

Научная статья  
Original article

## Решение задачи отбора и упорядочивания объектов образовательного процесса при оценке компетенций студентов

Гнедаш Д.В.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
Инженерная школа информационных технологий и робототехники, г. Томск, Россия  
Автор-корреспондент: dmgnedash231@rambler.ru*

**Аннотация:** Для оценки уровня сформированности компетенций студентов и абитуриентов, высшие учебные заведения нуждаются в решении вопроса отбора и упорядочивания объектов. Необходимо формировать системы, которые смогут оценивать полезность объектов и их признаков. В статье рассматривается применение нечетких моделей, а также алгоритмов нечеткой логики, как решение проблемы выбора и приведения к определенному порядку объектов.

**Ключевые слова:** образовательный процесс, объект, упорядочивание объектов, компетенция, оценка.

**Для цитирования:** Гнедаш Д.В. Решение задачи отбора и упорядочивания объектов образовательного процесса при оценке компетенций студентов. Умная цифровая экономика. 2022. Т.2, №3, с. 17-20

## Solving the problem of selecting and ordering objects of the educational process in the assessment of students' competencies

Gnedash D.V.

*National Research Tomsk Polytechnic University Engineering School of Information Technologies and Robotics,  
Tomsk, Russia  
Corresponding author: dmgnedash231@rambler.ru*

**Abstract:** To assess the level of competence formation of students and applicants, higher educational institutions need to address the issue of selection and ordering of objects. It is necessary to form systems that will be able to evaluate the usefulness of objects and their features. The article discusses the use of fuzzy models, as well as fuzzy logic algorithms, as a solution to the problem of selecting and bringing objects to a certain order.

**Keywords:** educational process, object, ordering of objects, competence, assessment.

**For citation:** Gnedash D,V, Solving the problem of selection and ordering of objects of the educational process in the assessment of students' competencies. Smart digital economy. 2022. T.2, №3, pp. 17-20

В настоящее время в условиях реализации процесса обучения остро стоит вопрос выбора объектов, а также их упорядочивания. От решения этого вопроса напрямую зависят практические задачи, заключающиеся в проблеме оценки компетенций, а значит и компетентностей в целом. Например:

- осуществление конкурсного отбора в магистратуру, а также аспирантуру университета;
- пополнение «кадрового резерва» за счет выявления и приглашения молодых ученых;
- создание информационного банка данных о имеющихся вакансиях, а также о наличии соответствующего вакансий портфолио у выпускников университета;
- наиболее точная профориентация абитуриентов по направлениям подготовки;
- создание возможностей для конкурсного отбора (включая дополнительные критерии), среди определенного числа абитуриентов, обладающих равными баллами результатов вступительных испытаний.
- осуществление конкурсного отбора для обеспечения студентов возможностью прохождения обучения на военной кафедре университета.

Для эффективного решения проблемы по отбору объектов, необходимо начальное множество  $X$  распределить на два различных класса. А именно, класс допустимых объектов (допустимое множество значений), а также класс недопустимых объектов. Значимость объектов, а также их потенциальная полезность, может быть определена по совокупности признаков, способных охарактеризовать эти объекты.

В условиях, когда осуществляется отбор объектов, являющихся недоминируемыми, выбор объекта происходит исходя из соблюдения принципа при котором: доминирующий объект по каждому критерию не уступает доминируемому объекту, кроме того, минимум по одному из этих критериев доминирующий объект должен превосходить доминируемый. Совокупность недоминируемых объектов образует множество, называемое множеством Парето[1].

При необходимости продолжения процесса упорядочивания объектов, создающих множество Парето, применяется идея по использованию инструментов теории нечетких множеств. Более того, полученные результаты предыдущих исследований, а также результаты анализа опубликованных работ других авторов, затрагивающих проблему выбора и приведения к определенному порядку объектов, показали, что наиболее актуальный принцип действий - это широкое применение нечетких моделей, а также алгоритмов нечеткой логики.

Для соблюдения общей логики изложения статьи, следует упомянуть некоторые определения и основные положения теории нечетких множеств, а также нечеткой логики. Приведем в краткой форме следующие понятия: «нечеткое правило» и «нечеткий вывод»[2].

Нечеткая логика оперирует значениями различных величин, представляя их не числами, а так называемыми «термами», которые представляют собой слова естественного языка. К примеру, значения такой переменной как интеллект, способны быть выраженными следующими термами: низкий, средний, высокий и т.д. На рисунке 1 отображен принцип выбора термов, способных соответствовать переменной коэффициента интеллекта (IQ)[3].

Для создания условий, при которых возможно использование лингвистических переменных, последним обязательно установить наиболее точные значения их термов. Предположим, такая переменная как интеллект (IQ), в соответствии с тестом Амтхауэра, может быть равной значению соответствующему диапазону от 60 до 140 баллов.



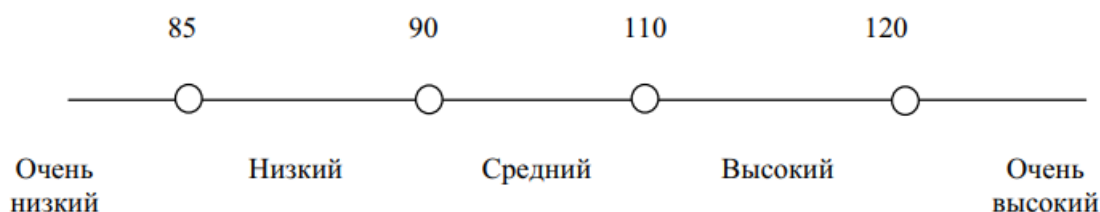


Рисунок 1 – Границы термов для переменной IQ

При этом, в соответствии с основными утверждениями теории нечетких множеств, любому результату IQ входящему в диапазон шириной в 140 баллов, возможно определить соответствующее ему число, принадлежащее промежутку от 0 до 1, которое бы определяло принадлежность каждого выбранного значения IQ (например 110 баллов) к определенному терму такой переменной лингвистического характера как интеллект[4]. В рассматриваемом случае, коэффициенту принадлежащему 120 баллам, возможно, определить степень соответствия терму – как очень высокий, выраженную в 0,85, в свою очередь к терму средний – 0,15. Более конкретизированное отражение соответствующей степени принадлежности, осуществляется группой экспертов.

Соответствие любого определенного значения к какому либо из набора термов переменных лингвистического характера, выражается с помощью функций принадлежности, имеющей зачастую произвольный вид. Однако, имеет место такое понятие, как стандартная функция принадлежности (рис.2).

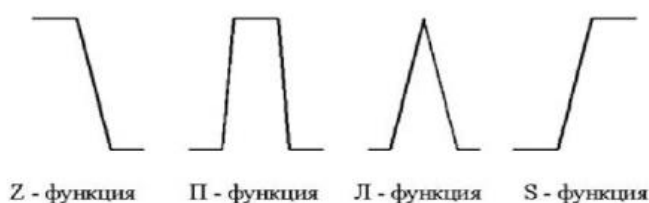


Рисунок 2 – Стандартные функции принадлежности

Такие функции зачастую, оказываются удобными к применению в процессе решения большого количества задач. При построении функций принадлежности будем использовать метод, базирующийся на основе интервальных оценок.

Основу теории возможностей составляет предположение о том, что существует такой интервал  $[h^*, h^0]$ , в который входят все значения критерия  $h$ , соответствующие термину «хороший» объект, то значения по границе интервала можно интерпретировать так: если  $h^a$  – величина выражающая характеристику  $h$  для объекта  $a$ , то  $h^*$  выполняет функцию границы идеальной области, т.е., если  $h^a \geq h^*$  объект возможно соотносить с понятием «хороший».

Вероятность подобного утверждения  $\mu(u) = 1$  (где  $u$  является субъективным событием, предполагающим, по мнению эксперта, соответствие объекта состоянию «хороший»). При условии, что  $h^a \leq h^0$ , можно сказать: вероятность того, что объект по характеристикам

соответствует термину «хороший»,  $\mu(u) = 0$ , при этом естественно, что при (1) Естественно, что чем ближе значение  $h^a$  к границе  $h^*$ , тем более возрастает вероятность определения объекта как «хороший» (рис.3). При всем этом, для наиболее точного определения функции принадлежности используется формула 1.

$$\mu(u) = \begin{cases} 0, h^a \leq h^0; \\ \frac{h^a - h^0}{h^* - h^0}, & h^0 < h^a < h^*; \\ 1, h^a \geq h^* \end{cases} \quad (1)$$

В таблице 1 представлены пиковые значения  $h^0$  и  $h^*$  для определенных показателей деятельности-предметной компетентности специалистов ИТ профиля, проходящих подготовку в Инженерной школе информационных технологий и робототехники Томского политехнического университета.

Таблица 1 – Пороговые значения  $h^0$  и  $h^*$  психодиагностических показателей

	Показатели психологического тестирования		АВТФ		МСФ		ГФ	
			$h^0$	$h^*$	$h^0$	$h^*$	$h^0$	$h^*$
1	Вербальный интеллект	IQ1	90	120	80	115	100	125
2	Математические способности	IQ2	100	125	90	115	80	110
3	«Технический» интеллект	IQ3	100	125	105	125	85	105
4	Коммуникативность	A	3	8	4	8	6	10
5	Логическое мышление	B	6	10	5	8	4	8

Примечание:  $IQ1, IQ2, IQ3$  – показатели теста структуры интеллекта Амхауэра;  $A, B$  – показатели 16-факторного личностного теста Кеттэла.

## Список литературы

1. Микони С.В. Теория и практика рационального выбора // Маршрут, 2004. С. 462.
2. Берестнева О.Г., Шевелев Г.Е., Массель Л.В. Информационные технологии оценки компетентности ИТ-специалистов// Издательство Томского политехнического университета. – Томск, 2012, – № 1. – С. 264–267.
3. Насейкина, Л.Ф. Методика формирования компетентности в области сетевых информационных технологий студентов-программистов в условиях уровневого образования // Вестник ОГУ, 2013. – №2. – С. 183–190.
4. Берестнева О.Г., Марухина О.В. Прогнозирование успешности обучения студентов на основе неоднородной последовательной процедуры распознавания // Компьютерное моделирование 2003: Труды 4 Междунар. научнотехн. конф. – СПб.: Нестор, 2003. – С. 449–451

© Гнедаш Д.В., 2022. Умная цифровая экономика. 2022. Т.2, №3.

