



Оценка профессиональной компетентности: постановка задачи

Н.А. Белоусова, Д.В. Заневский

Учреждение образования «Военная академия Республики Беларусь»

Качественная подготовка компетентного специалиста во многом зависит от степени эффективности функционирования модели подготовки, что предполагает проведение постоянного мониторинга текущих достижений и их адекватное оценивание. В рамках компетентностной модели обращается внимание на развитие профессиональных и личностных качеств специалиста, оценивание опыта, мотивации, мировоззрения и т.п., то есть всего того, что трудно формализуется. Поэтому методы оценки знаний и умений могут быть применены лишь во взаимодействии с методами оценки личностных качеств. В связи с этим интерес вызывают исследования в области разработки математических теорий, позволяющих иметь устойчивые решения даже при высоком уровне неопределенности входной информации. При создании таких систем аналитические вычисления и логика выводов строятся подобно логике человеческого решения.

В статье предложена модель мониторинга компетентности на основе теории нечетких множеств, позволяющая разработать инструмент для оценки элементарных составляющих компетенций, самой компетенции и в конечном счете профессиональной компетентности. После перехода от нечеткой трактовки уровня сформированности естественнонаучной компетенции к четкой можно применять стандартные методы проверки статистических гипотез.

Ключевые слова: модель оценки компетентности, профессиональная компетентность, естественнонаучная компетентность, система естественнонаучных компетенций.

Professional competence evaluation: target setting

N.A. Belavusava, D.V. Zanevskij

Educational establishment «The Military Academy of the Republic of Belarus»

Qualitative training of a competitive specialist vastly depends upon how effectively the model of training is implemented in action. This involves regular monitoring of current progress and its accurate evaluation. Within the framework of a competence-based model emphasis is made on developing professional and personal qualities of a specialist, experience-based assessment, motivation, ideology etc., namely, everything that is difficult to give a certain shape to. That's why methods used to assess knowledge and skills may be used only in combination with methods of assessing personal qualities. With this regard those researches spark our interest that deal with mathematic theories allowing to make sustainable solutions even if the input data have a high degree of ambiguity. In making such systems analytical estimations and inferential logic are built similar to the way human decision-making logic is.

The article offers a model for competence monitoring based upon the theory of undefined multitudes, that helps to design a tool for assessing base components of competencies, competence itself and, ultimately, professional competence. After transition from blurry interpretation of scientific competence to a distinct one, standard methods of static hypotheses validation can be used.

Key words: competence evaluation model, professional competence, natural-science competence system.

Как известно, внедрение компетентностного подхода к организации образовательного процесса обусловлено повышенным вниманием к обеспечению качества получаемого образования в современном его контексте, когда о качестве подготовки судят в первую очередь по возможности оперативного, с минимальными временными и экономическими потерями, включения в профессиональную деятельность. В сущности, профессиональная компетентность и предполагает наличие у специалиста знаний, умений, навыков и пропедевтического опыта, позволяющих решать задачи по неизвестному алгоритму в реальных условиях.

Отечественная система высшего образования имеет хорошие традиции в обеспечении фундаментальной теоретической подготовки специа-

листов. В то же время практическая составляющая образования также традиционно вызывает справедливую критику со стороны потребителя (заказчика) специалистов. На эту тему написано достаточное количество работ, аргументированно доказывающих высказанный тезис. Принятая несколько лет назад компетентностная модель подготовки в системе национального образования *de-jure* зафиксировала необходимость модернизации содержания в направлении усиления практической компоненты подготовки и получения еще в стенах вузов необходимого для начала профессиональной деятельности опыта самостоятельного решения познавательных, коммуникативных, организационных, нравственных и иных социально и профессионально значимых задач.

Очевидно, конечный результат – качественная подготовка компетентного специалиста – во многом зависит от степени эффективности функционирования новой модели подготовки, что предполагает проведение постоянного мониторинга текущих достижений и их адекватное оценивание.

Однако до настоящего времени, несмотря на принятие педагогическим сообществом компетентностных моделей специалиста как ориентира в работе, основным критерием качества образовательного процесса вуза по-прежнему остается уровень знаний обучаемых. В контексте компетентностного подхода этот показатель представляется важным, но не доминирующим в системе оценки качества образования. Так как компетентностный подход в качестве конечного результата предполагает формирование специалиста, готового к социальной и профессиональной деятельности в быстро изменяющихся условиях, то выявление степени знания предмета на данный момент не свидетельствует о возможности адаптации специалиста к новым реалиям в будущем. Все методы основаны на определенном наборе точной информации или наличии множества статистических данных. При попадании в такие математические пакеты недостоверной или неопределенной информации они ведут себя неадекватно и дают явно не реальные результаты, говоря математическими терминами, решения становятся неустойчивыми и «расходятся».

Целью данной статьи является изучение, адаптация и применение математического аппарата, приемлемого для оценки уровня сформированности компетентности специалиста.

Материал и методы. Для реализации этого использовались следующие методы: изучение, анализ и систематизация литературных источников, проведение педагогического эксперимента с последующим рассмотрением его результатов.

Результаты и их обсуждение. Компетентностный подход предполагает развитие профессиональных и личностных качеств специалиста, их отслеживание, оценивание опыта, мотивации, мировоззрения и т.п., то есть всего того, что трудно формализуется.

Поэтому методы оценки знаний и умений, наиболее часто применяемые в системе образования, могут использоваться лишь во взаимодействии с методами оценки личностных качеств. Разработка этих методов – актуальная, до сих пор не решенная задача. Об этом, в частности, свидетельствует наблюдаемый рост числа

научных мероприятий (семинаров, конференций) и публикаций по теории и практике измерения и мониторинга компетенций и других латентных переменных в образовании.

В связи с этим большой интерес вызывают исследования в области разработки математических теорий, позволяющих иметь устойчивые, приближенные к реальности решения даже при высоком уровне неопределенности входной информации. При создании таких систем в качестве прототипа берется человеческий мозг, соответственно, аналитические вычисления и логика выводов строятся подобно логике человеческого решения.

Большой интерес в этом плане вызывает такое свойство человеческого интеллекта, как интуиция, – способность человека принимать правильные решения в обстановке неполной и нечеткой информации. Однако человеческая интуиция правильно работает при условии наличия знаний и опыта, позволяющих для принятия верного решения в новой конкретной ситуации использовать аналогии на основе опыта решения предыдущих задач.

Работа по созданию системы оценки профессиональной компетентности военного специалиста ведется и в Военной академии. Изложим некоторые результаты на примере формирования естественнонаучной компетентности будущего офицера.

Естественнонаучная компетентность определяется нами как интегральная характеристика деловых и личностных качеств специалистов, отражающая степень усвоения знаний, формирования умений и навыков, наличие опыта, достаточных для принятия решений и осуществления профессиональной и социально-гражданской деятельности на основе и с использованием системы современного естественнонаучного знания [1].

Модель оценки компетентности разрабатывается на основе положений одной из математических теорий, позволяющих «расширить» пределы математики и вывести ее за рамки «точной науки». В данном случае речь идет о теории профессора Калифорнийского университета Логфи А. Заде [2].

Основным ее положением является расширение понятия множества: полагается, что характеристическая функция принадлежности элемента к множеству может принимать не два значения – «ложь» или «истина», а любые значения в интервале $[0, 1]$ (нечеткое множество).

Как показывают исследования, теория нечетких множеств позволяет разработать инст-

румент для оценки элементарных составляющих компетенций, самой компетенции и в конечном счете – компетентности. На рис. 1 схематично представлены основные этапы этой деятельности.

На первом этапе реализации данного плана разработан набор естественнонаучных компетенций, который с учетом специфики подготовки военных специалистов к их будущей профессиональной деятельности предлагается конкретизировать следующим образом:

– компетенция адекватного восприятия естествознания как культурной ценности и адекватной оценки социальной и экономической значимости естествознания в контексте государственной стратегии развития Республики Беларусь и обусловленных ею путей решения проблем современного общества (питание, охрана здоровья, энергетика, материаловедение и др.) (*компетенция понимания социокультурной ценности естествознания*);

– компетенция осуществления анализа и оценки информационных сообщений, предложений, проектов и принимаемых решений на основе современного естественнонаучного знания (*компетенция адекватного анализа информации*);

– компетенция безопасного обращения с продуктами развития естествознания;

– компетенция социальной и гражданской ответственности за экологические последствия принимаемых на основе естественнонаучных знаний решений и действий (*компетенция ответственности*);

– компетенция внедрения элементов научной рациональности в систему поведения при решении профессиональных задач и выполнении социальных функций (*компетенция научной рациональности*);

– компетенция организации самообразования и повышения квалификации военных специалистов в области естественнонаучного знания (*компетенция формирования естественнонаучной грамотности*).

Особенностью предлагаемых компетенций является возможность их декомпозиции по базису – информация и знания, умения и навыки, мотивация, опыт (рис. 2), что позволяет разработать систему их диагностирования и применения количественных методов оценки уровня сформированности компетенций в ходе образовательного процесса.

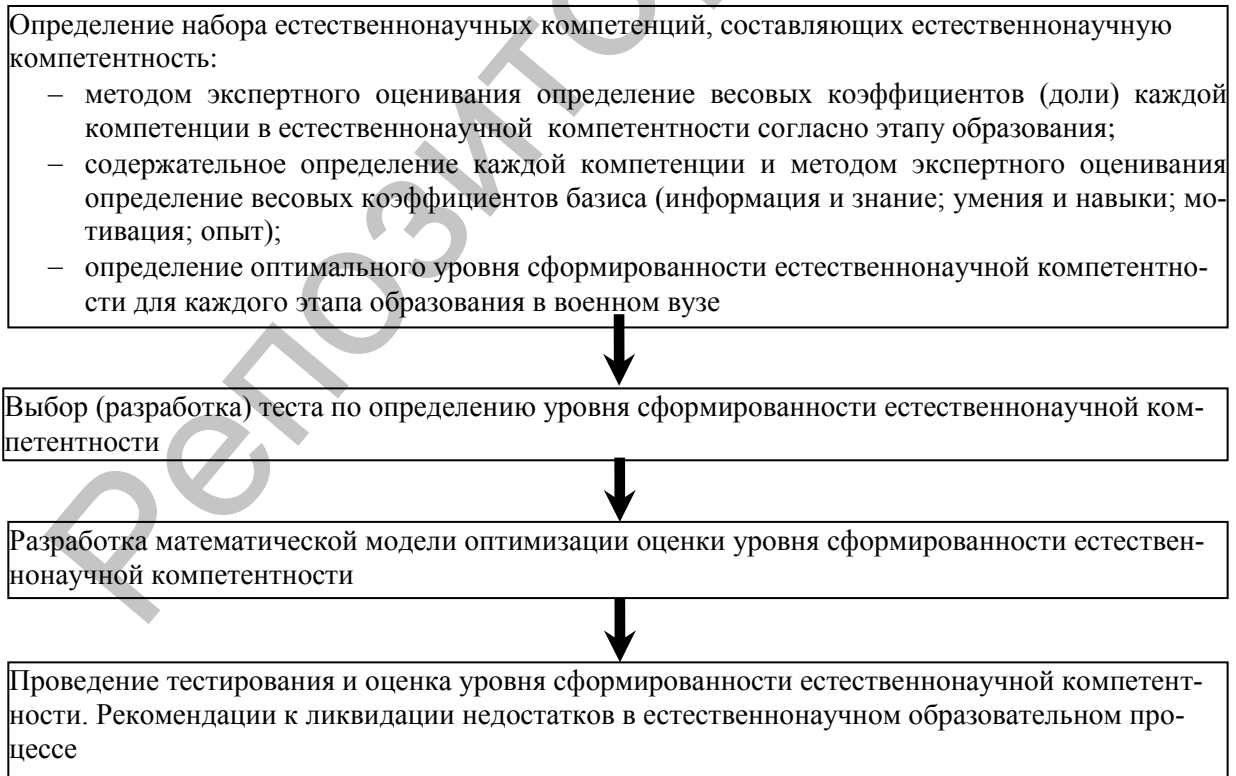


Рис. 1. Этапы разработки системы оценки естественнонаучной компетентности.



Рис. 2. Схематичное представление разложения компетенции по базису: информация и знание, умения и навыки, мотивация, опыт.

Важный шаг в формировании естественно-научной компетентности – создание механизма оценивания каждой составляющей ее компетенции. Пусть E – универсальное множество, в нашем случае содержащее оценки уровня сформированности элементарного качества. Возьмем его градацию, согласующуюся с принятой десятибалльной шкалой оценки знаний курсантов $\{1, 2, 3, \dots, 9, 10\}$. Каждому элементу универсального множества ставится в соответствие характеристическая функция принадлежности $\mu_A(i)$, где A – само нечеткое множество, соответствующее элементарной составляющей компетенции (опыт, мотивация, знания и др.). Тогда это нечеткое множество можно представить следующим образом:

$$A = \{ \mu_1/1; \mu_2/2; \mu_3/3; \dots; \mu_{10}/10 \}.$$

Допустим, мы определили нечеткие множества уровня сформированности опыта, знаний, мотивации и навыков в пределах одной компетенции адекватного анализа информации.

$$\begin{aligned} A_{\text{оп и}} &= \{0/1; 0,5/2; 0,4/3; \dots; 0/10\}; \\ A_{\text{зн и}} &= \{0/1; 0,3/2; 1/3; \dots; 0,1/10\}; \\ A_{\text{м и}} &= \{0,1/1; 0,5/2; 0,4/3; \dots; 0,6/10\}; \\ A_{\text{н и}} &= \{0/1; 0,9/2; 0,8/3; \dots; 0/10\}; \end{aligned}$$

где $A_{\text{оп и}}$ – нечеткое множество уровня формирования опыта в пределах компетенции адекватного анализа информации;

$A_{\text{зн и}}$ – нечеткое множество уровня формирования знаний в пределах компетенции адекватного анализа информации;

$A_{\text{м и}}$ – нечеткое множество уровня мотивации в пределах компетенции адекватного анализа информации;

$A_{\text{н и}}$ – нечеткое множество уровня сформированности навыков в пределах компетенции адекватного анализа информации.

Для определения уровня сформированности компетенции адекватного анализа информации необходимо методами экспертных оценок определить весовые коэффициенты каждой составляющей компетенции. Для исключения масштабирования результата сумма весов, составляющих c_i , должна быть равна 1. Так, для нашего случая определим весовые коэффициенты следующим образом:

$$(c_{\text{оп и}} \ c_{\text{зн и}} \ c_{\text{м и}} \ c_{\text{н и}}) = (0,4; 0,3; 0,1; 0,2).$$

Объединение компетенций производится по следующей формуле:

$$A_{\text{и}} = c_{\text{оп и}} A_{\text{оп и}} + c_{\text{зн и}} A_{\text{зн и}} + c_{\text{м и}} A_{\text{м и}} + c_{\text{н и}} A_{\text{н и}}.$$

Таким образом,

$$\begin{aligned} c_{\text{оп и}} A_{\text{оп и}} &= \{0/1; 0,2/2; 0,16/3; \dots; 0/10\}; \\ c_{\text{зн и}} A_{\text{зн и}} &= \{0/1; 0,09/2; 0,3/3; \dots; 0,03/10\}; \\ c_{\text{м и}} A_{\text{м и}} &= \{0,01/1; 0,05/2; 0,1/3; \dots; 0,06/10\}; \\ c_{\text{н и}} A_{\text{н и}} &= \{0/1; 0,18/2; 0,16/3; \dots; 0/10\}; \\ A_{\text{и}} &= \{0,01/1; 0,52/2; 0,72/3; \dots; 0,09/10\}. \end{aligned}$$

Рассмотренные выше примеры математических действий по объединению составляющих нечетких множеств можно обобщить на шесть компетенций, учитывая в каждой компетенции ее четыре составляющие.

Обозначим: A_{ij} – нечеткое множество i -й составляющей j -й компетенции; $\mu_{ij}(k)$ – характеристическая функция элемента k нечеткого

множества A_{ij} ; c_{ij} – весовые коэффициенты i -й составляющей j -й компетенции. После объединения компетенций имеем их нечеткие множества A_j , характеристические функции $\mu_j(k)$ и весовые коэффициенты c_j компетенций в естественнонаучной компетенции A .

Тогда в общем виде

$$A_{ij} = \{\mu_{ij}/1; \mu_{ij}/2; \mu_{ij}/3; \dots; \mu_{ij}/10\}.$$

В матричной форме j -я компетенция будет иметь вид

$$A = \begin{pmatrix} \mu_{1j} \\ 1 \\ \mu_{2j} \\ 2 \\ \dots \\ \mu_j \\ 10 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mu_{1j} & \mu_{2j} & \mu_{3j} & \mu_{4j} \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ \mu_{1j} & \mu_{2j} & \mu_{3j} & \mu_{4j} \\ 2 & 2 & 2 & 2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_{1j} & \mu_{2j} & \mu_{3j} & \mu_{4j} \\ 10 & 10 & 10 & 10 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_{1j} \\ c_{2j} \\ c_{3j} \\ c_{4j} \end{pmatrix}.$$

Аналогично можно представить выражение для нечеткого множества естественнонаучной компетенции

$$A = \begin{pmatrix} \mu \\ 1 \\ \mu \\ 2 \\ \dots \\ \mu \\ 10 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mu_1 & \mu_2 & \dots & \mu_6 \\ 1 & 1 & \dots & 1 \\ \mu_1 & \mu_2 & \dots & \mu_6 \\ 2 & 2 & \dots & 2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_1 & \mu_2 & \dots & \mu_6 \\ 10 & 10 & \dots & 10 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \dots \\ c_6 \end{pmatrix}.$$

Далее нечеткое множество должно преобразовываться к четкому путем определения так называемого «среднего балла» (дискретный вариант центроидного метода).

$$A = \frac{\sum_{i=1}^{10} \left(i \cdot \frac{\mu}{i} \right)}{\sum_{i=1}^{10} \frac{\mu}{i}}.$$

После перехода от нечеткой трактовки уровня сформированности естественнонаучной компетенции к четкой можно применять стандартные методы проверки статистических гипотез. Для нашего случая наиболее подходящим методом является критерий Вилкинсона и Манна–Уитни. Он хорошо применим при большом количестве различающихся между собой реализаций и работает не с абсолютными значениями

элементов двух выборок, а с результатами их сравнения.

Пусть в нашем распоряжении имеются результаты оценки сформированности естественнонаучной компетенции двух групп курсантов численностью n и m человек, соответственно, – контрольной $\{a_{ki}\}_{i=1\dots n}$ и экспериментальной $\{a_{ji}\}_{i=1\dots m}$. Для каждого элемента первой выборки a_{ki} определим число k_i элементов второй выборки, которые превосходят его по своему значению (то есть число таких a_{ji} , для которых выполняется условие $a_{ji} > a_{ki}, j=1\dots m$). Затем находим количество элементов второй выборки l_i , равное элементу a_{ki} ($a_{ji} > a_{ki}, j=1\dots m$). Эмпирическое значение критерия Манна–Уитни U определяется следующим образом:

$$U = \sum_{i=1}^n k_i + 0,5l_i.$$

Затем вычисляется непосредственно статистика критерия Вилкинсона

$$W = \frac{|0,5nm - U|}{\sqrt{\frac{nm(n+m+1)}{12}}}.$$

Если статистика критерия не выходит за пределы критического множества с уровнем значимости 5% $W < 1,96$, то принимается гипотеза об отсутствии значимых различий в уровнях сформированности естественнонаучной компетенции у курсантов в группе. В противном случае отмечается, что уровни двух групп будут различны, а это свидетельствует об успехе педагогического эксперимента или педагогической деятельности в экспериментальной группе.

Проведенный в Военной академии Республики Беларусь педагогический эксперимент, организованный в целях оптимизации формирования естественнонаучных компетенций у курсантов военно-инженерного и военно-гуманитарного направлений подготовки специальностей, указывает на эффективность предложенной модели оценки компетенций. Использование тестовых технологий, охватывающих большой круг вопросов, а также других нетрадиционных форм оценивания студентов, позволяет получить необходимый объем информации об уровне естественнонаучной компетентности и сделать ее оценку наиболее близкой к действительному значению.

Заключение. Таким образом, в данной работе основной акцент при изучении вопроса об оценке профессиональной компетентности сделан на обсуждении приемлемого математического аппарата для обработки измерительного материала. Вместе с тем, задача разработки самого измерительного инструментария не менее значима для оценки профессиональной компетентности. В процессе разработки системы компетенций решается вопрос о степени соответствия содержания подготовки специалиста требованиям его социальной и профессиональной пригодности. Отобранное содержание подготовки закрепляется учебными планами и программами, которые лишь в самом общем виде описывают контрольно-измерительные процедуры и подходы к разработке измерительного материала. Поэтому на уровне вуза, как правило, до сих пор применяются контрольные материалы, являющие собой результат творчества конкретного преподавателя, отражающие его личные представления о степени важности усвоения того или иного определенного материала.

Несколько лет тому назад на волне повышенного интереса к тестовым технологиям в педагогическом сообществе обсуждался вопрос о необходимости освоения преподавателями педагогико-измерительных процедур как составляющей их профессиональной педагогической компетентности. К сожалению, следует признать, что в настоящее время методами разработки измерительного материала, объективно отражающего результаты образовательного процесса, владеют не все преподаватели. Поэтому просто обозначить основные особенности разработки качественного измерительного материала в рамках данной статьи не представляется возможным. Вопросы о форме и содержании измерительных материалов требуют особого внимания и должны быть предметом отдельного исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусова, Н.А. Естественнонаучная компетентность в контексте повышения качества профессиональной подготовки / Н.А. Белоусова // Высш. образование сегодня. – 2010. – № 6. – С. 22–25.
2. Круглов, В.В. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети: учеб. пособие / В.В. Круглов, М.И. Дли, Р.Ю. Голунов. – М.: Изд-во физ.-мат. лит., 2001. – 224 с.

Поступила в редакцию 30.06.2011. Принята в печать 30.08.2011

Адрес для корреспонденции: 220019, г. Минск, ул. Лобанка, д. 109, кв. 130, e-mail: belousova@cosmostv.by – Белоусова Н.А.