

УДК 331.108
ББК 65.240

DOI: 10.25683/VOLBI.2018.43.270

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

ДВУХКОМПОНЕНТНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ТРУДОВОГО ПОТЕНЦИАЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ

TWO-COMPONENT MODEL OF ASSESSING LABOR CAPACITY WITH THE USE OF FUZZY SETS

08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством
(5. Экономика труда)

08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики
08.00.05 – Economics and management of national economy
(5. Labor Economics)

08.00.13 – Mathematical and instrumental methods of economics

Предлагается новый метод оценки трудового потенциала работника с использованием теории нечетких множеств. Рассмотрены существующие подходы к оценке трудового потенциала работника. Особо отмечается, что для оценки трудового потенциала вместо единой интегральной оценки необходимо выделять и рассматривать несколько компонентов трудового потенциала. Отмечаются преимущества двухкомпонентных моделей оценки трудового потенциала: достаточно высокая информативность и удобство визуализации результатов оценки. Для реализации двухкомпонентных моделей оценки трудового потенциала работника предлагается использовать аппарат теории нечетких множеств. На первом этапе предлагаемого метода оценки трудового потенциала производится экспертная оценка отдельных характеристик (профессиональных, личностных и т. п.) работника. Число привлекаемых экспертов должно быть не менее двух (желательно три и более). Предлагаемая модель оценивания трудового потенциала подразумевает, что сводная экспертная оценка компонента трудового потенциала представляет собой аддитивную свертку оценок различных экспертов с соответствующими весовыми коэффициентами. Вместо фиксированных значений весовых коэффициентов предлагается рассматривать все множество допустимых значений этих коэффициентов. В результате вместо единственной оценки компонентов трудового потенциала получается множество возможных оценок. Для описания этого множества оценок вводится в рассмотрение двухкомпонентный нечеткий вектор. В работе предлагается конструктивный

способ построения функции принадлежности такого двухкомпонентного нечеткого вектора. Отказ от использования фиксированных значений весовых коэффициентов позволяет отказаться от процедуры экспертного оценивания этих коэффициентов, что снижает трудоемкость процедуры оценки трудового потенциала и повышает объективность получаемых оценок.

A new method of estimating the labor potential of an employee using the theory of fuzzy sets is proposed. Existing approaches to assessing the worker's labor potential are considered. It is specially noted that to assess the labor potential, instead of a single integrated assessment, several components of the labor potential must be considered. The advantages of two-component models of the labor potential estimation are noted: sufficiently high information content and convenience of visualization of evaluation results. To implement the two-component models of assessing the labor potential of the employee, it is proposed to use the apparatus of the theory of fuzzy sets. At the first stage of the proposed method of assessing the labor potential, an expert evaluation of individual characteristics (professional, personal, etc.) of the employee is made. The number of experts involved should be at least two (preferably three or more). The proposed model for assessing labor potential implies that a consolidated expert evaluation of the labor potential component is an additive convolution of the estimates of various experts with the corresponding weight coefficients. Instead of fixed values of weight coefficients, it is proposed to consider the entire set of admissible values of these coefficients. As a result, instead of a single assessment of the components

of the labor potential, many possible estimates are obtained. To describe this set of estimates, a two-component fuzzy vector is introduced. We propose a constructive way of constructing the membership function of such a two-component fuzzy vector. Refusal to use fixed values of weight coefficients allows us to abandon the procedure of expert evaluation of these coefficients, which reduces the laboriousness of the labor force evaluation procedure and increases the objectivity of the estimates obtained.

Ключевые слова: персонал, трудовой потенциал, оценка персонала, интегральная оценка, экспертные методы, мягкие вычисления, нечеткое множество, нечеткое число, нечеткий вектор, функция принадлежности.

Keywords: personnel, labor potential, personnel assessment, integral evaluation, expert methods, soft computing, fuzzy set, fuzzy number, fuzzy vector, membership function.

Введение

Проблема повышения эффективности любой организации неразрывно связана с решением задачи повышения эффективности деятельности персонала. Использование методов эффективного управления персоналом обязательно предполагает, что периодически, но на постоянной основе, необходимо проводить в той или иной форме различные процедуры оценки трудового потенциала, так как очевидно, что реализация эффективного управления невозможна без реализации обратной связи. Таким образом, можно утверждать, что для повышения эффективности управления персоналом любой организации **актуальной** является задача совершенствования используемых методов оценки трудового потенциала за счет повышения их информативности и объективности.

Многочисленные публикации [1; 2; 3; 4; 5; 6] и многие другие, посвященные разработке и реализации разнообразных процедур оценки персонала (трудового потенциала, кадрового потенциала и т. п.), наглядно свидетельствуют, что данная задача по-прежнему находится в центре внимания исследователей. Несмотря на то что в настоящее время разработаны десятки разнообразных методов оценки трудового потенциала работников [1; 2], представляется **целесообразным** ввести в практику управления персоналом новые методы оценки трудового потенциала, использующие современные достижения в области обработки данных. В последние годы все более широкое применение при обработке данных находят так называемые методы мягких вычислений (soft computing).

Методология реализации мягких вычислений ориентирована на решение слабоструктурированных задач, когда модель объекта управления (исследования) не определена в полной мере. Инструментарий мягких вычислений включает использование теории нечетких множеств, нечетких нейронных сетей, генетических алгоритмов и т. д. [7]. В частности, теория нечетких множеств позволяет вместо однозначно определяемых оценок (четких чисел) оперировать нечеткими числами, отражающими неопределенность, неоднозначность некоторых показателей. Представляется интересным попытаться использовать инструментарий теории нечетких множеств для характеристики такого слабо формализуемого понятия, как трудовой потенциал.

В данной работе **впервые** предложено для описания двухкомпонентной модели трудового потенциала работника использовать двухкомпонентный нечеткий вектор

с функцией принадлежности, формируемой специальным образом. Использование нечеткого вектора для оценки трудового потенциала повышает информативность такой оценки для целей принятия управленческих решений, так как в результатах визуализации нечеткого вектора наглядно представлены не только усредненные экспертные оценки, но и в некотором роде отражается согласованность мнений экспертов.

Целью данной работы является разработка двухкомпонентной модели оценки трудового потенциала с использованием методологии теории нечетких множеств.

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

- рассмотреть достоинства и недостатки ряда известных подходов к оценке трудового потенциала работников;
- разработать технологию оценки трудового потенциала в форме двухкомпонентной модели на основе использования двумерного нечеткого вектора;
- предложить способ формирования функции принадлежности двумерного нечеткого вектора на основе результатов экспертного оценивания характеристик работников.

Объектом исследования являются методы оценки трудового потенциала отдельного работника предприятия.

Основной материал статьи

Традиционно при оценке трудового потенциала предлагалось использовать разнообразные детерминированные модели (линейные или нелинейные), позволяющие получать некоторую интегральную оценку на основе множества показателей, характеризующих трудовую деятельность конкретного работника. Достаточно часто в качестве оценки трудового потенциала используют одну или несколько интегральных оценок, рассчитываемых на основе определенного множества частных показателей деятельности конкретного работника. В случае если вместо одной интегральной оценки трудового потенциала используется несколько различных интегральных оценок, то предполагается, что каждая такая интегральная оценка отражает некоторые существенные аспекты профессиональных и социально-психологических особенностей личности работника. В общем виде оценка i -й компоненты находится следующим образом:

$$O_i = f_i(x_{i1}, x_{i2}, K, x_{in_i}), i = 1, 2, K, K, \quad (1)$$

где O_i — интегральная оценка i -й компоненты трудового потенциала; K — число оцениваемых компонент трудового потенциала; $f_i(\cdot)$ — некоторая функциональная зависимость, соответствующая i -й компоненте; n_i — количество различных частных оценок, используемых для оценки i -й компоненты; x_{ij} — j -я частная оценка, используемая для оценки i -й компоненты.

Различные исследователи выделяют и рассматривают различное число компонент K . Довольно часто полагают $K = 1$ [3; 5]. Очевидно, что в этом случае технология оценки трудового потенциала существенно упрощается, однако возникает проблема, связанная с содержательной интерпретацией такой интегрированной оценки и выработкой соответствующих управленческих решений, направленных на развитие трудового потенциала работника. Некоторые авторы предлагают многокомпонентные модели. В частности, Б. М. Генкин предлагает использовать восемь компонентов для оценки трудового потенциала,

характеризующие здоровье, нравственность, творческий потенциал, активность, организованность, уровень образования, профессионализм и ресурсы рабочего времени [1]. Понятно, что использование столь детализированной модели на практике потребует существенных трудовых и временных затрат, что в большинстве случаев нецелесообразно.

В работе [4] была рассмотрена двухкомпонентная модель оценки трудового потенциала, предполагающая оценку профессионального потенциала и потенциала развития. Использование такой двухкомпонентной модели позволяет не только оценить текущий профессиональный уровень работника, но и в некотором роде спрогнозировать перспективы его изменения в будущем, что существенно для принятия необходимых управленческих решений по развитию трудового потенциала конкретного работника. Кроме того, можно отметить, что использование двухкомпонентной модели позволяет достаточно легко и наглядно визуализировать результаты оценки трудового потенциала (например, с помощью диаграмм Microsoft Excel). К сожалению, предлагаемый в работе [8] подход к оценке отдельных компонент трудового потенциала с использованием нейронных сетей может быть успешно реализован только для достаточно крупных предприятий, так как для обучения нейронной сети требуется достаточно большая обучающая выборка. Таким образом, на практике нейросетевой подход для оценки трудового потенциала не применим для малых и большинства средних предприятий¹.

Рассмотрим возможности использования теории нечетких множеств для оценки такой двухкомпонентной модели трудового потенциала.

Отметим, что наиболее часто в качестве функциональной зависимости $f_i(\cdot)$ в (1) используются аддитивная или мультипликативная свертки [5].

Аддитивная свертка имеет вид:

$$O_i = \sum_{j=1}^{n_i} \alpha_j \times x_{ij}, \quad (2)$$

где α_j — весовой коэффициент, соответствующий j -й частной оценке и отражающий ее вклад в итоговую оценку (при этом

$$O_i = \sum_{j=1}^{n_i} \alpha_j \times x_{ij} = \sum_{j=1}^{n_i} \alpha_j \times \left(\sum_{q=1}^Q \beta_q \times x_{ijq} \right) = \sum_{j=1}^{n_i} \sum_{q=1}^Q \alpha_j \times \beta_q \times x_{ijq} = \sum_{l=1}^L \gamma_l \times z_{il}, \quad (4)$$

где L — общее число частных оценок, используемых при оценке i -й компоненты трудового потенциала ($L = n_i \times Q$); z_{il} — l -я частная оценка для оценки i -й компоненты; γ_l — весовой коэффициент, соответствующий l -й частной оценке

($\gamma_l = \alpha_j \times \beta_q$, $\gamma_l > 0$ и $\sum_{l=1}^L \gamma_l = \sum_{j=1}^{n_i} \sum_{q=1}^Q \alpha_j \times \beta_q = \sum_{j=1}^{n_i} \alpha_j \times \sum_{q=1}^Q \beta_q = 1$).

Таким образом, имея массив частных оценок z_{il} для оценки i -й компоненты и задавая различные значения весовых коэффициентов γ_l (удовлетворяющие налагаемым условиям), мы можем исследовать все множество допустимых интегральных оценок O_i .

В работе [9] было показано, что в том случае, когда вместо фиксированных значений весовых коэффициен-

$\alpha_j > 0$, $\sum_{j=1}^{n_i} \alpha_j = 1$). Одна из проблем, связанных с использова-

нием такого рода моделей, обусловлена тем, что необходимо экспертным путем определить все значения весовых коэффициентов α_j .

Для повышения достоверности частных оценок x_{ij} достаточно часто используется метод «360 градусов», когда для получения этой оценки привлекают несколько внутренних экспертов, которые обладают информацией о трудовой деятельности сотрудника (в том числе в качестве одного из экспертов может привлекаться сам сотрудник, что позволяет оценить степень расхождения его самооценки с оценками других экспертов). Например, в качестве таких внутренних экспертов наиболее часто используют руководителя, коллегу и подчиненного. В некоторых случаях могут привлекаться внешние эксперты, не работающие в организации (поставщики, клиенты и т. п.). В последнем случае такой метод называют «540 градусов». В общем случае для нахождения усредненной оценки экспертов x_{ij} также может использоваться аддитивная свертка вида:

$$x_{ij} = \sum_{q=1}^Q \beta_q \times x_{ijq}, \quad (3)$$

где Q — число экспертов; β_q — весовой коэффициент, соответствующий q -му эксперту и отражающий его значимость

(при этом $\beta_q > 0$, $\sum_{q=1}^Q \beta_q = 1$); x_{ijq} — частная оценка q -го экс-

перта. Значения весовых коэффициентов β_q также могут быть определены с помощью некоторых процедур экспертного оценивания.

Очевидно, что в случае, если весовые коэффициенты α_j и β_q находятся с использованием экспертного оценивания, то интегральные оценки O_i i -й компоненты трудового потенциала будут в значительной мере зависеть от субъективных предпочтений экспертов. Для снижения влияния субъективизма при выборе значений весовых коэффициентов α_j и β_q можно отказаться от предварительного оценивания этих коэффициентов, а ввести в рассмотрение все множество допустимых значений весов α_j и β_q . Тогда с учетом (2) и (3) можно записать:

тов рассматривается бесконечное множество допустимых весов, то для описания интегральной оценки, полученной в результате аддитивной свертки, можно использовать нечеткое число. Согласно [9] для описания такого нечеткого числа O_i необходимо задать его область определения и функцию принадлежности $\mu_i(O_i)$. Для нахождения области определения нечеткого числа необходимо проранжировать в порядке возрастания значения z_{il} . В дальнейшем будем рассматривать только проранжированные значения z_{il} .

Тогда $z_{i1} = \min_{1 \leq l \leq L} z_{il}$, $z_{iL} = \max_{1 \leq l \leq L} z_{il}$ и область определе-

ния нечеткого числа O_i представляет собой интервал $[z_{i1}, z_{iL}]$.

¹ Можно отметить, что в общем случае для оценки трудового потенциала работников таких предприятий нейросетевой подход может быть использован при условии, что уже существует готовая обученная нейронная сеть. Правда, в этом случае практически невозможно реализовать адаптацию такой нейронной сети для учета особенностей конкретного предприятия.

Функция принадлежности $\mu_i(o_i)$ для нечеткого числа O_i имеет вид при $L \geq 2$:

$$\mu_i(o_i) = \begin{cases} 0, & o_i \leq z_{i1} \\ \frac{(o_i - z_{i1})^{L-2}}{W \times p_1}, & z_{i1} < o_i \leq z_{i2}, \\ \frac{(o_i - z_{i1})^{L-2}}{W \times p_1} + \frac{(o_i - z_{i2})^{L-2}}{W \times p_2}, & z_{i2} < o_i \leq z_{i3}, \\ \dots \\ \frac{(o_i - z_{i1})^{L-2}}{W \times p_1} + \frac{(o_i - z_{i2})^{L-2}}{W \times p_2} + \dots + \frac{(o_i - z_{iL-1})^{L-2}}{W \times p_{L-1}}, & z_{iL-1} < o_i \leq z_{iL}, \\ 0, & z_{iL} < o_i \end{cases} \quad (5)$$

где W — коэффициент, обеспечивающий условие нормализации функции принадлежности $\max_{o_i} \mu_i(o_i) = 1$; $p_k = \prod_{l=1}^L (z_{il} - z_{ik})$ — коэффициенты функции принадлежности (5).

В случае использования двухкомпонентной модели трудового потенциала (например, O_1 — профессиональный потенциал, O_2 — потенциал развития [4]) необходимо

ввести в рассмотрение нечеткий двухкомпонентный вектор $\mathbf{O} = \{O_1, O_2\}$. Тогда функцию принадлежности для такого нечеткого вектора можно определить следующим образом:

$$\mu_0(o_1, o_2) = \mu_1(o_1) \times \mu_2(o_2). \quad (6)$$

На рисунке приведены примеры графического представления такой функции принадлежности.

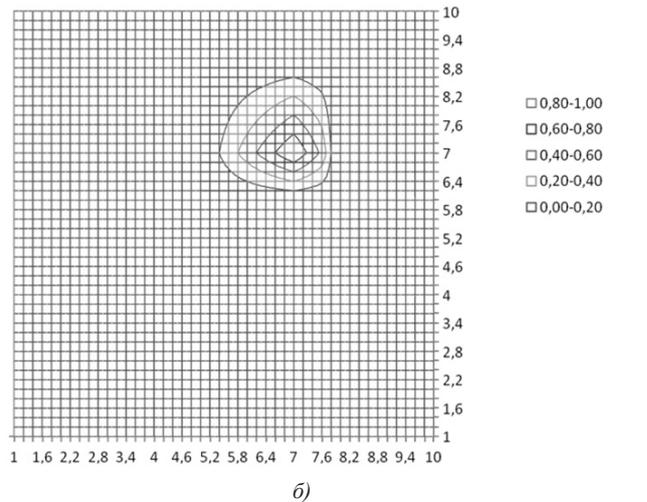
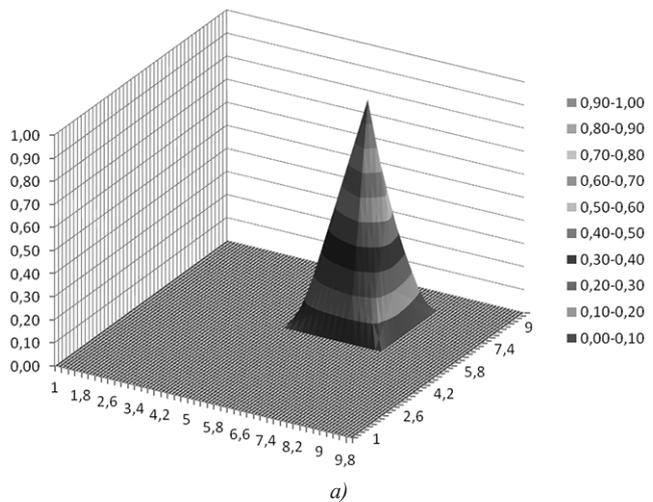


Рисунок. График функции принадлежности для оценки трудового потенциала

При построении данной функции принадлежности предполагалось, что: 1) возможные значения частных оценок z_{il} являются целочисленными и лежат в интервале от 1 до 10; 2) полученные частные оценки z_{1l} , использованные для оценки профессионального потенциала, принадлежат интервалу [5; 8], а оценки z_{2l} , использованные для оценки потенциала развития, принадлежат интервалу [6; 9]. Для построения графиков использовались программа Microsoft Excel 2007. Рисунок а) был получен для диаграммы типа «Поверхность», рисунок б) соответствует диаграмме типа «Проволочная контурная». Представляется, что сконструированная подобным образом оценка трудового потенциала в виде двухкомпонентного нечеткого вектора позволяет достаточно наглядно представить диапазон полученных частных оценок и возможный диапазон оценок отдельных компонентов трудового потенциала.

Заключение

Представленный в данной работе подход к оценке трудового потенциала работника с использованием теории нечетких множеств ни в коей мере не претендует на то, что является «идеальным» и окончательно решает проблему оценки персонала. Практическая необходимость решения данной проблемы стимулирует постоянный поиск новых методов оценки трудового потенциала. Рассматриваемый в работе вариант оценки трудового потенциала позволяет в некоторой степени повысить объективность оценки за счет отказа от процедур экспертного оценивания весовых коэффициентов α_j и β_q . Тем не менее необходимо сознавать, что получаемые с помощью экспертов подобные оценки трудового потенциала по сути своей являются субъективными, то есть в значительной мере им свойственна неопределенность, нечеткость. Использование аппарата теории нечетких множеств позволяет в некоторой

степени описать имманентную нечеткость оценок трудового потенциала и в наглядной форме представить возможную область распределения этих оценок. Практическая реализация предлагаемого подхода к оценке трудо-

вого потенциала обязательно предполагает использование средств автоматизации, и в перспективе данный инструментарий должен встраиваться в систему принятия решений в области управления персоналом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Генкин Б. М. Экономика и социология труда. М. : Норма-ИНФРА-М, 2014. 464 с.
2. Бухалков М. И. Управление персоналом: развитие трудового потенциала : учеб. пособие. М. : ИНФРА-М, 2009. 192 с.
3. Потуданская В. Ф., Трункina Л. В. Оценка трудового потенциала персонала предприятия // Бизнес. Образование. Право. 2011. № 4 (17). С. 174–178.
4. Юдина Л. Н. Исследование трудового потенциала как компонента социотехнической системы предприятия // Бизнес. Образование. Право. 2015. № 2 (31). С. 174–178.
5. Ажмухамедов И. М. Нечеткая когнитивная модель оценки компетенций специалиста // Вестник АГТУ. Серия «Управление, вычислительная техника и информатика». 2011. № 4. С. 186–190.
6. Зубова О. Г. Методический подход к оценке эффективности управления кадровым потенциалом предприятия // Бизнес. Образование. Право. 2018. № 1 (42). С. 81–85.
7. Мухамадиева Д. Применение методов мягких вычислений в слабоформализуемых системах. Saarbrücken : Palmarium Academic Publishing, 2014. 180 с.
8. Юдина Л. Н., Косарева Е. С. Нейронные сети как инструмент объективизации оценок трудового потенциала // Бизнес. Образование. Право. 2017. № 2 (39). С. 110–113.
9. Яцко В. А. Калькулирование себестоимости продукции с использованием аппарата теории нечетких множеств // Проблемы современной экономики. 2009. № 4 (32). С. 187–191.

REFERENCES

1. Genkin B. M. Economics and sociology of labor: textbook. M. : Norma-INFRA-M, 2014. 464 p.
2. Bukhalkov M. I. Personnel management: development of the labor potential : text book. M. : INFRA-M, 2009. 192 p.
3. Potudanskaya V. F., Tsygankova I. V. Evaluation of the labor potential of the company personnel // Business. Education. Law. 2011. No. 4 (17). P. 96–101.
4. Yudina L. N. The study of labor potential as a component of the company's socio-technical system // Business. Education. Law. 2015. No. 2 (31). P. 174–178.
5. Azhmukhamedov I. M. Fuzzy cognitive model of evaluation of specialist competencies // Bulletin of ASTU. Series «Management, Computer science and Informatics». 2011. No. 4. P. 186–190.
6. Zubova O. G. Methodical approach to evaluating the efficiency of human resources management at an enterprise // Business. Education. Law. 2018. No. 1 (42). P. 81–85.
7. Mukhamadiev D. Application of soft computing in weakly formalized systems. Saarbrücken : Palmarium Academic Publishing, 2014. 180 p.
8. Yudina L. N., Kosareva E. S. Neural networks as a tool for objectifying the estimates of labor capacity // Business. Education. Law. 2017. No. 2 (39). P. 110–113.
9. Yatsko V. A. Calculating of the production cost price with the use of the fuzzy sets theory apparatus // Problems of modern economics. 2009. No. 4 (32). P. 187–191.

Как цитировать статью: Юдина Л. Н., Яцко В. А. Двухкомпонентная модель оценки трудового потенциала с использованием нечетких множеств // Бизнес. Образование. Право. 2018. № 2 (43). С. 220–224. DOI: 10.25683/VOLBI.2018.43.270.

For citation: Yudina L. N., Yatsko V. A. Two-component model of assessing labor cap // Business. Education. Law. 2018. No. 2 (43). P. 220–224. DOI: 10.25683/VOLBI.2018.43.270.