

**Полещук Ольга Митрофановна**

д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Московский государственный  
технический университет им. Н.Э. Баумана»

г. Москва

## **МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ**

***Аннотация:** в статье разработана модель оценки эффективности использования образовательных информационных ресурсов. Формализация эффективности осуществляется на основе лингвистической переменной с определенными свойствами функций принадлежности ее термов. Оценка эффективности определяется в виде нечеткого множества с последующей его дефаззификацией. Распознавание полученной нечеткой оценки осуществляется в рамках лингвистической переменной и позволяет принимать решения о повышении эффективности использования образовательного информационного ресурса в соответствии с требованиями, которые предъявляются к современному специалисту.*

***Ключевые слова:** образовательный информационный ресурс, эффективность, лингвистическая переменная.*

### **Введение**

Потребности в эффективных образовательных информационных ресурсах формируются активными преобразованиями в промышленности, экономике и социально-политической области. Накопленный опыт создания новых образовательных программ, учебной литературы, новых педагогических технологий и методик, создания и функционирования образовательных информационных ресурсов показал, что уже на этапе их создания возникает необходимость формализованного подхода к предъявляемым требованиям и оценке реальных возможностей. Существенной сложностью оценки такой качественной характеристики образовательных информационных ресурсов, как эффективность, является нечеткость, которая объективно возникает при использовании слов естественного

языка. Применяя в таких ситуациях традиционные математические методы, приходится мириться с упрощенными моделями действительности и излишне жесткими требованиями к их описанию, что значительно уменьшает ценность полученных результатов, к тому же нередко приводящим к неверным выводам и решениям. Поэтому при построении моделей в условиях нечеткости стали применяться лингвистические переменные.

Пусть  $X$  – некоторое множество элементов  $x$ , и  $\mu_{\tilde{A}} : X \rightarrow [0,1]$ . Нечетким подмножеством [5]  $\tilde{A}$  в  $X$  называется график отображения  $\mu_{\tilde{A}}$ , то есть множество вида  $\left\{ \left( x, \mu_{\tilde{A}}(x) \right) : x \in X \right\}$ ; при этом значение  $\mu_{\tilde{A}}(x)$  называется степенью принадлежности  $x$  к  $\tilde{A}$ .

Нечеткой переменной называется тройка  $\{X, U, \tilde{A}\}$ , где  $X$  – название переменной;  $U$  – область ее определения (универсальное множество);  $\tilde{A}$  – нечеткое множество универсального множества, описывающее возможные значения нечеткой переменной.

Лингвистической переменной называется пятерка  $\{X, T(X), U, V, S\}$ , где  $X$  – название переменной;  $T(X) = \{X_l, l = \overline{1, m}\}$  – терм-множества переменной  $X$ , то есть множество названий лингвистических значений переменной  $X$ . Каждое из этих значений – нечеткая переменная со значениями из универсального множества  $U$ .  $V$  – синтаксическое правило, порождающее названия значений лингвистической переменной  $X$ .  $S$  – семантическое правило, которое ставит в соответствие каждой нечеткой переменной с названием из  $T(X)$  нечеткое подмножество универсального множества  $U$ .

Будем считать, что функции принадлежности  $\mu_l(x), l = \overline{1, m}$  термов лингвистической переменной удовлетворяют следующим требованиям [3]:

1. Для каждого понятия  $X_l, l = \overline{1, m}$  существует  $\bar{U}_l \neq \emptyset$ , где  $\bar{U}_l = \{x \in U : \mu_l(x) = 1\}$  есть точка или отрезок.

2. Пусть  $\bar{U}_l = \{x \in U : \mu_l(x) = 1\}$ , тогда  $\mu_l(x), l = \overline{1, m}$  не убывает слева от  $\bar{U}_l$  и не возрастает справа от  $\bar{U}_l$ .

3.  $\mu_l(x), l = \overline{1, m}$  имеют не более двух точек разрыва первого рода.

4. Для каждого  $x \in U$   $\sum_{l=1}^m \mu_l(x) = 1$ .

Оценка эффективности использования образовательных информационных ресурсов

Рассмотрим образовательные информационные ресурсы, которые оцениваются в рамках характеристик  $X_j, j = \overline{1, 3}$ .  $X_1$  – отношение числа обучающихся, которые считают, что данный ресурс оказал существенную помощь в освоении соответствующего материала, к общему числу опрошенных.  $X_2$  – отношение числа обучающихся, которые считают, что данный ресурс легко доступен при поиске материала по соответствующей тематике, к общему числу опрошенных.  $X_3$  – отношение числа обучающихся, которые использовали данный ресурс и получили положительные оценки при проведении контрольных мероприятий по соответствующему материалу, к общему числу опрошенных.

Обозначим через  $Y$  – эффективность использования образовательных информационных ресурсов, которая оценивается в рамках лингвистической шкалы  $Y_1 = \text{«очень низкая»}, Y_2 = \text{«низкая»}, Y_3 = \text{«средняя»}, Y_4 = \text{«высокая»}, Y_5 = \text{«очень высокая»}.$

Построим, используя информацию экспертов, лингвистическую переменную с названием  $Y$  [1; 2]. В качестве функций принадлежности  $\mu_l(x), l = \overline{1, 5}$  соответственно нечетких множеств  $\tilde{Y}_l, l = \overline{1, 5}$ , формализующих лингвистические термы  $Y_1 = \text{«очень низкая»}, Y_2 = \text{«низкая»}, Y_3 = \text{«средняя»}, Y_4 = \text{«высокая»}, Y_5 = \text{«очень высокая»},$  используются функции принадлежности, имеющие следующие параметры:

$$\begin{aligned}\mu_1(x) &\equiv (0, 0.15, 0.1), \quad \mu_2(x) \equiv (0.25, 0.35, 0.1, 0.1), \\ \mu_3(x) &\equiv (0.45, 0.55, 0.1, 0.1), \quad \mu_4(x) \equiv (0.65, 0.75, 0.1, 0.1), \\ \mu_5(x) &\equiv (0.85, 1, 0.1, 0).\end{aligned}$$

Первые два параметра в скобках являются абсциссами вершин верхнего основания трапеции, которая является графиком соответствующей функции принадлежности. Два последних параметра в скобках являются соответственно длинами левого и правого крыльев трапеции.

Обозначим через  $x_j^n, n = \overline{1, N}, j = \overline{1, 3}$  значения характеристик  $X_j, j = \overline{1, 3}$  у  $n$ -го образовательного информационного ресурса,  $n = \overline{1, N}$ , а через  $\mu_{lj}(x_j^n), l = \overline{1, 5}, j = \overline{1, 3}, n = \overline{1, N}$  степени принадлежности этих значений к термам  $Y_1 = \text{«очень низкая»}, Y_2 = \text{«низкая»}, Y_3 = \text{«средняя»}, Y_4 = \text{«высокая»}, Y_5 = \text{«очень высокая»}$  лингвистической переменной с названием  $Y$ .

Обозначим через  $\omega_j, j = \overline{1, 3}, \sum_{j=1}^3 \omega_j = 1$  весовые коэффициенты оцениваемых характеристик. Вычислим следующие коэффициенты:

$$\lambda_l^n = \sum_{j=1}^3 \omega_j \mu_{lj}(x_j^n), l = \overline{1, 5}, n = \overline{1, N}.$$

Найдем сумму этих коэффициентов, используя свойства функций принадлежности лингвистической переменной.

$$\begin{aligned}\sum_{l=1}^5 \lambda_l^n &= \omega_1 (\mu_{11}(x_1^n) + \mu_{21}(x_1^n) + \dots + \mu_{51}(x_1^n)) + \dots \\ &+ \omega_3 (\mu_{13}(x_3^n) + \mu_{23}(x_3^n) + \dots + \mu_{53}(x_3^n)) = \sum_{j=1}^3 \omega_j = 1.\end{aligned}$$

Исходя из этого, коэффициенты  $\lambda_l^n, l = \overline{1, 5}, n = \overline{1, N}$  можно считать весовыми коэффициентами термов характеристики  $Y$  для  $n$ -го образовательного информационного ресурса,  $n = \overline{1, N}$  [4].

Нечеткая рейтинговая оценка эффективности использования  $n$ -го образовательного информационного ресурса,  $n = \overline{1, N}$  в рамках характеристик  $X_j$ ,  $j = \overline{1, 3}$  определяется в виде нечеткого множества

$$\tilde{A}_n = \lambda_1^n \otimes \tilde{Y}_1 \oplus \dots \oplus \lambda_5^n \otimes \tilde{Y}_5$$

с функцией принадлежности

$$\mu_n(x) \equiv \left( \sum_{l=1}^5 \lambda_l^n a_{l1}, \sum_{l=1}^5 \lambda_l^n a_{l2}, \sum_{l=1}^5 \lambda_l^n a_{lL}, \sum_{l=1}^5 \lambda_l^n a_{lR} \right), n = \overline{1, N},$$

где  $\tilde{Y}_l \equiv (a_{l1}, a_{l2}, a_{lL}, a_{lR}), l = \overline{1, 5}$ .

Определим доверительный интервал для четкой рейтинговой оценки  $y_n$ . При уровне доверия  $\mu_n(y_n) \geq \alpha, 0 < \alpha < 1$  рейтинговая оценка  $y_n$  эффективности использования  $n$ -го образовательного информационного ресурса,  $n = \overline{1, N}$  лежит в интервале

$$\sum_{l=1}^5 \lambda_l^n a_{l1} - (1 - \alpha) \sum_{l=1}^5 \lambda_l^n a_{lL} \leq y_n \leq \sum_{l=1}^5 \lambda_l^n a_{l2} + (1 - \alpha) \sum_{l=1}^5 \lambda_l^n a_{lR}.$$

Дефазифицируем нечеткое множество  $\tilde{A}_n, n = \overline{1, N}$ , по методу центра тяжести, полученное четкое число обозначим через  $A_n, n = \overline{1, N}$ .

Для распознавания оценки эффективности использования образовательных информационных ресурсов необходимо идентифицировать нечеткое множество с функцией принадлежности  $\mu_n(x), n = \overline{1, N}$  с одним из термов лингвистической переменной с названием  $Y$  (с одним из нечетких множеств  $\tilde{Y}_l, l = \overline{1, 5}$  с функциями принадлежности  $\mu_l(x), l = \overline{1, 5}$ ). Для этого вычислим идентификационные показатели:

$$\beta_n^l = \frac{\int_0^1 \min(\mu_l(x), \mu_n(x)) dx}{\int_0^1 \max(\mu_l(x), \mu_n(x)) dx}, l = \overline{1, 5}, n = \overline{1, N}.$$

Если  $\beta_n^p = \max_l \beta_n^l$ , то эффективность использования  $n$ -го образовательного информационного ресурса определяется  $p$ -ым уровнем шкалы  $Y_1$  = «очень низкая»,  $Y_2$  = «низкая»,  $Y_3$  = «средняя»,  $Y_4$  = «высокая»,  $Y_5$  = «очень высокая».

### Заключение

В статье на основе понятия лингвистической переменной разработана модель оценки эффективности использования образовательных информационных ресурсов. Существенной сложностью такой оценки является нечеткость, которая возникает при использовании слов естественного языка, поэтому использование лингвистических переменных для формализации полученной информации, обработки и распознавания полученных результатов является объективной необходимостью. Построение адекватной реальности модели, учитывающей опыт и знания экспертов в условиях неопределенности разных типов, позволяет принимать решения о повышении эффективности использования образовательного информационного ресурса в соответствии с требованиями, которые формируются активными преобразованиями в промышленности, экономике и социально-политической области.

### Список литературы

1. Домрачев В.Г. Прогнозирование показателей качества образовательных услуг на основе успеваемости / В.Г. Домрачев, О.М. Полещук, И.В. Ретинская // Качество. Инновации. Образование. – 2002. – №4. – С. 49.
2. Полещук О.М. Математическая модель обработки экспертных оценок // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2005. – №6 (42). – С. 161–164.
3. Poleshchuk O. Expert Fuzzy Information Processing, Studies in Fuzziness and Soft Computing / O. Poleshchuk, E. Komarov. – 2011. – Т. 268. – С. 1–239.
4. Poleshchuk O.M. Comparative analysis of expert criteria on the basis of complete orthogonal semantic spaces / O.M. Poleshchuk, E.G. Komarov, A. Darwish // Proceedings of the 19th International Conference on Soft Computing and measurements (SCM). – 2016. – Pp. 369–373.

5. Zadeh L.A. The Concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning // Information Sciences. – 1975. – Vol. 8. – Pp. 199–249.