

УДК 338.512  
ББК 65.291.86

DOI: 10.25683/VOLBI.2018.43.245

**Yudina Liliya Nikolaevna**,  
candidate of economics, associate professor of the Department  
of industrial management and Economics of energy  
of Novosibirsk State  
Technical University,  
Novosibirsk,  
e-mail: udinaln@ngs.ru

**Yatsko Vladimir Aleksandrovich**,  
candidate of technical sciences, associate professor  
of the Department of industrial management  
and Energy Economics  
of Novosibirsk State  
Technical University,  
Novosibirsk,  
e-mail: jatsko@ngs.ru

**Юдина Лилия Николаевна**,  
канд. экон. наук, доцент кафедры  
Производственного менеджмента и экономики энергетики  
Новосибирского Государственного  
Технического Университета,  
г. Новосибирск,  
e-mail: udinaln@ngs.ru

**Яцко Владимир Александрович**,  
канд. техн. наук, доцент кафедры  
Производственного менеджмента  
и экономики энергетики  
Новосибирского государственного  
технического университета,  
г. Новосибирск,  
e-mail: jatsko@ngs.ru

## КВАЗИВЕРОЯТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ КАЛЬКУЛИРОВАНИЯ СЕБЕСТОИМОСТИ

### A QUASI-PROBABILISTIC MODEL OF THE COST PRICE CALCULATION

08.00.12 – Бухгалтерский учет, статистика

08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики

08.00.12 – Accounting, statistics

08.00.13 – Mathematical and instrumental methods of economics

*Рассматривается проблема неоднозначности при калькулировании себестоимости. Дан краткий анализ известных подходов к калькулированию себестоимости. Показано, что основной проблемой калькулирования себестоимости является некорректное распределение косвенных расходов между отдельными калькуляционными единицами. Для описания неопределенности, присущей задаче распределения косвенных расходов, был использован подход, основанный на конструировании квазивероятностных моделей (в частности, случайных величин). Впервые было получено аналитическое выражение для плотности распределения квазислучайной величины, характеризующей возможные значения себестоимости, при условии, что предполагается использование более одного носителя косвенных расходов.*

*The problem of ambiguity in calculating the cost price is examined. A brief analysis of the known approaches to the cost price calculation is given. It is shown that the main problem of costing is the incorrect distribution of indirect costs per units. In order to describe the uncertainty inherent to the problem of indirect cost allocation, it is proposed to use an approach based on the construction of quasi-probabilistic models (in particular, random variables). An analytical expression was first obtained for the distribution density of quasi-random variable characterizing the possible cost values.*

*Ключевые слова: калькулирование, себестоимость, полная себестоимость, косвенные расходы, распределение косвенных расходов, носитель расходов, квазивероятностные модели, случайная величина, плотность распределения, проверка гипотез.*

*Keywords: calculation, cost price, full prime cost, indirect costs, indirect costs allocation, costs driver, quasi-probabilistic models, random variable, distribution density, hypothesis testing.*

#### Введение

Эффективное управление затратами является необходимым компонентом обеспечения конкурентоспособности любого предприятия. В свою очередь, управление затратами предполагает необходимость калькулирования себестоимости отдельных видов продукции (услуг). К сожалению, до настоящего времени проблема калькулирования себестоимости не имеет адекватных методов решения. В основном это связано с тем, что при калькулировании полной себестоимости возникает необходимость разнесения всей суммы косвенных расходов между отдельными видами продукции (услуг). Вследствие того, что не существует однозначного решения указанной проблемы, различными авторами [1; 2] предлагаются разнообразные варианты разнесения косвенных расходов с целью калькулирования «наиболее адекватной» себестоимости. Тем не менее необходимо отметить, что даже самые совершенные и детализированные системы калькулирования себестоимости (например, Activity-based Costing [3]) не позволяют обеспечить абсолютно точное исчисление себестоимости.

Таким образом, хотя все известные традиционные методы калькулирования предполагают возможность исчисления единственной «истинной» себестоимости для каждого вида продукции (услуг), однако зачастую остается неразрешимым принципиальный вопрос о выборе соответствующего метода калькулирования и, следовательно, о выборе подходящих баз распределения косвенных расходов.

В результате, несмотря на существование множества разнообразных методов калькулирования, актуальной является проблема корректного разнесения косвенных издержек между отдельными видами продукции (услуг), так как в конечном счете от решения данной проблемы зависят результаты анализа рентабельности отдельных направлений деятельности предприятия и формирование его производственной программы.

Рядом авторов [4; 5; 6; 7; 8] было предложено вместо исчисления единственного значения себестоимости (так называемого четкого числа) рассматривать определенное с помощью экспертов некоторое нечеткое число с заданной функцией принадлежности. Таким образом, было предложено решить проблему неоднозначности при разнесении косвенных расходов путем использования известных методов описания неопределенности в рамках теории нечетких множеств.

Однако нужно отметить, что теория нечетких множеств является только одним из возможных инструментов описания неопределенности. Классическим подходом к описанию неопределенности является вероятностно-статистический подход. К сожалению, традиционная постановка задачи калькулирования себестоимости не предполагает возможность использования вероятностно-статистических методов. Однако в последние годы предпринимаются попытки использовать существующий богатейший арсенал стохастических моделей для решения задач экономического анализа путем использования квазивероятностных математических моделей [9; 10; 11]. Представляется **целесообразным** разработать квазивероятностную модель калькулирования себестоимости, позволяющую описать неопределенности, связанные с распределением косвенных расходов. В данной работе **впервые** представлен разработанный авторами алгоритм формирования квазивероятностной модели для целей калькулирования себестоимости.

**Целью** данной работы является разработка метода калькулирования себестоимости продукции (услуг) с использованием квазивероятностной математической модели.

Для достижения поставленной цели в работе было необходимо решить следующие основные **задачи**:

- рассмотреть достоинства и недостатки ряда известных методов калькулирования себестоимости;
- разработать метод калькулирования на основе квазивероятностной математической модели.

**Объектом** исследования являются методы калькулирования себестоимости продукции (услуг).

### Основной материал статьи

Как уже отмечалось выше, основной проблемой калькулирования полной себестоимости является корректное распределение косвенных расходов между отдельными видами продукции (услуг). Предлагаемые варианты решения указанной проблемы простираются от отказа калькулирования полной себестоимости (в этом случае калькулируется только неполная себестоимость в части прямых расходов в рамках метода Direct Costing) до использования детализированной процедуры в рамках метода Activity-based Costing. Можно отметить, что хотя неполная себестоимость, получаемая с использованием Direct Costing, калькулируется достаточно просто и с высокой точностью за счет отказа от распределения косвенных расходов, однако такая оценка себестоимости дает заниженные значения и поэтому должна использоваться с осторожностью (особенно при ценообразовании).

Напротив, метод Activity-based Costing предполагает детальную классификацию косвенных расходов (англ. Indirect costs), когда отдельным видам косвенных расходов ставятся в соответствие определенные виды деятельности (англ. Activity). В результате для множества выделенных разновидностей косвенных расходов назначаются соответствующие носители косвенных расходов (англ. Cost drivers). В случае большей детализации различных видов косвенных расходов и корректного назначения носителей можно ожидать повышения точности калькулирования себестоимости. К сожалению, хотя

данный метод в большинстве случаев позволяет в некоторой мере повышать точность калькулирования, однако он отличается достаточно высокой сложностью и трудоемкостью, которые могут существенно возрастать, если требуется получать более точные оценки себестоимости. Данный метод калькулирования не нашел широкого применения ввиду отмеченных недостатков. Тем не менее даже использование метода Activity-based Costing не позволяет в полной мере решить проблему корректного распределения косвенных расходов между калькуляционными единицами. Таким образом, за исключением метода Direct Costing все остальные методы калькулирования позволяют получить только приближенные оценки себестоимости с той или иной степенью точности.

Как известно, для исследования многих явлений и процессов, характеризующихся неопределенностью, может с успехом использоваться вероятностно-статистический подход. К сожалению, в данном случае неопределенность, связанная с калькулированием себестоимости, не носит вероятностный характер, так как не удовлетворяет аксиоматическим основам теории вероятностей и математической статистики. Тем не менее еще в 30-х годах XX века были введены в рассмотрение квазивероятностные модели, в общем случае не удовлетворяющие требованиям, предъявляемым к вероятностным моделям (например, функция квазивероятностного распределения Вигнера может принимать отрицательные значения [12]). Такого рода модели нашли применение в физике, при анализе сигналов в электронике, акустике, биологии и др. В последнее время появился ряд публикаций, связанных с использованием такого рода моделей в экономике (инвестиционный анализ, принятие управленческих решений) [10; 11]. Использование таких моделей предполагает конструирование некоторой случайной величины (случайного процесса), описывающей исследуемое явление. В дальнейшем анализ квазивероятностной модели может выполняться методами теории вероятностей и математической статистики.

Рассмотрим построение квазивероятностной модели, связанной с описанием неопределенности, возникающей при калькулировании себестоимости.

Предположим, что сумма косвенных расходов представлена одной величиной. Тогда для поиска корректного варианта разнесения косвенных расходов аналитик может рассмотреть несколько различных носителей этих расходов. Например, в качестве возможных носителей косвенных расходов может рассматриваться: основная заработная плата производственных рабочих; прямые материальные затраты; основная заработная плата производственных рабочих плюс прямые материальные затраты; машино-часы; выручка и т. д. Таким образом, рассматривая несколько вариантов разнесения косвенных расходов, можно получить столько же вариантов себестоимости.

Введем следующие обозначения:

$n$  — количество различных видов продукции (услуг);

$l$  — число возможных носителей для распределения косвенных расходов;

$V_i$  — прямые затраты на единицу продукции (услуг)  $i$ -го вида ( $i = 1, \dots, n$ );

$N_i$  — количество произведенной продукции (услуг)  $i$ -го вида ( $i = 1, \dots, n$ );

$B_{ik}$  —  $k$ -й носитель косвенных расходов для  $i$ -го вида продукции;

$S_{ik}$  — полная себестоимость на единицу продукции (услуг)  $i$ -го вида ( $i = 1, \dots, n$ ), рассчитанная с использованием  $k$ -го носителя накладных расходов;

$C$  — общая сумма косвенных расходов.

Тогда формула для расчета себестоимости  $i$ -го вида продукции с использованием  $k$ -го носителя будет иметь вид:

$$S_{ik} = V_i + \left( \frac{C}{N_i} \right) \left( \frac{B_{ik} \times N_i}{\sum_{i=1}^n B_{ik} \times N_i} \right) = V_i + \frac{B_{ik} \times C}{\sum_{i=1}^n B_{ik} \times N_i}, \quad (1)$$

где  $\frac{B_{ik} \times N_i}{\sum_{i=1}^n B_{ik} \times N_i}$  — доля косвенных расходов, приходящаяся

на весь объем продукции  $i$ -го вида при использовании  $k$ -го носителя. С достаточно высокой достоверностью можно предположить, что «истинная» себестоимость  $i$ -го вида продукции  $S_i^*$  принадлежит интервалу  $\left[ \min_k S_{ik}, \max_k S_{ik} \right]$ .

Очевидно, что эту «истинную» себестоимость  $S_i^*$  можно представить в виде следующей линейной комбинации:

$$S_i^* = \sum_{k=1}^l \alpha_k \times S_{ik} = V_i + C \times \sum_{k=1}^l \frac{\alpha_k \times B_{ik}}{\sum_{i=1}^n B_{ik} \times N_i}, \quad (2)$$

где  $\alpha_k$  — весовой коэффициент для  $k$ -го носителя,  $\alpha_i \geq 0, \sum_{k=1}^l \alpha_k = 1$ .

Без потери общности в дальнейшем не будем указывать индекс  $i$  и положим, что  $S_1 \leq S_2 \leq \dots \leq S_{l-1} \leq S_l$ .

Тогда можно ввести в рассмотрение следующую систему ограничений:

$$\begin{cases} S^* = \sum_{k=1}^l \alpha_k \times S_k, \\ \sum_{k=1}^l \alpha_k = 1, \\ \alpha_k \geq 0. \end{cases} \quad (3)$$

Данная система ограничений задает выпуклый многогранник в  $l$ -мерном пространстве. Здесь коэффициенты  $a_k$  выступают в качестве переменных, себестоимости  $S_k$  являются константами, а значение  $S^*$  выступает в качестве параметра. Объем выпуклого многогранника является функцией от значения параметра  $S^*$ . Таким образом, средневзвешенная себестоимость  $S^*$  выступает в качестве параметра, каждому значению которого соответствует некоторый выпуклый многогранник, представляющий все допустимые значения коэффициентов  $\alpha_k$ .

Было получено аналитическое выражение для нахождения объема многогранника при заданном значении средневзвешенной себестоимости  $S^*$ . Данное выражение удовлетворяет всем условиям, предъявляемым к плотности распределения вероятностей случайных величин:

неотрицательность плотности распределения на всей области определения; определенный интеграл по всей области определения равен 1 (условие нормировки). Таким образом, в результате было получено выражение квазивероятностной плотности распределения для оценки себестоимости.

$$f_{S^*}(x) = \sum_{k=1}^{l-1} \frac{I(S_k < x \leq S_l) \times (x - S_k)^{l-2}}{q_k}, \quad (4)$$

где  $I(a < x \leq b) = \begin{cases} 1, & a < x \leq b, \\ 0, & x \leq a \cup b < x. \end{cases}$  — индикатор события  $x \in (a, b]$ ;  $q_k = \prod_{\substack{j=1 \\ k \neq j}}^l (S_j - S_k)$  — коэффициенты плотности распределения.

На рисунке приведены примерные графики квазивероятностной плотности распределения при  $l = 3$  и  $l = 4$ , то есть когда рассматривается выбор из трех или четырех возможных вариантов распределения косвенных расходов соответственно.

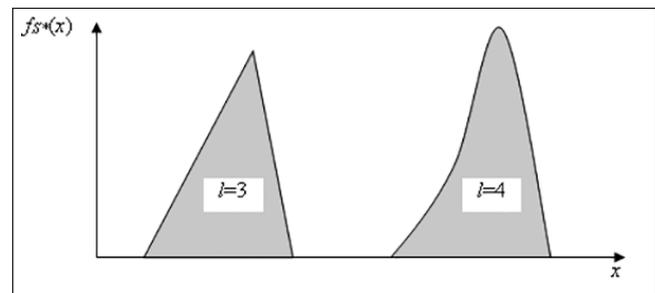


Рисунок. Примерные графики квазивероятностной плотности распределения

Использование такой квазивероятностной модели позволяет оценивать математическое ожидание, дисперсию и другие квазивероятностные характеристики себестоимости. Кроме того, возможно построение доверительных интервалов для оценок себестоимости, проверка гипотез о принадлежности себестоимости заданным интервалам (например, проверка гипотезы, что себестоимость меньше цены, то есть что производство является рентабельным, и т. п.).

### Заключение

Рассмотренный в данной работе подход к конструированию квазивероятностной модели калькулирования себестоимости позволяет существенно расширить инструментарий экономического анализа, применяемого в задачах управления затратами, за счет привлечения мощных и апробированных методов теории вероятностей и математической статистики. По сравнению с традиционными точечными оценками себестоимости здесь вводятся в рассмотрение квазислучайные величины, позволяющие описать неоднозначность и неопределенность оценок себестоимости. Представляется, что реализация данного инструментария экономического анализа на практике приведет к повышению достоверности и надежности при принятии управленческих решений.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Киселева М. М., Яцко В. А. Сравнительный анализ методов калькулирования себестоимости продукции // Бизнес. Образование. Право. 2017. № 4 (41). С. 141–144.
2. Крылова Е. В. Результаты апробации экономико-математической модели в рамках сценарного планирования // Бизнес. Образование. Право. 2016. № 2 (35). С. 142–151.

3. Энтони А. Аткинсон, Раджив Д. Банкер, Роберт С. Каплан, С. Марк Янг. Управленческий учет. М. : Вильямс. 2016. 880 с.
4. Кофман А., Хил Алуха Х. Введение теории нечетких множеств в управлении предприятиями. Минск : Вышэйшая школа. 1992. 224 с.
5. Хил Лафуенте А.М. Финансовый анализ в условиях неопределенности. Минск : Тэхналогія. 1998. 150 с.
6. Nachtmann H., Needy K.L. Methods for Handling Uncertainty in Activity Based Costing Systems // The Engineering Economist. 2003. Vol. 48. No. 3. P. 259–282.
7. Яцко В. А. Калькулирование себестоимости продукции с использованием аппарата теории нечетких множеств // Проблемы современной экономики. 2009. № 4 (32). С. 187–191.
8. Крылова Е. В. Планирование производственной деятельности при возникновении фактора неопределенности // Бизнес. Образование. Право. 2017. № 4 (41). С. 230–233.
9. Вьюненко Л. Ф. Квазивероятностные математические модели и методы: теория и практика применения // Обзорение прикладной и промышленной математики. 2008. Т. 15. № 3. С. 458.
10. Вьюненко Л. Ф. Особенности применения квазивероятностных методов в экономических расчетах // Обзорение прикладной и промышленной математики. 2009. Т. 16. № 6. С. 1046–1047.
11. Вьюненко Л. Ф. Квазивероятностный подход к решению задачи законодателя о прогрессивной шкале НДФЛ // Энергетика, информатика, инновации — 2015 : сб. тр. V Междунар. науч.-техн. конф. / НИУ «МЭИ» (Московский энергетический институт), филиал в г. Смоленске. 2015. С. 107–111.
12. Wigner E. P. On the quantum correction for thermodynamic equilibrium // Physical Review. 1932. No. 40 (June). P. 749–759.

## REFERENCES

1. Kiseleva M. M., Yatsko V. A. Comparative analysis of methods of calculating production prime cost // Business. Education. Law. 2017. No. 4 (41). P. 141–144.
2. Krylova E. V. Results of testing of economic and mathematical models in the framework of the scenario planning // Business. Education. Law. 2016. No. 2 (35). P. 142–151.
3. Anthony A. Atkinson, Rajiv D. Banker, Robert S. Kaplan, S. Mark Young. Management Accounting. M. : Williams. 2016. 880 p.
4. Kofman A., Khil Aluha H. Introduction of the theory of fuzzy sets in enterprise management. Minsk : The High School. 1992. 224 p.
5. Hill A. Lafuente Financial analysis in conditions of uncertainty. Minsk : Tehnologiya. 1998. 150 p.
6. Nachtmann H., Needy K.L. Methods for Handling Uncertainty in Activity Based Costing Systems // The Engineering Economist. 2003. Vol. 48. No. 3. P. 259–282.
7. Yatsko V. A. Calculation of the prime cost of production using the apparatus of the theory of fuzzy sets // Problems of Modern Economics. 2009. No. 4. P. 187–191.
8. Krylova E. V. Planning production activities in the event of uncertainty // Business. Education. Law. 2017. No. 4 (41). P. 230–233.
9. Vyunenko L. F. Quasi-probabilistic mathematical models and methods: theory and practice of application // Survey of applied and industrial mathematics. 2008. Vol. 15. No. 3. P. 458.
10. Vyunenko L. F. Features of the application of quasi-probabilistic methods in economic calculations // Survey of applied and industrial mathematics. 2009. Vol. 16. No. 6. P. 1046–1047.
11. Vyunenko L. F. Quasi-probabilistic approach to solving the problem of the legislator on the progressive scale of personal income tax // Energy, informatics, innovations — 2015 : Materials of the V International scientific and technical conference / NIU «MEI» (Moscow Power Engineering Institute), branch office in Smolensk. 2015. P. 107–111.
12. Wigner E. P. On the quantum correction for thermodynamic equilibrium // Physical Review. 1932. No. 40 (June). P. 749–759.

**Как цитировать статью:** Юдина Л. Н., Яцко В. А. Квазивероятностная модель калькулирования себестоимости // Бизнес. Образование. Право. 2018. № 2 (43). С. 225–228. DOI: 10.25683/VOLBI.2018.43.245.

**For citation:** Yudina L. N., Yatsko V. A. A quasi-probabilistic model of the cost prise calculation // Business. Education. Law. 2018. No. 2 (43). P. 225–228. DOI: 10.25683/VOLBI.2018.43.245.