия. Повышение цен на убыточные изделия оказалось невозможно из-за острой конкуренции на данном рынке. В итоге руководство предприятия только отказалось от убыточного вида деятельности, а также, по возможности, ограничило выпуск убыточных инструментов, предлагая их только в составе больших комплектов.

Заканчивая обсуждение примера, хотелось бы отметить два момента.

Во-первых, можно показать, что при использовании центра тяжести нечеткой переменной в качестве оценки себестоимости, не нарушается баланс – сумма себестоимостей всех изделий равна сум-

марным затратам предприятия. На практике при использовании других методов дефuzziфикации (метода центра площади, метода среднего максимума и т.п. [8]) это балансовое соотношение в общем случае не выполняется. Таким образом, при использовании центра тяжести нечеткой переменной в качестве оценки себестоимости не возникает принципиальных препятствий для использования данного подхода для калькулирования себестоимости.

Во-вторых, практика применения этого подхода показывает, что при увеличении числа видов накладных расходов и числа возможных баз распределения накладных расходов повышается устойчивость (робастность) оценок себестоимости, полученных в результате дефuzziфикации нечеткой переменной, к влиянию «неудачных» баз распределения, дающих очень завышенные или очень заниженные значения себестоимости.

#### Заключение

Рассмотренный в данной работе подход к калькулированию и анализу себестоимости продукции на основе представления себестоимости в виде нечеткой переменной позволяет повысить информативность анализа за счет интеграции в данном представлении множества возможных оценок себестоимости. Использование формализованных процедур теории нечетких множеств повышает обоснованность принимаемых решений об оптимизации производственной программы предприятия.

#### Библиографический список

1. Шанк, Дж.К. Стратегическое управление затратами / Дж.К. Шанк, В. Говиндараджан. – СПб.: ЗАО «Бизнес Микро», 1999. – 288 с.
2. Вахрушина, М.А. Бухгалтерский управленческий учет / М.А. Вахрушина. – М.: Омега-Л, 2010. – 572 с.
3. Аткинсон, Э.А. Управленческий учет / Э.А. Аткинсон, Р.Д. Банкер, Р.С. Каплан, М.С. Янг. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 880 с.
4. Кофман, А. Введение теории нечетких множеств в управлении предприятиями / А. Кофман, Х. Хил Алуха. – Минск: Вышэйшая школа, 1992. – 223 с.
5. Хил Лафуенте, А.М. Финансовый анализ в условиях неопределенности / А.М. Хил Лафуенте. – Минск: Тэхналогія, 1998. – 150 с.
6. Fuzzy Activity Based Costing: A Methodology for Handling Uncertainty in Activity Based Costing Systems / H. Nachtman, K.L. Needy //The Engineering Economist, 2001.–V. 46.– № 4. – pp. 245-273.
7. Methods for Handling Uncertainty in Activity Based Costing Systems / H. Nachtman, K.L. Needy //The Engineering Economist, 2003.–V. 48.– № 3. – pp. 259-282.
8. Пегат, А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 798с.

Таблица 1 – Расчет себестоимости по видам деятельности

Показатели	Виды деятельности			Итого
	Производство инструментов	Ремонт инструментов	Производство спецодежды	
Зарплата производственных рабочих, руб.	1 755 378	186 235	1 086 206	3 027 819
Затраты на сырье и материалы, руб.	1 285 744	1 132 886	503 452	2 922 082
Товарная продукция в оптовых ценах, руб.	5 737 528	2 059 271	2 172 406	9 969 205
Распределение накладных расходов, руб.				
1. по зарплате производственных рабочих	1 740 522	184 659	1 077 013	3 002 195
2. по сырью и материалам	1 320 994	1 163 946	517 255	3 002 195
3. по зарплате производственных рабочих + сырье и материалы;	1 534 486	665 601	802 108	3 002 195
4. по оптовым ценам.	1 727 838	620 143	654 213	3 002 195
Себестоимость продукции по видам деятельности, руб.				
1. по зарплате производственных рабочих	4 781 644	1 503 780	2 666 671	8 952 095
2. по сырью и материалам	4 362 116	2 483 066	2 106 913	8 952 095
3. по зарплате производственных рабочих + сырье и материалы	4 575 608	1 984 722	2 391 766	8 952 095
4. по оптовым ценам	4 768 960	1 939 264	2 243 871	8 952 095

**MANAGEMENT OF THE ENTERPRISE PRODUCTION PROGRAM USING FUZZY MODELS**

G.Y. Boyarko, V.A. Yatsko

The practice of cost accounting shows that the cost of production and, accordingly, profitability of separate kinds of production in many respects depend on the method of allocation of overhead costs. It is proposed to enter into a consideration of the number of fuzzy variables, to provide an integrated view of all of the possible values of the cost of production. The study of the produced models of fuzzy variables allows analysis of production program of the enterprise with the purpose of its optimization.

*Боярко Григорий Юрьевич - доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики природных ресурсов Национального исследовательского Томского политехнического университета, Институт природных ресурсов. Основное направление научных исследований – экономика минерального сырья (финансирование геологоразведочных работ, налоги, динамика цен). Общее количество публикаций – 219.*

*Яцко Владимир Александрович - кандидат технических наук, доцент кафедры экономики предприятий Новосибирского государственного технического университета. Основное направление научных исследований – нечеткие модели экономического анализа. Общее количество публикаций – 68.*