

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИКТ-КОМПЕТЕНЦИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КВАЛИФИКАЦИЕЙ*

С.В. Игрунова¹⁾, С.В. Мединцева²⁾

^{1), 2)} Белгородский государственный университет, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85
e-mail: igrunova@bsu.edu.ru

Рассматривается возможность использования компетентного подхода в подготовке профессионалов информатиков-экономистов. Приводится пример анализа существующих классификаций компетенций. Предлагается оригинальная классификационная модель компетенций в области информационно-коммуникационных технологий, основанная на результатах системного классификационного анализа.

Ключевые слова: компетентность, ИКТ-компетенция, классификация, информатик-экономист, системологический классификационный анализ.

ВВЕДЕНИЕ

Многие ученые в России и за рубежом занимаются проблемами современного образования. Но каковы бы ни были изменения в образовательном процессе, все они должны быть направлены на получение высококлассного специалиста. Его компетентность определяется наличием знаний и опыта, необходимых для эффективной деятельности в заданной предметной области, а также совокупностью компетенций. Компетенция – это личная способность специалиста решать определенный класс профессиональных задач. Также под компетенцией понимают формально описанные требования к личностным, профессиональным качествам специалистов. В настоящее время формулирование компетенций, в том числе в области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), не является окончательно решенной проблемой. Поэтому в данной статье предлагается вариант классификации ИКТ-компетенций с целью обеспечения качественной подготовки информатиков-экономистов.

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ

В последнее время часто возникает вопрос о соотношении понятий «компетенция» и «компетентность». Понятие «компетентность» отражает конечный результат, свидетельствующий об эффективности работы сотрудника, о его способности достигать цели в своей работе. Компетентность обычно характеризуют как способность решать рабочие задачи, а компетенции – как стандарты поведения, обеспечивающие эту способность [1].

В России и в западных образовательных системах существует несколько классификаций компетенций в сфере профессионального образования. В ходе разработки проектов государственных образовательных стандартов нового поколения принято несколько типов классификаций компетенций:

- классификация, предложенная в проектах стандартов подготовки бакалавров по специальности и магистров по специальности;
- классификация, примененная в проекте «TUNING»;
- классификация, совмещающая оба типа классификаций.

Например, В.А. Сухомлин в работах [2-7] предложил следующие классификации: *общие компетенции* (универсальные, ключевые, надпрофессиональные) и *предметно-специализированные компетенции* (профессиональные). Обе группы соотносятся с двумя

* Работа финансировалась Российским фондом фундаментальных исследований (грант № 07-07-00206а).



рядами требований: к *академической подготовленности* и *профессиональной подготовленности*. В числе последних можно выделить компетенции для всех специальностей подготовки (инвариантные) и компетенции, связанные с конкретными специальностями (вариативные) [2-7].

Подобная классификация, на наш взгляд, приемлема для всех подготавливаемых направлений и специальностей по действующему перечню.

Выпускники российских вузов должны владеть компетенциями, которые позволят им ориентироваться в сложном лабиринте международных рынков труда.

Цель статьи – разработка классификации *компетенций в области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ-компетенций)*, приобретаемых в процессе обучения студентами специальности «Прикладная информатика в экономике», на основе системологического классификационного анализа.

ВЫБОР ИКТ-КОМПЕТЕНЦИЙ

Определить перечень необходимых компетенций для конкретного специалиста на практике оказывается довольно сложно, поэтому при выборе профессиональных компетенций для определенной специальности необходимо пройти путь в два этапа: анализ и синтез.

Процесс анализа проводится следующим образом: исследование направления с точки зрения отечественных и международных характеристик и критериев; консультации с ведущими специалистами; изучение международных документов в области регулирования соответствующих видов деятельности; ознакомление с учебными планами подготовки в международных вузах-лидерах; исследование современного состояния сектора экономики данного направления подготовки; выявление компетенций, связанных с прогнозируемым развитием сектора экономики данного направления подготовки.

Процесс синтеза актуального состава компетенций представляет собой следующую последовательность действий: моделирование «окружающей среды» сектора экономики данного направления подготовки; обобщение требований менеджеров, специалистов по управлению персоналом; классификация навыков, компетенций, способностей ожидаемых от выпускников, и их ранжирование; описание деятельности и/или задач, которые необходимо выполнять с точки зрения сегодняшнего и завтрашнего состояния.

Подобный подход позволяет предусмотреть будущие возможности для трудоустройства выпускников, в том числе в таких глобализованных областях, как информационные технологии, бизнес и др. Необходимо также обратить внимание на интересы малого и среднего бизнеса (найти их «агентов» для выявления компетенций) и национально-региональные аспекты требований к компетенциям.

Подходы к выявлению общих и профессиональных (инвариантных и вариативных) компетенций различаются. Для выявления профессиональных компетенций большое значение имеют собственно особенности соответствующей специальности.

В результате проведения исследований по выявлению профессиональных компетенций ИКТ-специалиста возникла необходимость обобщения результатов, на основе которых возможно выявление наиболее значимых ИКТ-компетенций и построение их классификации.

Для решения задачи построения классификации ИКТ-компетенций был использован *системологический классификационный анализ* [8], представляющий собой процесс концептуального моделирования (КМ) слабоструктурированной проблемной области (ПО) на основе естественной классификации (ЕК), формализуемый с помощью математического аппарата теории категорий.

ЭТАПЫ СИСТЕМОЛОГИЧЕСКОГО КЛАССИФИКАЦИОННОГО АНАЛИЗА

Этапы рассматриваемого анализа сводятся к процедурам, описанным ниже.

Системологический терминологический анализ ПО:

а) выявление совокупности терминов, обозначающих объекты и процессы данной ПО;



б) анализ выявленной исходной совокупности терминов с целью определения степени ее приближения к терминосистеме по показателям полноты, связности и функциональности системы понятий (СП), соответствующей исходной совокупности терминов;

в) устранение пересечений, противоречий и пробелов в рассматриваемой совокупности терминов.

Системологический концептуальный анализ ПО:

а) определение роли данной ПО в более широкой ПО;

б) определение функциональных свойств систем данной ПО, существенных с точки зрения каждой выделенной надсистемы;

в) обеспечение функциональности рассматриваемой СП;

г) обеспечение связности СП путем установления иерархических родо-видовых отношений между понятиями данной ПО.

Системологический классификационный анализ ПО:

а) выбор основания построения классификационной модели данной ПО;

б) обеспечение соответствия родо-видовых отношений между понятиями данной ПО родо-видовым отношениям между их видовыми отличиями в выбранной плоскости классифицирования;

в) построение иерархической классификации систем данной ПО изоморфной классификации их свойств.

Построение формальной модели ЕК осуществляется в несколько этапов. На первом этапе в виде категории описывается структура видов предельно широкого класса, то есть родо-видовых отношений между надсистемой *бытие* и системой *вещь*, надсистемой *бытие* и системой *свойство*, а также структуру видов и всех подвидов системы-класса *вещь*. Построенная таким образом категория называется категорией *A*. Категория структуры видов и всех подвидов системы-класса *свойство* называется категорией *B*. Это описание осуществляется путем построения на основании категории *A* промежуточной категории, описывающей структуру связей морфизмов объектов первой категории (категории \vec{A}). Полученная структура связей позволяет перейти к описанию структуры свойств (категории *B*) систем, соответствующих объектам категории *A*. Возможность этого перехода обусловлена тем, что между свойствами систем и их связями существует взаимно-однозначное соответствие [8]. Затем аналогично строится категория, описывающая структуру связей предыдущей категории *B*, и так далее. На следующем этапе необходимо объединить построенные категории (*A*, *B*, ... и т.д.) в одну, моделируя таким образом структуру ЕК (системы понятий, отражающей существенные свойства систем произвольной предметной области).

Рассмотрим для примера категорию *A*. Класс *ObA* объектов категории *A* является конечным множеством с разбиением:

$$ObA = \bigcup_{i=0}^n A_i, \quad (1)$$

где $A_i = \{a_m^i\}$, $m=1 \dots k_i$ – множество объектов, соответствующих системам-классам *i*-го уровня иерархии, k_i – число элементов множества A_i .

Класс *MorA* морфизмов категории *A* может быть описан следующим образом.

Для двух элементов одного уровня $a_{m_1}^i, a_{m_2}^i$ подмножества A_i ($i = \overline{1, n}$):

$$Mor_A(a_{m_1}^i, a_{m_2}^i) = \begin{cases} \emptyset & \text{при } m_1 \neq m_2, \\ \{1_{a_{m_1}^i}\} & \text{при } m_1 = m_2, \end{cases} \quad (2)$$

где $1_{a_{m_1}^i}$ – единичный морфизм объекта $a_{m_1}^i$.

Для любой пары (a_s^{i+1}, a_r^i) :

$$Mor_A(a_s^{i+1}, a_r^i) = \emptyset, \quad (3)$$



где $i = \overline{0, n-1}$, $r = \overline{1, k_i}$, $s = \overline{1, k_{i+1}}$.

Для любого элемента $a_r^i \in A_i (i = \overline{1, n})$:

$$\text{Mor}(a_s^{i-1}, a_r^i) = \begin{cases} \{\alpha_{s,r}^{i-1,i}\} & \text{при } s = s_r, \\ \emptyset & \text{при } s \neq s_r. \end{cases} \quad (4)$$

Для элемента a_1^0 подмножества A_0 :

$$\text{Mor}_A(a_1^0, a_1^0) = \{1_{a_1^0}\}, \quad (5)$$

где $1_{a_1^0}$ – единичный морфизм объекта a_1^0 .

Для любой пары (a_2^1, a_r^i) :

$$\text{Mor}_A(a_2^1, a_r^i) = \emptyset, \quad (6)$$

где $i = \overline{2, n}$, $r = \overline{1, k_i}$.

Кроме того, Mor_A включает в себя морфизмы, являющиеся произведениями описанных морфизмов. Они соответствуют связям родовой системы-класса со своими все более глубокими подсистемами (вида – со своими все более отдаленными родами).

Морфизмы категории A как связи между ее объектами описывают родо-видовые связи между соответствующими системами-классами. По построению категории A любому объекту любого уровня соответствует единственный морфизм и единственный объект верхнего уровня, связанный с этим объектом посредством данного морфизма:

$$A_i \ni a_r^i \leftrightarrow a_{s_r}^{i-1} \in A_{i-1}; \quad a_r^i \leftrightarrow a_{s_r,r}^{i-1,i} \in \text{Mor}_A(a_{s_r}^{i-1}, a_r^i), \quad (7)$$

где $i = \overline{1, n}$.

Для объекта $a_1^0 \in A_0$ таким морфизмом является его единичный морфизм $1_{a_1^0}$, который далее будем обозначать $a_{1,1}^{0,0} = 1_{a_1^0}$, обеспечивая, таким образом, единство формального описания.

Так как между множеством морфизмов, принадлежащих парам объектов соседних уровней, и множеством объектов, являющихся концами этих морфизмов, существует взаимно-однозначное соответствие, то объекты категории \vec{A} можно описать следующим образом:

$$\text{Ob } \vec{A} = \bigcup_{i=0}^n \vec{A}_i, \quad (8)$$

где $\vec{A}_i = \{a_{s,m}^{i-1,i}\}$, $m = \overline{1, k_i}$ – множество объектов, соответствующих связям систем-классов, которые, в свою очередь, соответствуют объектам категории A i -го уровня иерархии ($i = \overline{1, n}$), а $\vec{A}_0 = \{a_{1,1}^{0,0}\}$ – множество, содержащее объект, соответствующий связи предельно широкой системы-класса (*бытие*) с ней самой. В частности, объект $a_{1,1}^{0,1}$ соответствует связи системы-класса *бытие* с системой-классом *вещь*, объект $a_{1,2}^{0,1}$ – связи системы-класса *бытие* с системой-классом *свойство*.

Категории A и \vec{A} изоморфны. Связи между системами-классами соответствуют их свойствам. Следовательно, на основании категории \vec{A} можно описать структуру свойств систем-классов, соответствующих объектам категории A , то есть построить категорию B , изоморфную категории \vec{A} .

Для построения целостной модели естественной классификации необходимо рассмотреть операцию объединения категорий A и B .

Однако в теории категорий для двух произвольных категорий операция объединения не определена. Это связано с необходимостью и сложностью учета произведения морфизмов категории, являющейся результатом объединения, так как для нее, естествен-



но, должны выполняться аксиомы из определения категории. Тем не менее задача объединения категорий, как следует из сказанного выше, имеет место и в нашем случае и может быть решена, так как для рассматриваемых категорий можно определить операцию их объединения, обеспечивая выполнение упомянутых аксиом.

Объединение категорий целесообразно выполнять, объединяя их объекты. Если у категорий нет общих объектов, можно говорить о так называемом дизъюнктном объединении категорий [8]. В нашем случае объект a_2^1 категории A совпадает с объектом b_1^0 категории B , так как и тот, и другой соответствуют одной и той же системе-классу.

Определим операцию объединения категорий A и B относительно этих объектов. Результатом объединения будет категория $A \cup B$. Классом объектов этой категории будет $ObA \cup B = ObA \cup ObB$, а классом морфизмов – $MorA \cup B = MorA \cup MorB \cup \mathfrak{Z}$, где

$\mathfrak{Z} = \bigcup_{i=1}^n \bigcup_{j=1}^{k_i} Mor(a_1^0, b_j^i)$, каждой конкретной паре (a_1^0, b_j^i) сопоставлено множество морфизмов

$$Mor(a_1^0, b_j^i) = \{\gamma_{1,j}^{0,i}\}, \gamma_{1,j}^{0,i} = \alpha_{1,2}^{0,1} \beta_{1,j}^{0,i}.$$

Применение данного математического аппарата позволило авторам работы [8] осуществить категорно-функторную интерпретацию ряда понятий системологии и логики, показать соответствие построенной модели ЕК известным критериям естественности. Кроме того, на основании полученных результатов предложен формальный критерий естественности классификационной схемы и формальное определение ЕК.

Естественная классификация есть классификация, описываемая иерархической категорией, из инициального объекта которой выходит два простых морфизма и для которой существует полная подкатегория, не содержащая инициального объекта, изоморфная данной категории:

$$\exists \mathcal{R}_f \subseteq \mathcal{R}_h: a_{\perp} \notin Ob \mathcal{R}_f, |Mor_{\mathcal{R}_h}[a] \cap Mor_P \mathcal{R}_h| \geq 2, \mathcal{R}_f \cong \mathcal{R}_h \quad (9)$$

где \mathcal{R}_f – полная подкатегория; \mathcal{R}_h – иерархическая категория (связанная тонкая категория с единственностью разложения на произведение простых морфизмов); $Mor_{\mathcal{R}_h}[a]$ – множество всех морфизмов, концом которых является объект a ; $Mor_P \mathcal{R}_h$ – множество простых морфизмов иерархической категории.

Содержательно это соответствует следующему определению. Естественная классификация есть параметрическая классификация (включающая свойства всех ее элементов).

Данная модель является достаточно эффективной, поэтому предполагается ее использование для построения ЕК ИКТ-компетенций.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМОЛОГИЧЕСКОГО КЛАССИФИКАЦИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КЛАССИФИКАЦИЙ ИКТ-КОМПЕТЕНЦИЙ

В ходе реализации системологического классификационного анализа на первом этапе подготавливается исходный материал для построения классификационной модели, удовлетворяющей операциональным критериям естественности – *системности* и *свойств*. На втором этапе, на отобранном исходном материале обеспечивается выполнение критериев *монизма* и *иерархичности*. На третьем этапе – *параметричность* классификационной схемы, что вместе с соблюдением условия *иерархичности* обеспечивает ее естественность. Очевидно, что для слабоструктурированной и слабоформализованной ПО применение данного метода будет представлять собой итерационный процесс, в некоторой степени эвристический, но в рамках формализованной процедуры, так как его использование вооружает человека, анализирующего и моделирующего ПО, более глубоким пониманием структуры данной ПО и облегчает процесс ее определения.

Использование рассмотренного метода позволяет, в частности, оценить любую классификацию с точки зрения ее обоснованности (параметричности), отражения в ней существенных свойств объектов, возможности обнаружения и предсказания свойств объектов по их месту в классификации, то есть с точки зрения возможности применения классификации в качестве инструмента теоретического анализа в соответствующей области.

Фрагмент, полученный в результате концептуальной классификационной модели ИКТ-компетенций, изображен на рисунке.



Рис. Фрагмент классификации ИКТ-компетенций современного специалиста

ВЫВОДЫ

Подводя итог уже проделанной работе, можно утверждать, что развитие и активное внедрение во все сферы деятельности новых информационно-коммуникационных технологий существенно меняет модели образования, труда, общественной жизни и отдыха. В настоящее время конкурентоспособный специалист должен не просто получать высшее образование, но обязательно должен быть сориентирован на определенную профессиональную деятельность, должен быть максимально подготовлен к решению специфических задач. Этому будет способствовать ориентирование образовательного процесса на конкретного специалиста, то есть на классификационную модель ИКТ-компетенций.

В результате проведения описанных исследований в перспективе будет предложена модель изменения учебного плана с акцентом на наиболее «важные» дисциплины путем обоснованного выделения определенного количества часов на их изучение.

Литература

1. Суворова Арина. Компетенции как миф и реальность современной HR-практики, или Почему так путаются мысли...: <http://www.hr-zone.net/>, 2006г.
2. Сухомлин В.А. Концепция нового образовательного направления / В.А. Сухомлин, В.В. Сухомлин // Открытые системы. – 2003. – №2.
3. Сухомлин В.А. Подготовка бакалавров и магистров в области ИТ / В.А. Сухомлин // Открытые системы. – 2002. – №3.
4. Сухомлин В.А. Программы дополнительного ИТ-образования / В.А. Сухомлин // Открытые системы. – 2004. – №2.
5. Сухомлин В.А. Как улучшить ИТ-образование / В.А. Сухомлин // Открытые системы. – 2003. – №2.
6. Сухомлин В.А. ИТ-образование для непрофильных специальностей / В.А. Сухомлин // Открытые системы. – 2004. – №7.
7. Сухомлин В.А. Построение открытой национальной системы ИТ-образования / В.А. Сухомлин // Открытые системы. – 2004. – №8.
8. Соловьева Е.А. Естественная классификация: системологические основания / Е.А.Соловьева. – Харьков: ХТУРЭ, 1999. – 222 с.



DEVELOPMENT OF ICT-COMPETENCE MODEL FOR MANAGEMENT OF EXPERTS' TRAINING

S.V. Igrunova¹⁾, S.V. Medintseva²⁾

^{1), 2)} Belgorod State University, 308015, Belgorod, st. Pobedy, 85, e-mail: igrunova@bsu.edu.ru; medintseva@bsu.edu.ru

The possibility of competency approach usage in training of informatics-economists professionals is considered. The example of existing competencies classifications analysis is given. The original classification model of competencies in the field of information-communication technologies, founded on results system classification analysis, is offered.

Key words: information-communication technologies, competence, the ICT-competence, classification, the informatics-economists, the system classification analysis.