

Махныткина Олеся Владимировна
Mahnitkina Olesya Vladimirovna
Алтайский государственный университет
Altai State University
Преподаватель/senior lecturer
E-mail: OlesyaMahnitkina@yandex.ru

Математическая модель оценки компетентности студента ВУЗа с учетом требований рынка труда

Mathematical model of an estimation of competence of the students of HIGH SCHOOL with regard to the requirements of the labour market

Аннотация: В данной статье предлагается математическая модель оценки компетентности студента ВУЗа на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования третьего поколения с учетом требований рынка труда. Выделяются основные этапы оценки компетентности с использованием методов интеллектуального анализа данных.

Ключевые слова: Оценка компетентности, математическая модель, интеллектуальный анализ данных.

The Abstract: In given article the mathematical model of an estimation of competence of the students of HIGH SCHOOL on the basis of federal state educational standards of the higher vocational training of the third generation with regard to the requirements of the labour market is offered. The main stages of estimation of competence using data mining techniques are allocated

Keywords: Estimation of competence, mathematical model, data mining

В настоящее время в связи с переходом системы образования на компетентностно-ориентированный подход актуальной является проблема оценивания результатов обучения. Задачу оценки компетентности студентов можно отнести к трудноформализуемому типу задач, так как при ее решении необходимо учитывать большой объем разнотипной информации, индивидуальные особенности студентов, а также учитывать возможные изменения в организации учебного процесса, в результате которого формируются компетенции.

Обзор литературных источников по проблеме использования различных методов для оценки уровня сформированности компетентности студента позволяет сделать вывод о том, что на сегодняшний момент в большинстве случаев применяются модели премий с заданным перечнем показателей и весов; при этом используется экспертный способ оценки и балльные шкалы, которые работоспособны только в стационарных условиях. Однако для успешного формирования компетентности студентов необходимо проводить оценку с 1 курса и далее прослеживать динамику, выявляя слабые и сильные стороны студента, а для этого необходимо иметь гибкий инструмент, адекватно отражающий специфику направления, по которому обучается студент, изменения в организации учебного процесса и позволяющий строить управление на основе данных, полученных с использованием более точных методов оценки.

Как показывают исследования, для подготовки конкурентоспособного выпускника результаты обучения должны соответствовать постоянно меняющимся требованиям рынка труда [1, 2], таким образом, при формировании и оценке компетентности необходимо учитывать требования работодателей, общественных и профессиональных объединений и своевременно перестраивать процесс обучения. Удовлетворить данным условиям возможно, используя методы математического моделирования, интеллектуальный анализ данных и современные программные комплексы.

Математическая модель оценки компетентности студента ВУЗа разработана автором на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования третьего поколения. Иерархическая модель оценки компетентности включает:

- уровень интегральной компетентности. На данном уровне рассчитывается уровень сформированности компетентности студента в семестре t y_0^t ;

- уровень обобщающих компетенций. На данном уровне оцениваются общекультурная компетенция y_1^t и профессиональная компетенция y_2^t ;

- уровень промежуточных компетенций. На данном уровне оцениваются виды профессиональной деятельности бакалавров: проектная деятельность (y_{21}^t), организационно-управленческая и производственно-технологическая деятельность (y_{22}^t), аналитическая деятельность (y_{23}^t), научно-исследовательская деятельность (y_{24}^t). При построении системы оценки этого уровня сформированности компетентности выпускника представляется целесообразным добавить вспомогательные блоки, оценивающие общенаучные (y_{11}^t), социально-личностные (y_{12}^t) и инструментальные компетенции (y_{13}^t). Последние не обозначены в макете ФГОС ВПО, однако, по мнению автора, они придают логическую завершенность данному уровню в системе оценки общекультурных компетенций;

- уровень частных компетенций. Оценивается множество частных компетенций $y^t = \{y_{ijk}^t\}$ ($i = \overline{1, 2}, j = \overline{1, i+2}, k = \overline{1, k_{ij}}$, где k_{ij} - количество частных компетенций, формирующих промежуточную компетенцию y_{ij}^t , $K = \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^{i+2} k_{ij}$ - общее количество частных компетенций), перечисленных в ФГОС ВПО соответствующего направления подготовки. Также на данном уровне могут быть оценены дополнительные компетенции, если они рекомендованы выпускающей кафедрой, либо определены на основе экспертного опроса работодателей и специалистов в данной области. Частные компетенции y_{ijk}^t являются элементарными и не подлежат дроблению на более мелкие и являются основой модели.

В соответствии с построенной моделью показатель оценки компетентности по результатам освоения семестра t можно описать как функцию от двух аргументов:

$$y_0^t = F_0(y_1^t, y_2^t).$$

Уровень сформированности обобщающих компетенций находится из соотношений:

$$y_1^t = F_1(y_{11}^t, y_{12}^t, y_{13}^t);$$

$$y_2^t = F_2(y_{21}^t, y_{22}^t, y_{23}^t, y_{24}^t).$$

При этом промежуточные компетенции выражаются через частные компетенции следующим образом:

$$y_{11}^t = F_{11}(y_{111}^t, y_{112}^t, \dots, y_{11k_{11}}^t);$$

$$y_{12}^t = F_{12}(y_{121}^t, y_{122}^t, \dots, y_{12k_{12}}^t);$$

$$y_{13}^t = F_{13}(y_{131}^t, y_{132}^t, \dots, y_{13k_{13}}^t);$$

$$y_{21}^t = F_{21}(y_{211}^t, y_{212}^t, \dots, y_{21k_{21}}^t);$$

$$y_{22}^t = F_{22}(y_{221}^t, y_{222}^t, \dots, y_{22k_{22}}^t);$$

$$y_{23}^t = F_{23}(y_{231}^t, y_{232}^t, \dots, y_{23k_{23}}^t);$$

$$y_{24}^t = F_{24}(y_{241}^t, y_{242}^t, \dots, y_{24k_{24}}^t);$$

Оценка частных компетенций должна производиться по результатам освоения образовательной программы [4]. Перечень дисциплин циклов, модулей составляется на основе анализа ФГОС ВПО по направлению подготовки, учебных планов, рабочих программ и других методических документов. Обозначим $M^t = \{1, 2, \dots, m^t\}$ – множество модулей дисциплин учебных циклов и разделов, которые осваивает студент в семестре t . Трудоемкость каждого модуля дисциплины или раздела обозначим z_m^t , при этом общая трудоемкость по всем дисциплинам и разделам семестра t составляет $z^t = \sum_{m=1}^{m_t} z_m^t$ зачетных единиц и определяется ФГОС ВПО по направлению подготовки.

По каждой дисциплине и разделу ВУЗом разрабатываются конкретные формы и процедуры текущего и промежуточного контроля знаний, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций, которые доводятся до сведения обучающихся в течение первого месяца обучения. Множество результатов освоения образовательной программы студентом в семестре t , обозначим $X_{ООП}^t = (x_1^t, \dots, x_{m^t}^t)$. Научно-исследовательская работа является неотъемлемой частью подготовки студента ВУЗа и оценивается в первую очередь научным руководителем, так в качестве критериев оценки могут быть использованы оценки публикаций, выступлений на конференциях в зависимости от статуса мероприятия. Множество результатов научно-исследовательской работы студента в семестре t , обозначим $X_{НИРС}^t = (x_{m^t+1}^t, \dots, x_{m^t+p^t}^t)$, при этом p^t – количество достижений студента в научно-исследовательской деятельности в семестре t будет различным для каждого студента. Компетенции формируются и вне учебной деятельности. Социально-личностные характеристики также обусловлены направлением подготовки и могут быть оценены при помощи психологических тестов на темперамент, уровень ответственности, конфликтности и др. Множество оцениваемых в семестре t социально-личностных характеристик студента обозначим $X_{СЛ}^t = (x_{m^t+p^t+q^t}^t, \dots, x_{m^t+p^t+q^t}^t)$, где q^t – количество оцениваемых характеристик студента в семестре t . Таким образом, оценка компетентности студента производится на основании множества оценок $X^t = X_{ООП}^t \cup X_{НИРС}^t \cup X_{СЛ}^t = (x_1^t, \dots, x_r^t, \dots, x_{m^t+p^t+q^t}^t)$, при этом $x_r^t \in X_r^t$, где X_r^t – множество возможных значений переменной x_r^t .

Перечень частных компетенций, формируемых в каждом модуле дисциплины или раздела, зависит от его содержания, формы обучения и контроля знаний. Определение взаимосвязи между компетенциями и учебными дисциплинами/разделами проводится на основании анализа ФГОС ВПО по направлению подготовки, рабочих программ, карт компетенций и, в случае необходимости, экспертного опроса преподавателей и студентов. Так, например, список компетенций формируемых в процессе научно-исследовательской работы студента, являющейся разделом учебной практики, во многом зависят от характера и темы проводимых исследований, и может быть сформирован научным руководителем. Оценка социально-личностных компетенций невозможна без проведения соответствующих тестов, которые в первую очередь зависят от направленности самих компетенций. Для описания взаимосвязи элементов множества X^t с множеством частных компетенций $y^t = \{y_{ijk}^t\}$ введем следующую переменную:

$$\delta_{rijk}^t = \begin{cases} 1, & \text{если показатель } r \text{ участвует в оценке компетенции } y_{ijk}^t \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$$

Трудоемкость формирования компетенции y_{ijk}^t в процессе освоения модуля дисциплины/раздела/подготовке научно-исследовательской работы r обозначим z_{rijk}^t , тогда трудоемкость компетенции $z_{ijk}^t = \sum_{r|\delta_{rijk}^t \neq 0} z_{rijk}^t$.

Таким образом, задача оценивания уровня сформированности компетентности студента заключается в вычислении при известных значениях переменных x_r^t , δ_{rijk}^t , z_{rijk}^t значения оценки $y_0^t = F(x_r^t, \delta_{rijk}^t, z_{rijk}^t)$. или в развернутом виде:

$$\begin{cases} y_0^t = F_0(y_1^t, y_2^t) \\ y_1^t = F_1(y_{11}^t, y_{12}^t, y_{13}^t) \\ y_2^t = F_2(y_{21}^t, y_{22}^t, y_{23}^t, y_{24}^t) \\ y_{ij}^t = F_{ij}(y_{ijk}^t) \\ y_{ijk}^t = F_{ijk}(x_r^t, \delta_{rijk}^t, z_{rijk}^t) \end{cases}$$

Решение задачи комплексной оценки уровня сформированности компетентности составляет последовательный интеллектуальный анализ данных, основные этапы которого представлены на рисунке 1.

1 этап. Определение входные переменные построенной модели: множества модулей дисциплин учебных циклов и разделов, которые осваивает студент в семестре t : $M^t = \{1, 2, \dots, m^t\}$; множества оценочных средств в семестре t : $X^t = \{x_r^t \in X_r^t\}$; взаимосвязи элементов множества X^t с множеством частных компетенций $y^t = \{y_{ijk}^t\}$: δ_{rijk}^t .

На основании полученных данных рассчитаем трудоемкость частных компетенций y_{ijk}^t в процессе освоения модуля r :

$$z_{rijk}^t = \frac{z_r^t}{\sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^{i+2} \sum_{k=1}^{k_{ij}} \delta_{rijk}^t}$$

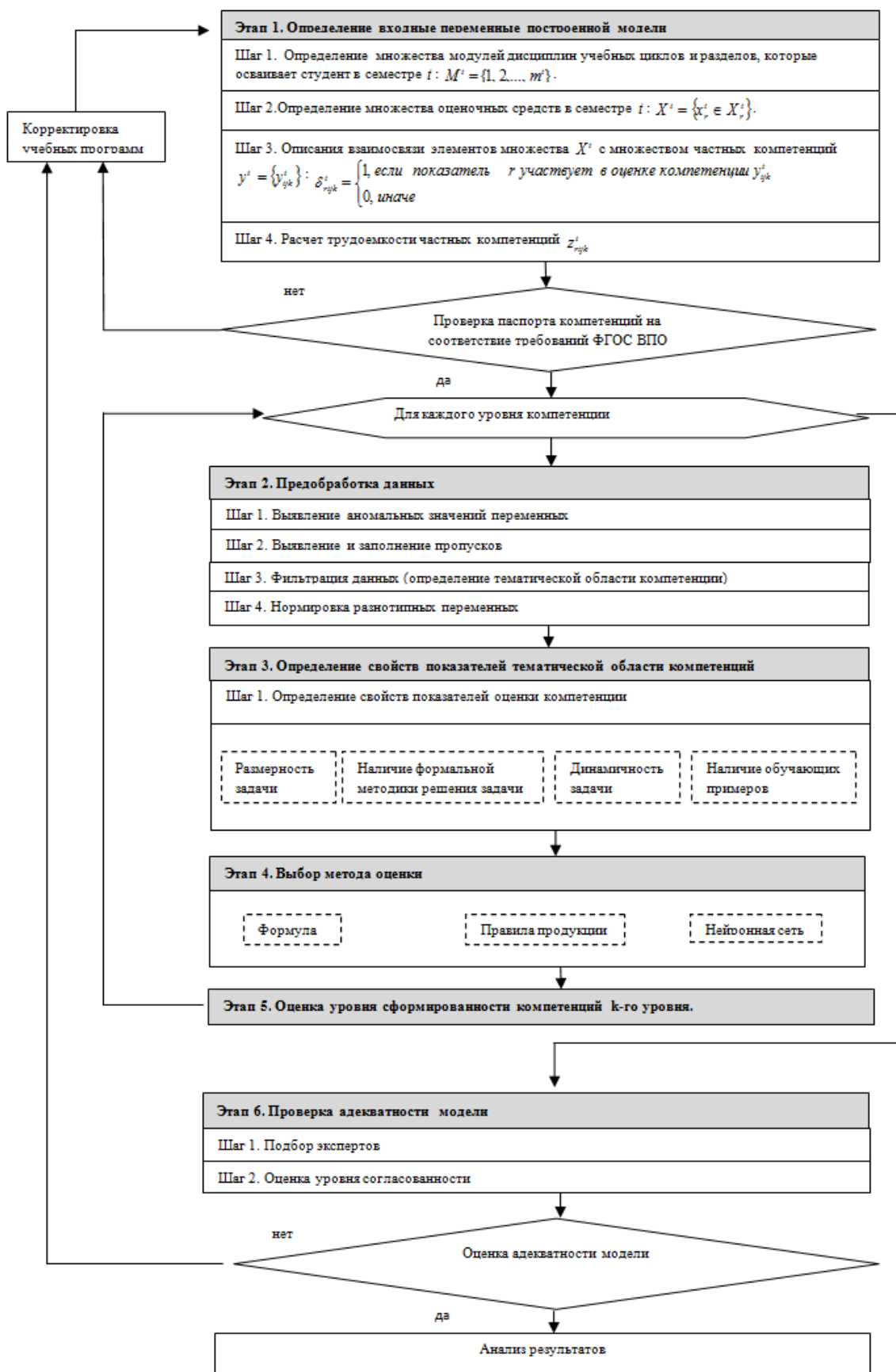


Рис. 1. Основные этапы решения задачи оценки компетентности

2 этап. Предобработка данных заключается в фильтрации и нормировке разнотипных данных. Фильтрация позволит определить тематическую область оценки компетенции $X_{ijk}^t = \{x_r^t : \delta_{rijk}^t = 1\}$. Переменные, используемые для оценки уровня сформированности компетенций, измерены в разных единицах измерения (например, оценка за экзамен и результат тестирования). Чтобы избежать «доминирования» переменных с большим масштабом измерения, предлагается провести предварительную нормировку исходных переменных.

Наиболее распространенным способом нормирования является следующий:

$$\bar{x}_r^t = \frac{x_r^t}{x_{r,\max}^t},$$

где \bar{x}_r^t нормированное значение переменной x_r^t , $x_{r,\max}^t$ максимальное значение переменной x_r^t .

3 этап. Определение свойств показателей тематической области компетенции. Автором были выделены характеристики задач, по которым определяется их сложность:

а) Размерность задачи. Под размерностью задачи будем понимать количество рассматриваемых переменных. Размерность задачи определяется тематической областью формирования компетенции;

б) Динамичность изменения проблемной области. Выраженная динамичность социально-экономических процессов проявляется в непрерывном изменении их параметров, а то и структуры системы, в которой протекают эти процессы. Часть подзадач оценки компетентности являются динамичными задачами, что определяется следующими факторами:

- модель оценки компетентности строится на основании требований работодателя, чьи требования к выпускникам постоянно меняются;

- появлением новых учебных дисциплин и дополнительных курсов;

- развитием существующих форм обучения и появлением новых форм обучения;

в) Наличие/отсутствие формальной методики решения задачи. Т.е. часть подзадач оценки компетентности может быть решена с помощью существующих, апробированных на практике методик, для решения других необходимо разработка методов решения;

г) Характер входных показателей, в том числе наличие или отсутствие обучающих примеров.

4 этап. Выбор метода оценки уровня сформированности компетенции. Основными видами функциональной зависимости между параметрами в данной работе являются: а) аналитические зависимости; б) экспертные системы на основе продукционных правил; в) нейросетевые системы. На основании анализа свойств показателей тематической области компетенций автором предложены соответствующие методы оценки для каждого уровня компетенций. Структура модели решения задачи оценки компетентности студента представлена на рисунке 2.

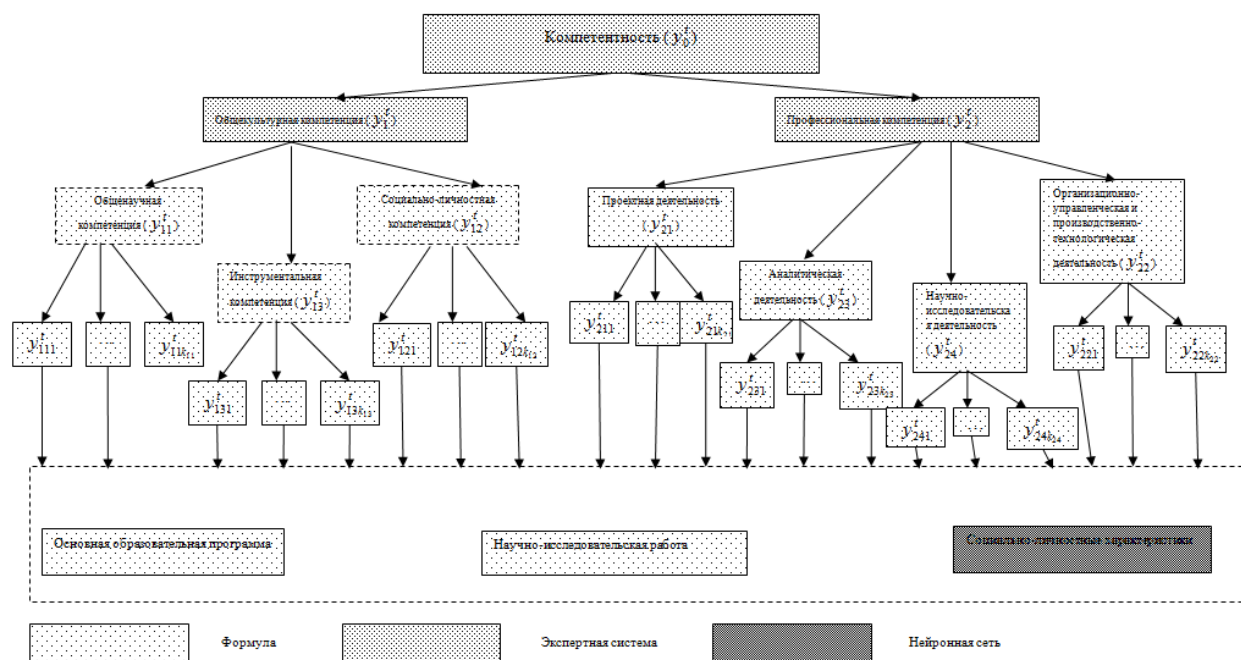


Рис. 2. Структура модели решения задачи оценки компетентности студента

5 этап. Оценка уровня сформированности компетенций. На данном этапе в соответствии с выбранным методом оценки выполняется предварительная подготовка к вычислению уровня сформированности компетенции: определяются весовые коэффициенты в аналитических зависимостях, разрабатываются продукционные правила, производится выбор архитектуры и параметров нейронной сети. В качестве эмпирической базы на этапе предварительной подготовки используются результаты экспертных опросов. В качестве экспертов могут выступать студенты, выпускники вуза, работодатели, потенциальные работодатели и преподаватели. Вычисление уровня сформированности компетентности выполняется последовательно от частных компетенций к интегральной компетентности.

6 этап. Проверка адекватности полученного решения может быть произведена с использованием экспертных оценок [3]. Результаты проверки позволят внести изменения в учебные программы, что обеспечит своевременное изменение процесса обучения в соответствии с требованиями рынка труда.

Все этапы решения задачи оценки компетентности были реализованы с использованием аналитической платформы Deductor [5].

Преимуществом построенной модели является то, что после каждой процедуры контроля оценки уровня сформированности компетенций преподаватель и студент может получать информацию о том, какого уровня он достиг по всем оценивавшимся компетенциям, то есть индивидуальную диаграмму уровней сформированности компетенций. Такие диаграммы, полученные на разных ступенях обучения, будут давать наглядную картину успешности профессиональной подготовки данного студента, отражать его способности и их динамику. На основе построенной модели возможно формулирование рекомендаций для дальнейшего обучения студента, увеличивающие его уровень компетентности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мальцева АВ., Чудова О.В., Шилкина Н.Е. Сегментация рынка труда: теория и методика: монография/А.В. Мальцева, О.В. Чудова, Н.Е. Шилкина. Барнаул: Азбука, 2010. 114 с.
2. Мальцева, А.В. Социологический анализ рынка труда: классические теории и новейшие технологии: монография/А.В. Мальцева. Барнаул: Изд-во Алт. Ун-та, 2010. 251 с.
3. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование : учебник : в 3 ч.. / А.И.Орлов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2009. Ч. 2 : Экспертные оценки. – 2011. – 486 с.
4. Проектирование основных образовательных программ вуза при реализации уровневой подготовки кадров на основе федеральных государственных образовательных стандартов / Под ред. С.В. Коршунова. – М.: МИПК МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 212 с.
5. Информационно-образовательный портал «Лаборатория баз данных» <http://basegroup.ru/>

Материалы публикуются в рамках реализации гранта РГНФ "Рынок труда как индикатор трансформации социальной структуры современного российского общества (на примере исследований в Алтайском крае)" №12-13-22001.