

тем выражение или проявление сознающего субъекта как реального индивида, форма его реальной жизни. Поэтому никакое явление сознания не может быть понято помимо его отношения к объекту и независимо от объективных обстоятельств, от реальной ситуации жизни, которые это явление сознания обуславливают и порождают. Сознания в чистой данности – феноменальности не существует. Нельзя, минуя бытие – общественное и личное, – не выводить общественное сознание просто из контакта индивидуальных сознаний, не трактовать сознание индивида, в котором общественное и личное даны в теснейшем взаимопроникновении, как простую проекцию общественного сознания, независимо от реальной жизни индивида.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Велихов Е., Зинченко В., Лекторский В.** Сознание как предмет изучения // Общественные науки. – 1988. – № 1. – С. 85–103.
2. **Выготский Л. С.** Собрание сочинений. – М.: Педагогика, 1982. – Т. 2. – 504 с.
3. **Основы современной философии** : учеб. / под ред. М. Н. Росенко и др. – СПб. : Лань. – 1997. – 304 с.
4. **Введение в психологию** / под ред. А. В. Петровского. – М.: Академия, 1996. – 496 с.
5. **Микешина Л. А.** Диалектика отношений теории и метода // Проблемы диалектики. – Л.: Наука, 1973. – С. 86–88.
6. **Спивак Д. Л.** Язык при измененных состояниях сознания. – Л.: Наука, 1989. – 88 с.
7. **Заикин Н. И.** Что такое сознание? – СПб.: Акад. развития сознания, 1997. – 16 с.
8. **Кудряшова Е. В.** Лидер и лидерство: исследования лидерства в современной западной общественно-политической мысли. – Архангельск: Изд-во Помор. междунар. пед. ун-та, 1996. – 226 с.

Принята редакцией: 15.08.2013

УДК 3 + 8 + 16 + 13

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПЕТЕНТОСТНОГО ПОДХОДА В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ

В. В. Осташев (Псков)

Статья посвящена разработке теоретических основ математического моделирования компетентностного подхода (КП) в профессиональном образовании на основе идей конструктивистской педагогики в формате современной системной парадигмы. Содержание работы определяется исследованием трех концептуальных составляющих – системные принципы КП, концепция математической модели, математическая модель КП. Математическая модель разработана на принципах нечеткой логики.

© Осташев В. В., 2013

Осташев Валерий Васильевич – доктор физико-математических наук, профессор кафедры технологии материалов, Псковский государственный университет.

E-mail: ostvv@yandex.ru

Ключевые слова: системный анализ, конструктивизм, компетентный подход, аутопоэзис, самореферентность, формализация модели, нечеткая логика.

MATHEMATICAL MODELING OF THE COMPETENCE-BASED APPROACH IN PROFESSIONAL EDUCATION

V. V. Ostashhev (Pskov)

The article is devoted to working out a theoretical basis of mathematical modeling of the competence approach in professional education on the basis of the ideas of constructivist pedagogy in terms of modern educational paradigm. The content of the work is determined by investigating three conceptual components, which are the system principles of the competence approach, the conception of mathematic model, and the mathematic model of the competence approach. The mathematic model is developed on the principles of fuzzy logic.

Key words: systemic analysis, constructivism, competence approach, autopoiesis, self-reference, model formalization, fuzzy logic.

Данная работа относится к области мягкого моделирования – это такой тип моделирования, при котором основное внимание уделяется механизму явления. Общий результат достигается разработкой трех концептуальных составляющих – системные принципы компетентного подхода (КП), концепция математической модели, математическая модель КП.

1. *Системные принципы компетентного подхода* [1]. Модельное представление КП в профессиональном образовании требует максимальной формализации и системности понятий, определяющих его базис. Можно указать группу проблем и дискуссионных принципов, составляющих онтологическую и эпистемологическую основу компетентного подхода: доминирующий эмпиризм, проявляющийся в преобладании исследований собственно эмпирического плана над теоретическими, объектоцентричность и выраженный эклектизм при теоретическом анализе проблемы, декларативное применение системных методов.

Полагаем, что преодоление сформулированных выше теоретических трудностей возможно на основе развития качественных методов исследования, основанных на принципах педагогического конструктивизма. Педагогический конструктивизм означает здесь сознательное конструирование образовательной системы в соответствии с ценностными установками субъекта образовательного пространства (СОП), динамизм, причем функционирование и развитие ее как целостной системы обеспечивается рядом системных принципов – аутопоэзис, самореферентность, циклическая причинность, операциональная замкнутость, иерархичность [2]. На основе данной системной парадигмы сформулирован ряд определений.

Образовательное пространство характеризуется как динамическое единство субъектов образовательного процесса и системы их отношений, рассматривается как совокупность межличностных взаимодействий и практики их организации.

Компетентостный подход представляется как процесс преобразования социальных и информационных ресурсов общества в интеллектуальную собственность СОП на основе структурного и параметрического сопряжения его центральных категорий – компетенции и компетентности. Степень и полнота такого преобразования, как мера эффективности КП, определяется характером коммуникационных процессов, лежащих в основе данного преобразования.

Компетенция (*K*) отождествляется с информационным потенциалом образовательного пространства, представленным как динамическая совокупность знаний, умений, навыков, необходимых для эффективной профессиональной, социальной деятельности и личностного развития СОП, и организованным в виде устойчивых трансляций алгоритмов деятельности, норм поведения, стандартов.

Компетентность (*Q*) рассматривается как когнитивный конструкт, как характеристика сформированности результатов, достигнутых в процессе коммуникационного взаимодействия в образовательном пространстве, в виде знаний, умений, навыков СОП, и представляется в образе интеллектуального ресурса СОП.

В приложении к теоретическому обоснованию КП в терминах педагогического конструктивизма отмечаем [1]:

- указанные выше системные принципы – это конструкты, рассматриваемые как своеобразные классификационно-оценочные шаблоны для выявления существенных признаков *K* и *Q*, развития их до самореферентных проявлений и появления контекстно-обусловленных циклов восприятия элементов среды, смены операциональной замкнутости на семантическую;

- совокупность механизмов реализации КП – это целостная система, включающая полный цикл организации (многоуровневая, иерархическая, нелинейная, синергетическая). Цель этой организации – полезный результат, направленный на сохранение целостности системы, что обеспечивает положительную динамику профессиональной компетентности специалиста относительно компетенции;

- аутопозис определяется как способность системы к автономному поддержанию целостности, образованию новых компонентов и свойств через сеть взаимодействий собственных компонентов. Самореферентность характеризует процесс субъективного сопоставления внешнего мира с внутренними аналогами как построение собственного мира наблюдаемых явлений. Определение этих терминов производится один через другой рекурсивным образом;

- в рамках эволюционного подхода адаптация сложных систем трактуется как развертывающийся процесс непрерывных изменений в системе и в ее внешней среде, формирующий равновесие между двумя воздействиями: системы на среду (ассимиляцией) и среды на систему (аккомодацией). При количественной интерпретации *K* и *Q* в одной системе единица адаптацию СОП в профессиональной среде характеризует координатная разница между *K* и *Q*;

- коммуникации являются системообразующей категорией КП, так как это, по определению, двунаправленный процесс, в котором одновре-

менно от общества к личности организованы устойчивые трансляции регламентируемых алгоритмов деятельности, норм поведения, стандартов, осуществляются процедуры целенаправленного воздействия и социального контроля, призванные обеспечить проектируемые результаты, а также происходит адекватное усвоение социокультурного опыта, конструирование личностных когнитивных структур на уровне СОП.

Природа коммуникаций при реализации КП тоже основана на его дуальности: способности компетенции конструировать значения (придавать законную силу) и способности СОП конструировать значения, формируя компетентность определенного уровня. Важность второй составляющей состоит в том, что компетенция лишь активизирует и запускает процессы ассимиляции и аккомодации, но протекание их детерминируется не качеством информации, а когнитивной структурой СОП и принципом самореферентности.

Традиционно принято считать, что прописанные компетенции – это однозначный идентификатор результата образования. Однако выходная реакция (результат образования) практически не связана с входным сигналом и сама влияет на свое последующее поведение, поэтому мы всегда наблюдаем неоднозначную реакцию СОП на прописанные компетенции. Часто данный эффект объясняется несовпадением когнитивных областей K и Q . Однако, вероятнее всего, компетенции только запускают цепь рекурсивных изменений в когнитивной сфере СОП, но их итог зависит не от входа, а от внутренних связей, причем определенная компетенция лишь модулирует эту рекурсию. Это свойство коммуникационных систем называется операциональной замкнутостью.

Теоретики РК определяют коммуникацию как тройственный селективный процесс: информация – это конкретный выбор из множества возможностей; сообщение – подразумевает множественность способов передачи информации; понимание – это также определенного рода селекция, так как сообщаемая информация может быть по-разному понята [3]. В такой постановке триада – информация, сообщение, понимание – рассматривается как управляющее звено любой аутопоэтической системы и как базовая составляющая математического моделирования КП. Селективное различие между информацией и сообщением через элементарный коммуникационный акт определяет элемент компетентности.

2. Концепция математической модели. В нашей работе идея управления КП реализуется на основе метода адаптивного автономного управления (ААУ), разработанного в ИСП РАН [4]. Данный этап моделирования предполагает комплексное рассмотрение трех проблем: интериоризация, структуризация, формализация модели.

Интериоризация. Понимается как процесс преобразования структуры деятельности предметной в структуру внутреннего плана сознания [5]. Понятие интериоризации используется нами для представления системы ААУ КП как процесса формирования внутренних структур психики, обуславливаемого первичной селекцией информации (компетенции) с последующей селекцией сообщения и понимания и выходом на определенный уровень формируемой компетентности. При этом структура функциональной системы, отражающая процесс интериоризации, однознач-

значно соответствует блок-схеме ААУ КП, а процесс формирования выходных характеристик ОУ протекает в три стадии: афферентный синтез, оценка параметров акцептором результата действия с помощью обратной афферентации.

Структуризация. Управляемость КП подразумевает наличие двух объектов: объекта управления (ОУ) и управляющей системы (УС), функционирующих в конкретной среде U . В качестве ОУ (R) рассматривается СОП, в качестве УС (B) – когнитивный аппарат СОП, интерпретируемый как коммуникационная система (КС). В терминах теории множеств очевидны соотношения: $R \subset U, B \subset U$. Возможны структурные модификации системы: $B \subset R; B \cap R = \emptyset; B \cap R \subset B \neq \emptyset; B \cap R \subset R; R \subseteq B$. Автономной системе соответствует единственный случай – $B \subset R$. Это означает, что УС является подсистемой ОУ и получает знания только на основании своего эмпирического опыта. Исходя из принципов РК, определяем три необходимых условия эффективного функционирования УС – условие автономности и адаптивности, условие максимальной начальной приспособленности, условие минимума исходных знаний. Разность $UR=S$ представляем средой первого порядка и интерпретируем как образовательное пространство, разность $UB=W$ – средой второго порядка и отождествляем с КП. Разность $RVB = E \cup D$ будем понимать как объединение двух подсистем: E – подмножество входных параметров, определяющее степень автономности УС; D – степень адаптации СОП в профессиональной среде. Согласно концепции управления ААУ и принципам РК, функционирование УС в своей детерминированной части определяется базой знаний (БЗ), под которой понимается информационная структура, последовательно конструируемая СОП в процессе акмеологического развития. Отсюда, для автономной системы $BZ \subset B$ следует критерий целостности ОУ: ОУ $R(t_1)$ в момент t_1 тождественен ОУ $R(t_2)$ в момент t_2 ($t_2 > t_1$), если БЗ ОУ $R(t_2)$ при t_2 представляет собой развитие БЗ ОУ $R(t_1)$ в момент времени t_1 , где под развитием понимается наполнение БЗ новой информацией при управлении, осуществляемом с помощью той же БЗ.

Структуризация, приведенная выше, выполнена с учетом принципов РК, поскольку предполагает связь со свойствами, элементами и обстоятельствами функционирования конкретного ОУ, потому что $BZ \subset B$ приспособливается к среде W , но $E, D \subset W$. При этом элементарное знание имеет вид последовательности импликаций – «начальное состояние ОУ в момент t_1 » \rightarrow «воздействие на ОУ в момент t_2 » \rightarrow «результатирующие состояния ОУ в момент t_3 », что соответствует коммуникационной триаде – информация, сообщение, понимание – и трем принципам интериоризации.

Формализация. СОП, как ОУ и объект реализации КП, может быть охарактеризован совокупностью переменных $K(t) \in K \subset R^n$ (неполное множество информационного потенциала), поступающих на его вход, совокупностью переменных $Q(t) \in Q \subset R^m$, являющейся реакцией на это воздействие и отражающей его состояние как степень сформирован-

ности компетентности. Реализация КП осуществляется посредством элементарных актов коммуникации в пространстве системных параметров S :

– в виде структурного и параметрического сопряжения $K(t) \rightarrow Q(t)$;

– условия исходной автономности $\xi(t) \in E \subset R^q$ и условия максимальной

начальной приспособленности $\xi(t) \in D \subset R^l$, в совокупности определяющих условие минимума исходных знаний;

– идентификации априорной информации I_a как меры компетентности.

1. Формализация входной информации. Элементами множеств $K(t)$ и $Q(t)$ являются элементарные профессиональные компетенции (T, Y, R, N) и компетентности (t, y, r, n) , соответствующие основным видам деятельности (технологическая, организационно-управленческая, проектная, научно-исследовательская), представляемые как объединения подмножеств профессиональных компетенций соответствующего вида деятельности на разных уровнях: начальных (T_n, Y_n, R_n, N_n) , базовых (T_b, Y_b, R_b, N_b) и специализированных (T_s, Y_s, R_s, N_s) . Множество компетентностей t, y, r, n также распадаются на элементарные подмножества и определяются аналогично [5].

$T = (T_n \cup T_b \cup T_s), Y = (Y_n \cup Y_b \cup Y_s), R = (R_n \cup R_b \cup R_s), N = (N_n \cup N_b \cup N_s)$.

$t = (t_n \cup t_b \cup t_s), y = (y_n \cup y_b \cup y_s), r = (r_n \cup r_b \cup r_s), n = (n_n \cup n_b \cup n_s)$.

При построении компетентностной модели предметной области все профессиональные компетенции по содержанию (независимо от вида деятельности и уровня, к которому они относятся) предлагается разделить на знаниевые (Z), навыковые (H) и деятельностьные (G) и отразить их взаимосвязь с помощью графа Кенига, вершинами которого являются компетенции, а ребра отражают их взаимосвязь. Связи между вершинами подмножеств Z, H и G определяются на основе паспорта каждой деятельностьной компетенции [6]. Множество вершин X графа предметной области включает три непересекающихся подмножества Z, H, G , при этом $G \cup Z \cup H; G \cap Z = \emptyset; G \cap H = \emptyset; Z \cap H = \emptyset$, где $G = \{g_i, i = \overline{1, n}\}$;

$Z = \{z_i, i = \overline{1, m_1}\}; H = \{h_i, i = \overline{1, m_2}\}$.

Соответствия, осуществляющие отражения системных объектов Z, H, G в структуре предметной области, определим как информационные морфизмы. В зависимости от особенностей отображения $\alpha : Z \rightarrow G, \beta : H \rightarrow G$, которые определяют эффективность реализации спроектированных компетенций, информационный гомоморфизм отношений может быть информационным мономорфизмом, эпиморфизмом или изоморфизмом, что теоретически позволяет выделить ряд соответствий, оптимизирующих компетенции. Для упорядочения входной информации, нахождения первичных закономерностей, формирования входных $K(t) = \{k_1, k_2, k_3, \dots, k_N\}$ и выходных $Q(t) = \{q_1, q_2, q_3, \dots, q_M\}$ переменных в виде образов и прообразов и их распознавания используется процедура кластеризации методом вычетов.

2. Алгоритм формализации информационной базы УС.

2.1. По результатам кластеризации входная информация в виде N идентификаторов $\mathbf{K}(t) = \{k_1, k_2, k_3, \dots, k_N\}$, характеризующих среду и ОУ, и M идентификаторов $\mathbf{Q}(t) = \{q_1, q_2, q_3, \dots, q_M\}$, определяющих степень адаптации СОП в профессиональной среде, поступает на вход УС.

2.2. Входные и выходные множества УС представляются декартовым произведением: $K = k_1 \times k_2 \times k_3 \times \dots \times k_N$, $Q = q_1 \times q_2 \times q_3 \times \dots \times q_M$. Множества обязательно имеют верхнюю и нижнюю границы.

2.3. Целевая функция УС (формирование компетентности СОП) задается при помощи априорно заложенного множества оценок состояний ОУ $S = \{s_1, s_2, \dots, s_p\}$. Состояние объекта управления определяется путем сравнения исходной нечеткой ситуации S_0 с каждой нечеткой ситуацией из некоторого набора типовых $S = \{s_1, s_2, \dots, s_p\}$. В качестве меры для определения степени близости нечеткой ситуации S_0 нечеткой ситуации $S_i \in S$ ($i \in K = \{1, 2, \dots, N\}$) могут использоваться степень нечеткого включения нечеткой ситуации S_0 в нечеткую ситуацию S_i , степень нечеткого равенства S_0 и S_i , степень нечеткой общности S_0 и S_i . Процесс подготовки специалиста рассматривается в пространстве формирования компетентности Q как процесс перехода от одного состояния к другому.

2.4. Вводится функция $E(q)$, определенная на подмножестве K множества K , ставящая каждому элементу K в инъективное соответствие один элемент множества S .

2.5. В соответствии с последовательностью импликаций «начальное состояние ОУ в момент t_1 » \rightarrow «воздействие на ОУ в момент t_2 » \rightarrow «результатирующие состояния ОУ в момент t_3 » в УС реализуется закон управления в виде набора нечетких правил: $Ph: k_i \& q_j \rightarrow k_{i+1} / E_p$, где k_i, q_j – нечеткие подмножества $\mathbf{K}(t)$ и $\mathbf{Q}(t)$ и действие в рассматриваемый момент, k_{i+1} – нечеткое подмножество множества K , описывающее ситуацию на следующем такте, E_p – оценка с точки зрения максимизации целевой функции, Ph – h -ое правило управления в БЗ.

3. Формализация базы знаний. Подход основан на формировании нечетких гомоморфных отображений структурированной входной информации (компетенций) на систему идентификаторов компетентностей с сохранением основных закономерностей и концептуальных отношений между ними. В общем случае нечеткое отображение Γ выражается нечеткими отношениями $I_y = (K, P)$ на множестве $\mathbf{K}(t)$ и $I_a = (Q, V)$ на множестве $\mathbf{Q}(t)$. Отображение $\Gamma: I_y \rightarrow I_a$ будем называть гомоморфным между нечеткими соотношениями I_y и I_a . Реализация системных принципов РК при ААУ осуществляется путем выделения наиболее важных соответствий или их сочетаний:

– всюду определенное соответствие $P \subset K \times Q$, для которого $P(k_i) \neq \emptyset$ при любом k_i из подмножества идентификаторов компетенций;

– сюръективное соответствие $V \subset K \times Q$, для которого $V^1(q_j) \neq \emptyset$ при любом q_j из подмножества идентификаторов компетентностей;

– функциональное и инъективное соответствия в сочетании.

В общем случае БЗ может быть представлена трехмерной матрицей, измерения и размерности которой соответствуют образам тройки вида

«образ условия – образ действия – образ следствия». Принятие решения осуществляется выбором элемента-действия из данной матрицы, которому соответствует наилучший образ-следствие.

3. Математическая модель. Комплекс ААУ представляет собой целенаправленный процесс изменения внешней среды и объекта управления в целях выработки управляющего решения, желательного для управляющей системы. Образовательное пространство СОП можно представить в виде: $I = (I_a, I_y) = K \times Q \times J \times S \times \Psi$, где $J = (t_0, t_1)$ – интервал наблюдений; $\Psi = E \circ D$ – композиция нечетких множеств, отражающая исходные условия организации ААУ на каждом из трех уровней профессиональной компетенции, наблюдаемых на J , $S = L^H \times R^K$ – пространство состояний, определяемое системными параметрами в контексте принципов радикального конструктивизма; L^H – пространство структурных (лингвистических) признаков; R^K – вектор пространства коммуникационных признаков, I_a – априорная информация, ранее определенная как $I_a = (Q, V)$, I_y – эмпирическая информация – $I_y = (K, P)$. Следовательно, можно записать следующие множественные соотношения: $I_a \rightarrow S$, $I_y \rightarrow K \times Q \times J \times \Psi$. Множество $I_y \subseteq R^d \times J$ является численным прообразом среды и представляет нечеткое множество идентификаторов компетенции, а достоверность априорной информации $I_a \subseteq S \times \Psi \times R^p$ определяется действием системных принципов РК.

В общем случае (без учета неопределенности системных принципов РК) $I_a = \cup I_{a,k}, I_{a,k} \subset S \subseteq Q$ – подмножество, отражающее атрибуты k -го принципа пространства системных параметров РК, может быть представлено аддитивной суммой. Наибольшее собственное нечеткое множество для заданного нечеткого отношения $I_a = (Q, V)$ определяется через функцию принадлежности $\mu_Q(I_a) = \mu_Q(q_1) \vee \mu_Q(q_2) \vee \dots \vee \mu_Q(q_k), q_i \in Q, i=1 \dots k$.

Для каждого нечеткого множества k_1, k_2, \dots, k_L и q_1, q_2, \dots, q_K зададим набор функций принадлежности $\mu_{ij}(k_1) \dots \mu_{iN}(k_N)$ и $\mu_{j1}(q_1) \dots \mu_{jM}(q_M)$, где i – номер входного образа, $i=[1, L]$, а j – выходного $j=[1, K]$, определяющих степени принадлежности им каждого элемента из множеств I_y и I_a соответственно, изменяющиеся в интервале $[0;1]$.

На этапе фаззификации необходимо представить условия решения задачи в лингвистической форме. Каждой входной и выходной переменной k_1, k_2, \dots, k_N и q_1, q_2, \dots, q_M ставится в соответствие лингвистическая переменная, характеризующаяся определенным терм-множеством, которым покрывается интервал значений соответствующей входной или выходной переменной.

Для результирующего образа вычисляется качественная оценка E_h этого образа. Набор правил, с использованием выходных данных после процедуры кластеризации, записывается в виде:

Рн: $(\mu_{i1}(k_1) \& \mu_{i2}(k_2) \& \dots \& \mu_{iN}(k_N)) \& (\mu_{j1}(q_1) \& \mu_{j2}(q_2) \& \dots \& \mu_{jM}(q_M)) \rightarrow (\mu_{i+1,1}(k_1) \& \mu_{i+1,2}(k_2) \& \dots \& \mu_{i+1,N}(k_N)) \& E_h$, где выражение $(\mu_{i1}(k_1) \& \mu_{i2}(k_2) \& \dots \& \mu_{iN}(k_N))$ задает входной образ (набор входных множеств) правила, $\mu_{i2}(q_2) \& \dots \& \mu_{iM}(q_M)$ – набор управляющих воздействий, $\mu_{i+1,1}(k_1) \& \mu_{i+1,2}(k_2) \& \dots \& \mu_{i+1,N}(k_N)$ – образ результата (набор выходных множеств),

который должен распознаваться при выполнении данного правила, а E_n – оценка результирующего образа.

Совокупность импликаций $\{Ph: k_i \& q_j \rightarrow k_{i+1} / E_i\}$ отражает функциональную зависимость входных и выходных переменных, является основой построения нечеткого отношения, заданного на декартовом произведении $I_y \times I_x$ после процедуры фаззификации, определяет правило вывода Мамдани $\mu_{i+1}(k_i) = V(\mu_{i1}(q_i) \wedge \mu_{Ph}(k_i, q_i))$. Четкое значение выхода q , соответствующее входному вектору $K = k_1 \times k_2 \times k_3 \times \dots \times k_N$, определяется с помощью операции дефаззификации по методу центра тяжести, так как это обеспечивает наилучшие показатели точности и скорости настройки нечеткой модели.

На заключительном этапе моделирования оценивалась эффективность адапционных признаков системы управления по методике ИСП РАН [4]. Под адаптацией мы понимаем переобучение системы – изменение алгоритма управления объектом. Ввиду того, что знания в системе хранятся в виде нечетких правил управления (продукций), изменение алгоритма управления возможно двумя способами: либо изменением уже существующих правил, либо удалением существующих правил и генерацией новых. Для этой цели для каждого правила вводится некоторый параметр Q_j , при помощи которого будем задавать степень адекватности j -го правила: $Q_j = 0$ говорит о полной неадекватности правила текущим свойствам ОУ и среды, а $Q_j = 1$ – об обратном. Правила с $Q_j < Q_{min}$, где Q_{min} – априорно заданный порог, ухудшают качество управления и удаляются из БЗ.

Дальнейшее исследование предполагает развитие формальной модели КП с использованием математического аппарата нечетких множеств на базе нейронных представлений, чтобы приблизить функциональные свойства модели КП к биологическому оригиналу СОП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Остапьев В. В. Системные принципы реализации компетентностного подхода // Вестник Псковского государственного университета. Сер. Социально-гуманитарные и психолого-педагогические науки. – 2012. – № 1. – С. 118–122.
2. Glasersfeld E. *Einführung in den radikalen Konstruktivismus* / Watzlawick P. (Hrsg.) Die erfundene Wirklichkeit. Piper Verlag München, 10. Aufl. – 1998. – С. 16–38.
3. Луман Н. «Почему необходима системная теория?» // Проблемы теоретической социологии / под ред. А. О. Баронова. – СПб. : Петрополис, 1994. – С. 43–54.
4. Жданов А. А. Метод автономного адаптивного управления // Известия Академии наук. Теория и системы управления. – 1999. – № 5. – С. 127–134.
5. Анохин П. К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем // Принципы системной организации функций. – М. : Наука, 1973. – С. 5–61.
6. Фионова Л. Р. Адаптивная система непрерывного образования в сфере ДООУ на основе компетентностного подхода. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2009. – 172 с.

Принята редакцией: 30.06.2013