

3. *Городецкий В.И., Самойлов В.В., Малов О.А.* Современное состояние технологии извлечения знаний из баз и хранилищ данных. Ч. I // *Новости искусственного интеллекта.* – 2002, №3. – С. 3-12.
4. *Осипов Г.С.* Приобретение знаний интеллектуальными системами. – М.: Наука, 1997. – 112 с.
5. *Boose J. and Gaines B.* Knowledge Acquisition Tools for Expert Systems. New York: Academic Press. 1988. p. 620.
6. *Гаврилова Т.А. Хорошевский В.Ф.* Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб: Питер, 2000. – 384 с.
7. *Kingston J., Doheny J., Filby I.* Evaluation of workbenches which support the Common KADS methodology. Knowledge Engineering Review. 1995. №10.
8. *Орлов С.А.* Технологии разработки программного обеспечения. – СПб.: Питер, 2002. – 464 с.
9. *Попов Э.В., Фоминых И.Б., Кисель Е.Б., Шапот М.Д.* Статические и динамические экспертные системы // Под ред. Попова Э.В. – М.: Финансы и статистика, 1996. – 320 с.
10. *Поспелов Д.А.* Данные и знания. Искусственный интеллект // В 3 кн. Кн. 1. – М.: Радио и связь, 1990. – 384 с.
11. *Алексеев А.В., Борисов А.Н. и др.* Интеллектуальные системы принятия проектных решений. – Рига: Зинатне, 1997. – 320 с.
12. *Минский М.* Фреймы для представления знаний / Пер. с англ. – М.: Энергия, 1979. – 152 с.
13. *Пупков К.А., Коньков В.Г.* Интеллектуальные системы. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003. – 348 с.
14. *Курейчик В.М., Лебедев Б.К., Нужнов Е.В.* Применение экспертных систем в инженерной практике. – Таганрог: ТРТУ, 1996. – 135 с.

УДК 518.5:331.108.26

С.В. Скороход

ОТБОР ПЕРСОНАЛА В УСЛОВИЯХ НЕЧЁТКОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

Постановка задачи. Проблема оптимального подбора кадров является актуальной для любого предприятия. От её решения зависят качество и отдача каждого сотрудника и конечный успех предприятия в целом.

Характерными особенностями данной проблемы являются субъективность и неопределённость. Субъективность выражается в том, что оценку и подбор персонала производят люди со своими стереотипами, симпатиями, предпочтениями, которые иногда могут идти вразрез с целями самого предприятия. Неопределённость проявляется в неточных формулировках требований типа «уверенное владение Microsoft Word», «опытный пользователь ПК», «умение работать в команде», допускающими трактовку в очень широких пределах.

Одним из наиболее достоверных методов профессионального отбора является выполнение кандидатами специально подготовленных заданий с последующей оценкой результата группой экспертов [1]. Несмотря на преимущества данного метода, его недостатком является слабая формализованность процесса обработки результатов тестирования.

Задачей данной работы является разработка математической модели для сравнения кандидатов по результатам тестирования с использованием теории нечётких множеств и нечёткой математики [2, 3], которые позволяют формализовать присущие этому процессу свойства субъективности и неопределённости.

Общая схема отбора. Общая схема отбора изображена на рис. 1.

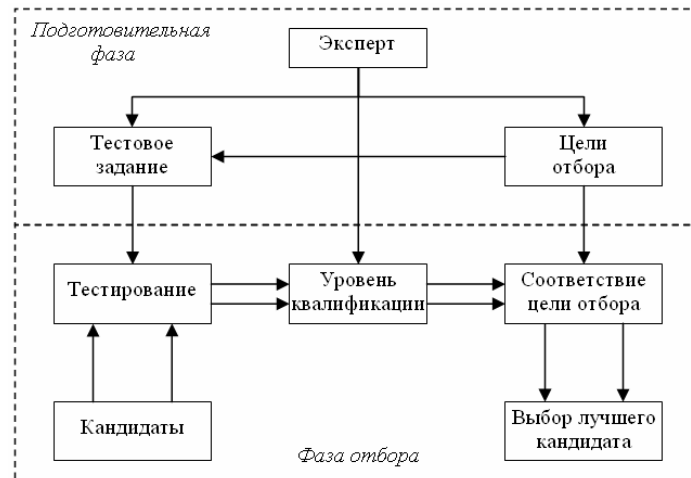


Рис. 1. Последовательность отбора

Последовательность отбора можно разбить на две фазы: подготовительную и собственно отбор. Подготовительная фаза реализуется экспертом, в качестве которого может выступать руководитель предприятия или подразделения. Эксперт, прежде всего, формулирует цели отбора, т.е. критерии, в соответствии с которыми будут оцениваться кандидаты, причём каждый из критериев характеризует некоторую отдельно взятую компетенцию и наиболее желательный уровень владения ею искомым специалистом. После того, как цели определены, эксперт подбирает тестовые задания, при выполнении которых кандидаты должны проявить достаточный уровень владения установленными компетенциями.

Фаза отбора заключается в проведении тестирования и оценке экспертом качества выполнения тестовых заданий. На основе этих оценок выявляется фактический уровень компетенций кандидатов, который сопоставляется с целями отбора (желаемый уровень). В итоге наилучшим считается тот кандидат, фактический уровень компетенций которого наиболее близок к желаемому.

Целевая функция. Пусть имеется некоторый критерий, по которому производится сравнение кандидатов. Например, умение работать с текстовым процессором Microsoft Word. Естественно предположить, что каждый кандидат в некоторой степени проявляет своё соответствие этому критерию, которое будем исчислять числом на отрезке $[0;1]$. При этом 0 будет обозначать полное отсутствие навыков, а 1 – наличие навыков на уровне эксперта в рассматриваемой области.

Целевая функция предназначена для ранжирования уровня навыков кандидатов относительно целей отбора и позволяет выяснить предпочтительность того или иного уровня. Целевую функцию будем задавать нечётким числом (НЧ) [4] G на отрезке $[0;1]$:

$$G = \int_{[0;1]} \mu_G(x) / x. \quad (1)$$

Если $\mu_G(x_1) > \mu_G(x_2)$, это означает, что с точки зрения проводимого отбора уровень x_1 предпочтительнее уровня x_2 .

Способы построения нечётких чисел основаны на опросе экспертов и подробно описаны в [3]. В качестве примера рассмотрим две целевые функции: G_1 – «больше 0,8» и G_2 – «примерно от 0,6 до 0,7». Первая из них означает, что требу-

ется кандидат очень высокой квалификации. Однако такие кандидаты требуют высокой зарплаты и у них практически исчерпан резерв для профессионального роста. Вторая же функция отдаёт предпочтение кандидатам достаточно высокой, но не максимальной квалификации, уровень зарплаты которых ниже и имеется резерв для самосовершенствования. Примеры графиков функций принадлежности изображены на рис. 2.

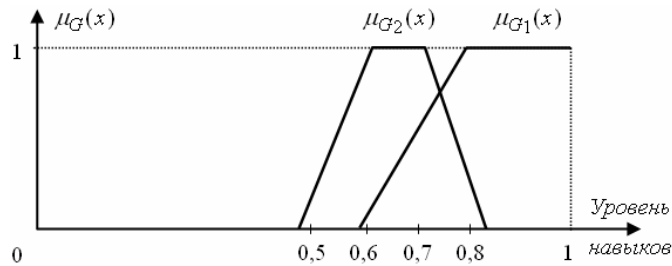


Рис. 2. Функции принадлежности целей

Тестовое задание. Тестовое задание предназначено для выявления фактической квалификации кандидатов и является единым для всех. Его сложность должна быть адекватна цели отбора и соответствовать уровню предъявляемых требований. Так, при отборе персонала высокой квалификации сложность должна быть высока. Если же нам нужен персонал средней квалификации, то вполне достаточным окажется задание средней сложности. В любом случае неудачным является чересчур простое или чересчур сложное задание, поскольку, в первом случае, оно не способно выявить все профессиональные качества кандидатов, а во втором – требует дополнительных навыков, не предусмотренных целями отбора.

Для измерения сложности задания используем ту же самую базовую шкалу, что и для цели – отрезок $[0;1]$. Поскольку оценка сложности всегда является субъективной и неоднозначной, опишем её НЧ D вида (1). Значение $\mu_D(x)$ выступает как степень соответствия задания квалификации x .

Наиболее удобным для экспертов способом представления D является треугольное НЧ [3]:

$$D=(d_{min}, d_{norm}, d_{max}), \tag{2}$$

где d_{min} и d_{max} – нижняя и верхняя оценки соответствующей заданию квалификации, а d_{norm} – оценка квалификации, наиболее подходящей для данного задания.

Рассмотрим НЧ $P=D \cap G$, образованное пересечением D и G . Его функция принадлежности вычисляется по формуле: $\mu_{D \cap G}(x) = \min(\mu_D(x), \mu_G(x))$. P описывает квалификацию, которая является общей между поставленной целью отбора и предложенным тестовым заданием. Условием адекватности задания поставленной цели является совпадение величин максимумов функций принадлежности G и P :

$$\sup_{x \in [0;1]} \min(\mu_D(x), \mu_G(x)) = \sup_{x \in [0;1]} \mu_G(x). \tag{3}$$

На рис. 3 изображён пример цели G и трёх вариантов оценок сложности тестовых заданий D_1, D_2 и D_3 в виде треугольных нечётких чисел. Поскольку условие (3) выполняется только для D_2 , только второе задание является адекватным цели G .

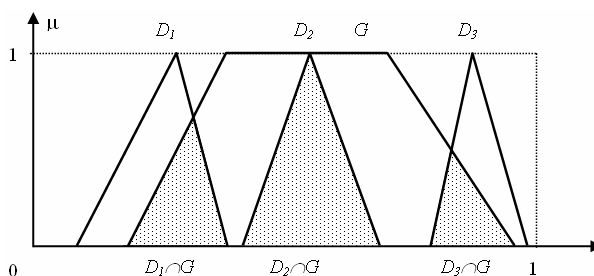


Рис. 3. Проверка адекватности тестового задания цели отбора

Оценка квалификации кандидатов. Оценка квалификации кандидата строится на основе анализа экспертами результатов выполнения тестового задания, удовлетворяющего условию (3). Задачей экспертов является оценка качества полученного результата. Для её формального описания используем НЧ Q на отрезке $[0;1]$. Полностью выполненному заданию соответствует 1, а полностью проваленному – 0. Q имеет вид, аналогичный (1). Наиболее удобным способом его задания является треугольное НЧ:

$$Q = (q_{\min}, q_{\text{norm}}, q_{\max}), \quad (4)$$

где q_{\min} и q_{\max} означают низшую и высшую оценку качества результата, а q_{norm} – наиболее подходящую оценку.

Оценка квалификации V кандидата получается как произведение Q и D : $V = Q \cdot D$, являющееся НЧ на $[0;1]$, функция принадлежности которого, в общем случае, вычисляется по формуле:

$$\mu_V(x) = \sup_{a=b=x} \min(\mu_D(x), \mu_Q(x)).$$

При использовании треугольных нечетких чисел (2) и (4) результатом их произведения также будет треугольное НЧ [3]:

$$V = (d_{\min} \cdot q_{\min}, d_{\text{norm}} \cdot q_{\text{norm}}, d_{\max} \cdot q_{\max}). \quad (5)$$

Произведение Q и D даёт результат, который обладает тремя свойствами, вполне естественными с точки зрения здравого смысла.

1. Если испытуемый полностью справился с тестовым заданием и получил наивысшую оценку у всех экспертов (в этом случае НЧ Q вырождается в четкое число 1), его квалификация принимается равной сложности тестового задания: $V=D$.
2. Если испытуемый полностью провалил тестовое задание и получил низшую оценку у всех экспертов (Q вырождается в четкий ноль), его квалификация принимается равной нулю: $V=\{<1/0>\}$.
3. Если два испытуемых при выполнении одного и того же задания получили оценки Q_1 и Q_2 и $Q_1 > Q_2$, то будет справедливо соотношение: $V_1 > V_2$, то есть оценка квалификации первого испытуемого окажется выше.

Пример вычисления V для случая треугольных НЧ D и Q приведен на рис. 4.

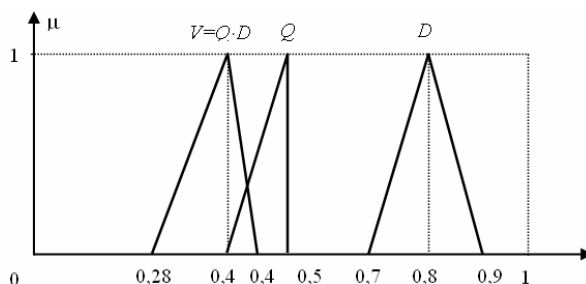


Рис. 4. Произведение треугольных нечётких чисел

Сравнение кандидатов. Для сравнения кандидатов необходимо выяснить насколько полученная оценка V квалификации каждого из них соответствует цели отбора G . Наилучшим считается тот из кандидатов, чья степень соответствия цели окажется наивысшей.

Одним из наиболее простых способов вычисления степени C соответствия V и G является нахождение пересечения этих НЧ: $C = V \cap G$. Однако данная операция обладает существенным недостатком. Результатом пересечения может оказаться ненормализованное НЧ, у которого максимум функции принадлежности меньше единицы (см. рис. 3). Поэтому при сравнении степеней соответствия C_1 и C_2 двух кандидатов можно сравнивать только максимальные значения их функций принадлежности. При этом не учитывается форма самих нечётких чисел, что в некоторых случаях может привести к неверному результату.

Этого недостатка лишён способ вычисления НЧ C по формуле [5]:

$$\mu_C(x) = \begin{cases} \sup_{y \in [0;1], \mu_G(y)=x} \mu_V(y); \\ 0, (\forall y \in [0;1])(\mu_G(y) = x \rightarrow \mu_V(y) = 0), \end{cases} \quad (6)$$

результатом которого всегда является нормализованное НЧ (если НЧ G также нормализовано). Результат вычислений по этой формуле изображён на рис. 5 повернутым на 90° против часовой стрелки.

Предположим теперь, что мы имеем степени соответствия C_1 и C_2 , рассчитанные по (6) для двух кандидатов. Найдём центры площади $I(C_1)$ и $I(C_2)$ их функций принадлежности:

$$\int_0^{I(C)} \mu_C(x) = \int_{I(C)}^1 \mu_C(x).$$

Лучшим, относительно поставленной

целью отбора, будет тот из кандидатов, у которого это значение окажется наибольшим: $I(C) = \max(I(C_1), I(C_2))$.

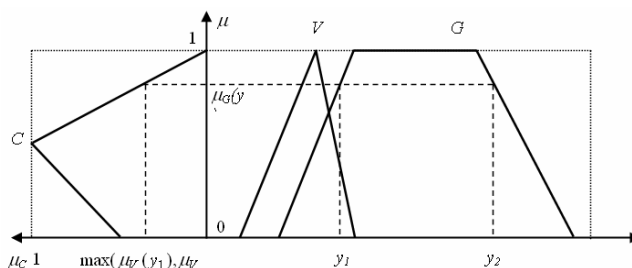


Рис. 5. Вычисление степени соответствия C

Рассмотренный подход описан для одного критерия отбора, но может быть легко распространён для случая нескольких критериев. Для этого по каждому из них строится своя целевая функция и оценивается степень соответствия кандидата, а для сравнения кандидатов используется средневзвешенное число $I(C)$ [6].

Заключение. В заключение обобщим предлагаемый подход в виде последовательности действий при профессиональном отборе.

1. Формулируем цели отбора $G_1 \dots G_n$ и задаём их нечёткими числами (1).
2. Составляем тестовые задания и оцениваем их уровень сложности в виде (2).
3. Проверяем выполнимость условия (3), которому должна удовлетворять сложность заданий. Если условие не выполнено, задание следует переработать заново.
4. Задания предъявляются испытуемым кандидатам, которые при их выполнении получают некоторый результат.
5. Оцениваем качество результата в виде (4) и вычисляем оценку квалификации кандидата (5).
6. В соответствии с (6) находим степень соответствия кандидата каждой цели отбора.
7. Для каждой цели вычисляем (8), а затем находим интегральную оценку как средневзвешенное полученных значений.
8. Выбираем кандидата с наивысшей интегральной оценкой.

Предлагаемый метод даёт возможность формализовать процесс тестирования и отбора кандидатов на основе использования методов теории нечётких множеств и нечёткой математики, что позволяет учесть влияние субъективных факторов, неопределённость требований и оценок.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барков С.А. Управление персоналом. – М., 1997.
2. Нечёткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Поспелова Д.А. – М., 1986.
3. Борисов А.Н., Крумберг О.А., Фёдоров И.П. Принятие решений на основе нечётких моделей. Примеры использования. – Рига, 1990.
4. Скороход С.В. Моделирование целей управления в условиях неопределённости // Информационные системы и технологии в управлении и организации производства. Труды международной конференции «Татищевские чтения: актуальные проблемы науки и практики». – Тольятти: Изд-во Волжского университета им. В.Н.Татищева, 2004. – С. 253-258.
5. Скороход С.В. Применение нечётких чисел для оценки квалификации персонала // Известия ТРТУ. Тематический выпуск «Интеллектуальные САПР» – Таганрог, Изд-во ТРТУ, 2005, №3(47). – С. 214-216.
6. Скороход С.В. Применение нечёткого подхода для оценки и подбора персонала // Электронный журнал «Исследовано в России». – 2005, 122. – С. 1253-1261. <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2005/122.pdf>.