ность обучаемых, эмоциональное состояние людей, способность грамотно строить взаимоотношения.

Заключение. Анализируя вышеизложенное, можно сделать вывод, что, несмотря на большое количество исследований по проблеме компетентности, структурно-содержательная сущность понятия «компетентность преподавателя вуза», в том числе и неязыкового, недостаточно определена. Поэтому требует дальнейшей разработки модель компетенций преподавателя неязыкового вуза: как само понятие, так и система критериев, позволяющих выявить уровень сформированности профессиональной компетентности преподавателя вуза. Определение ключевых компетенций преподавателя вуза взаимосвязано с успешным стратегическим развитием инновационного вуза, позволяет на основе модели компетенций преподавательского состава управлять компетенциями, создать портрет высококвалифицированного работника, обеспечить интеллектуальное лидерство вуза в условиях усиливающейся конкуренции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Зимняя И.А.* Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. Авторская версия // Материалы к 1-му заседанию методологического семинара 20 мая 2004 г. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004.
2. Государственные и образовательные стандарты в системе общего образования. Теория и практика / Под ред. В.С. Леднева, Н.Д. Никандрова, М.В. Рыжакова. – М., 2002. – С. 63.
3. *Бондаревская Е.В., Кульневич С.В.* Педагогика: личность в гуманистических теориях и системах воспитания. – Ростов-на-Дону: ТЦ «Учитель»,1999.-560 с.
4. *Демьянов А.В.* Системная организация принятия управленческих решений в обучении // Известия вузов. Поволжский регион. Технические науки. – Пенза: Инф.-изд. Центр ПГУ, 2006, №6. – С.178-190.
5. *Дружилов С.А.* Профессионализм человека как объект психологического изучения: системный подход // Вестник Балтийской педагогической академии. – СПб.: Изд-во БПА, 2003, Вып. 52. – С. 40-46.
6. *Гершунский Б.* Философия образования для XXI века. – М., 1998.
7. Общеевропейские компетенции: изучение, преподавание, оценка. – М.: МГЛУ, 2003. – 256 с.
8. *Оскарсон Б.* Базовые навыки как интегрирующий фактор учебного плана // Оценка качества профессионального образования / Под ред. В.И. Байденко, Дж. Ван Занворта. – М., 2001. – С. 44-46.
9. http://www.rost.ru/projects/education/ed3/ed31/aed31.shtm1#qw1

УДК: 004.81

В.А. Солодов

МОДЕЛЬ ДИАГНОСТИКИ УРОВНЯ ЗНАНИЙ НА ОСНОВЕ ОТВЕТА ИСПЫТУЕМОГО НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

Введение. Тестирование, являясь наиболее технологичным способом педагогической диагностики, приемлемо лишь для определенных целей, поскольку иллюстрируют лишь наличное состояние исследуемых характеристик, не раскрывая особенностей их формирования. В более широком плане тесты выявляют степень приобщённости индивида к культуре общества, реально не зависящую от врождённых качеств. Все это заставляет искать альтернативные пути организации контроля знаний с целью автоматизации. Одним, из которых является построение модели диагностики знаний на основе анализа ответа испытуемого на естественном языке (ЕЯ). В основе этой модели лежит технология проведения письменного опроса испытуемых.

Формальное представление модели. Модель диагностики знаний на основе анализа ответа испытуемого на ЕЯ может быть представлена в виде набора параметров:

$$KLN \equiv < T, Q, n_0, n_0^C, C, A^L, A^E, A^{CE}, MENL, P, P^C, S, S^C, n^C, MN, n > \quad (1)$$

Основная входная характеристика модели – уровень знаний испытуемого T – латентный параметр, который косвенно отображается в параметре A^L – ответе испытуемого на естественном языке на вопрос Q. Важнейшей характеристикой модели является C — множество критериев оценки. К выходным характеристикам относятся n – итоговая оценка уровня знаний по шкале S и n^C – оценка уровня знаний для каждого критерия $c_i \in C$, при этом для оценки каждого критерия задана шкала $S_i^C \in S^C$. Аргументом для вычисления n и n^C являются характеристики P и P^C. P представляет собой степень соответствия информации, имеющейся в ответе пользователя A^L некоторому эталонному ответу A^E на вопрос Q. Тот же смысл имеют параметры P^C и A^{CE} для каждого критерия из множества C. Степени соответствия P и P^C между A^E и A^L, а также $A_\xi^{CE} \in A^{CE}$ и A^L определяются на основе модели MENL. Для определения оценки по каждому критерию n^C используется отображение характеристики $P_\xi^C \in P^C$ на шкале $S_\xi^C \equiv < SL^{C\xi}, SP^{C\xi}, SI^{C\xi} > \in S^C, n_\mu^C \in n^C$ – оценка для критерия $c_\mu \in C$, определяется следующим образом:

$$n_\mu^C = sp_\xi^{C\mu}, \text{ где } \xi : P_\mu \cdot SL^{C\mu} \in sp_\xi^{C\mu} \in SP^{C\mu} \subset S^C, P_\mu \in P^C . \quad (2)$$

Итоговая оценка определяется не только на основе характеристики P, но и на основе оценок по каждому критерию. Поскольку взаимозависимость критериев при оценке не может быть определена однозначно априорно, для получения итоговой оценки следует использовать модель MN. Для того чтобы обеспечить возможность обучения модели, в нее введены дополнительные входные параметры: n_0 и n_0^C – гипотетические оценки уровня знаний испытуемых.

Определение степени соответствия ответа пользователя эталонному ответу. Для получения характеристик степени соответствия ответа пользователя эталонному ответу в модель KLN была введена модель MENL. Формально ее можно выразить в виде набора параметров:

$$MENL \equiv < A^L, \delta K, C, A^E, A^{CE}, A^F, \psi, P(A^E, A^F), P^C(A^{CE}, A^F) > . \quad (3)$$

Входными параметрами модели являются A^L текст ответа испытуемого на естественном языке (ЕЯ) и δК – параметр, связанный с обучением модели. δК характеризует изменения, которые необходимо внести для определения эталонных ответов A^E и A^{CE}. C – набор оценочных критериев. A^E – эталонный ответ, A^{CE} – эталонный ответ, определенный для каждого критерия из C. A^F – информативная характеристика ответа испытуемого A^L, ψ – преобразование ответа испытуемого в информативную характеристику A^F. Выходными характеристиками модели MENL являются P – степень соответствия ответа испытуемого эталонному ответу A^E и P^C – степень соответствия ответа испытуемого эталонным ответам по каждому критерию A^{CE}.

$$C = \{c_i\}, A^{CE} = \{A_i^{CE}\}, P^{CE} = \{P_i^{CE}\}, i = \overline{1, \delta}, \quad (4)$$

где $\delta = |C|$ – размерность множества C.

Учитывая смысл выходных параметров, связь между входными и выходными характеристиками можно записать следующим образом:

$$P = \sigma(A^F, A^E), P_i^C = \sigma(A^F, A_i^{CE}), \quad (5)$$

причем значения σ должны быть ограничены интервалом [0,1].

Для того, чтобы формально описать остальные связи между параметрами, необходимо определить формальное описание параметра A^F, от этого во многом будет зависеть представление эталонных ответов A^E, A^{CE} и формальное описание преобразований ψ и σ.

Совершенно очевидно, что в качестве информационного параметра не может выступать простой набор слов, который составляет ответ испытуемого, в этом параметре должна быть отражена смысловая составляющая ответа. Формальное описание этого информативного параметра – задача, граничащая с решением философской проблемы. Для решения этой задачи следует обратиться к трактату Аристотеля «Категории», согласно которому все понятия, которыми мы оперируем, могут принадлежать к одной из десяти категорий: *сущность, количество, качество (признак), соотношение, место, время, положение, обладание, действие, страдание*. Для каждого составного понятия или «сказанного в связи» мы можем определить ведущую категорию, связывающую попарно элементы понятия.

Представить смысловую связь между двумя словами (понятиями) можно в виде набора:

$$SM_\xi \equiv \langle EL^M, EL^S, RL \rangle , \quad (6)$$

где EL^M – главный элемент связи, объект, для которого определяется или уточняется категория, EL^S – подчиненный элемент или субъект категории, элемент, уточняющий категорию, RL – одна из десяти категорий, определяющая связь между объектом и субъектом.

Таким образом, любое предложение на естественном языке мы можем привести к цепочке смысловых наборов вида (6), т.е. $SM = \{SM_\xi\}$, проведя процедуру разбора по членам предложения. Если теперь выделить некоторую «эталонную» цепочку, выражающую требуемый смысл, то для каждого набора SM_ξ, который только может существовать в ЕЯ, можно определить вероятность $\mu(SM_\xi)$, с которой этот набор попадет в эталонную цепочку. Возвращаясь к модели KLN эталонный ответ можно представить в виде нечеткого множества

$$A^E \equiv \tilde{A} = \{\langle \mu(SM_\xi) / SM_\xi \rangle\}, \quad (7)$$

где $\tilde{A}$ – нечеткое подмножество множества $SM = \{SM_\xi\}$ – все возможные смысловые наборы вида (6), возникающие в естественном языке, а $\mu(SM_\xi) \in [0;1]$ –

вероятность вхождения набора SM_ξ – в эталонную цепочку. Поскольку множество наборов в естественном языке бесконечно большое, то множество $\widetilde{A}$, следует ограничить только теми наборами, вероятность попадания которых в эталонную цепочку ненулевая. Более того, можно ввести вероятностный порог ε для наборов вида (6), тогда

$$\begin{aligned} &A^E \cong \widetilde{A}^E \subseteq \widetilde{A}, \\ &\widetilde{A}^E = \{< \mu^E(SM_\xi^E)/SM_\xi^E >\}, \\ &SM_\xi^E \in SM^E \subset SM : \mu^E(SM_\xi^E) \in (\varepsilon;1], \varepsilon \to 0+ \end{aligned} \tag{8}$$

То же самое можно записать для эталонных ответов, распределенных по оценочным критериям C

$$\begin{aligned} &\forall A_\xi^{CE} \in A^{CE}, \exists \widetilde{A}^{\Psi E}, SM^{\Psi E} : \\ &\widetilde{A}^{\Psi E} = \{< \mu^E(SM_\zeta^{\Psi E})/SM_\zeta^{\Psi E} >\}, \\ &SM^{\Psi E} \subset SM : \mu^E(SM_\zeta^{\Psi E}) \in (\varepsilon;1], \varepsilon \to 0+ \end{aligned} \tag{9}$$

Ответ испытуемого также можно представить в виде семантической цепочки SM^F вида (6). $SM^F \subset SM$. Тогда можно определить конечномерное нечеткое множество, характеризующее ответ испытуемого.

$$\widetilde{A}^F = \{< \mu^E(SM_\xi^F)/SM_\xi^F \in (SM^E \cap SM^F) >\}. \tag{10}$$

А также для каждого эталонного ответа по отдельной категории можно записать:

$$\begin{aligned} &\forall \xi : A_\xi^{CE} \in A^{CE}, \exists \widetilde{A}^{\Psi F} : \\ &\widetilde{A}^{\Psi F} = \{< \mu^E(SM_\zeta^F)/SM_\zeta^F \in (SM^{\Psi E} \cap SM^F) >\}, \end{aligned} \tag{11}$$

при этом $\widetilde{A}^{CF} \equiv < \widetilde{A}^{1F}, \widetilde{A}^{2F} ... \widetilde{A}^{\xi F} >$, где $\xi : C = \{c_i\}, i = \overline{1,\xi}$.

При таком представлении, в качестве информативного параметра принадлежности ответа пользователя A^L итоговому эталонному ответу и эталонным ответам по каждой оценочной категории может выступать сумма вероятностей M и M^C, определенных соответственно в нечетком подмножестве $\widetilde{A}^F$ и наборе $\widetilde{A}^{CF}$.

$$\mathrm{M} = \sum_\xi \kappa_\xi \mu^E(SM_\xi^F), \forall \xi : \widetilde{A}^F = \{< \mu^E(SM_\xi^F)/SM_\xi^F \in (SM^E \cap SM^F) >\} \tag{12}$$

$$\begin{aligned} &\mathrm{M}^C = \{M_\xi^C\} \\ &\forall \xi = \Psi \to M_\xi^C = \sum_\zeta \kappa_\zeta \mu^E(SM_\zeta^F), \forall \zeta : \widetilde{A}^{\Psi F} = \{< \mu^E(SM_\zeta^F)/SM_\zeta^F \in (SM^{\Psi E} \cap SM^F) >\} \end{aligned} \tag{13}$$

где κ_ι – положительный числовой коэффициент, обозначающий «удельный вес» вероятности.

Очевидно, что в этом случае $M, M_{\xi}^{C} \in [0,\infty)$ – это значит, что эти параметры, несмотря на то, что они выражают соответствие ответа пользователя эталонному ответу, не могут являться выходной характеристикой модели, поскольку основным условием для выходной характеристикой модели является $P, P_{\xi}^{C} \in [0,1]$.

Таким образом, необходимо найти монотонно-возрастающую функцию:

$$\sigma : \forall x \in [0,+\infty), \sigma(x) \in [0,1].$$

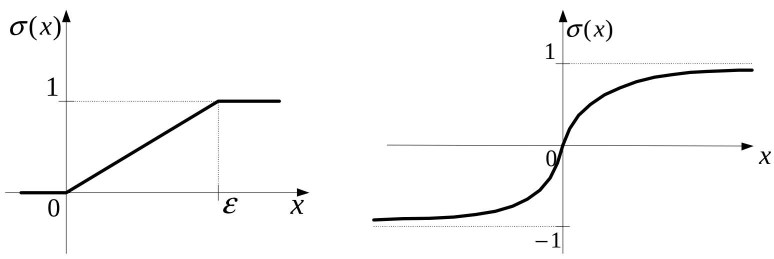
Для решения задач отображения бесконечного интервала в отрезок [0,1] существует множество функций, среди них наиболее часто используемыми являются кусочно-линейная функция и гиперболический тангенс.

Кусочно-линейная функция изображена на рис. 1, а и выражается зависимостью:

$$\sigma(x) = \begin{cases} 0, x \in (-\infty,0) \\ \dfrac{x}{\varepsilon}, x \in [0,\varepsilon) \\ 1, x \in [\varepsilon,+\infty) \end{cases} \tag{14}$$

Гиперболический тангенс обладает аналогичными свойствами, эта функция изображена на рисунке 1(б) и выражается зависимостью:

$$\sigma(x) = th(x) = \frac{e^{x} - e^{-x}}{e^{x} + e^{-x}} . \tag{15}$$



а б

Рис. 1. Функции отображения бесконечного интервала в отрезок [0,1]: а) кусочно-линейная; б) гиперболический тангенс

Отсутствие жесткого ограничения на используемую функцию обусловлено наличием в модели KLN параметров, на основании которых осуществляется обучение. Процесс обучения основывается на разности гипотетической оценки с выходной оценкой системы, в соответствии с которой должны быть откорректированы ранее рассмотренные коэффициенты κ_{ξ}. Функциональная схема модели приведено на рис. 2.

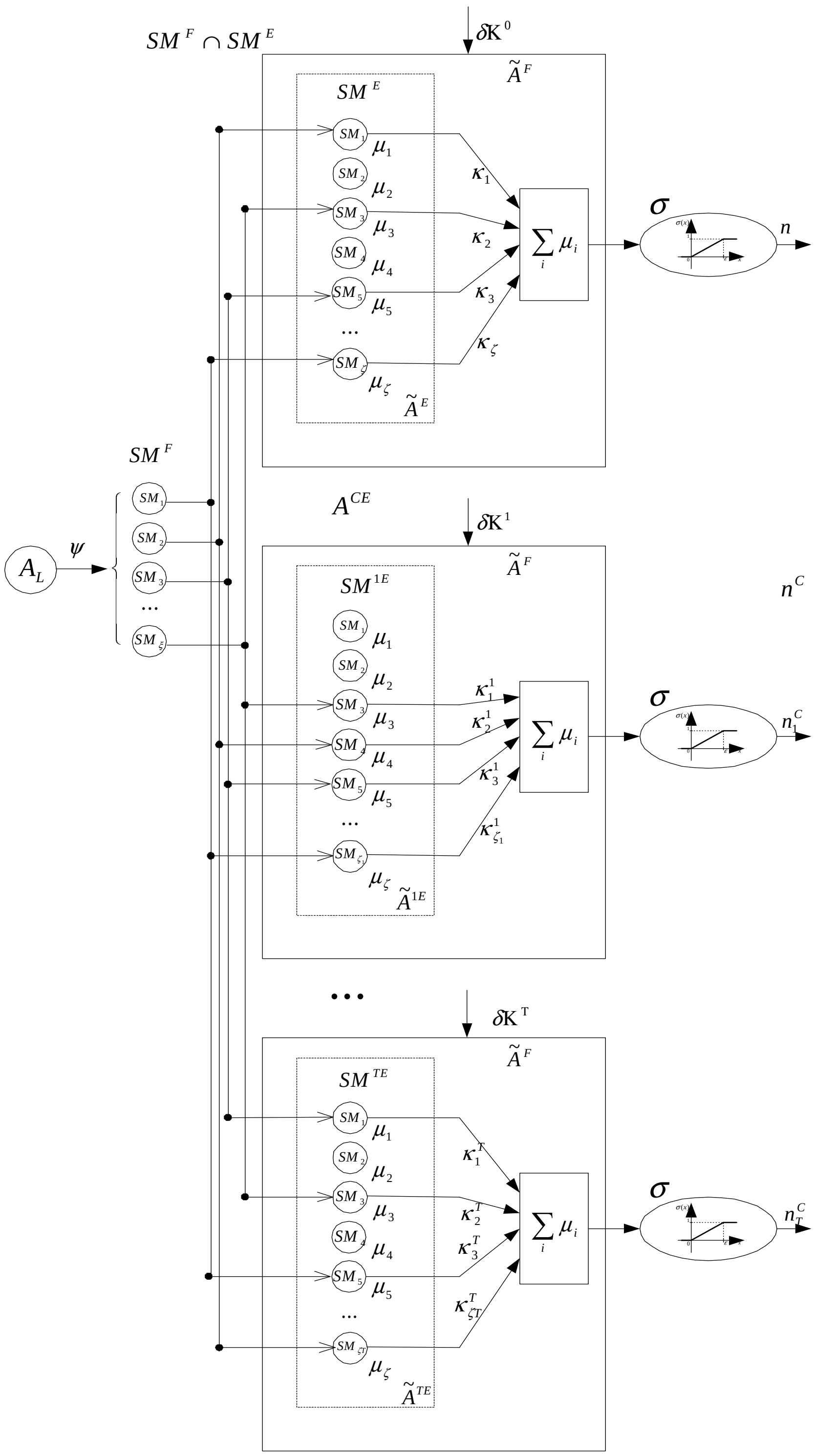


Рис. 2. Функциональная схема модели MENL