ОЦЕНКА КОМПЕТЕНТНОСТИ И ГОТОВНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**О. С. Никульчева, С. Г. Тихомиров,
И. А. Хаустов, Л. И. Назина**

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет
инженерных технологий», г. Воронеж, Россия*

Рецензент д-р пед. наук, профессор Е. А. Ракитина

Ключевые слова: векторная модель; кластерный анализ; комплексная оценка компетенций; рациональная область профессиональной деятельности.

Аннотация: Рассмотрен подход к оценке компетентности выпускников вузов, их готовности решать задачи профессиональной деятельности. Отличительная особенность подхода – использование результатов дисциплинарного, междисциплинарного и внедисциплинарного видов контроля. Рассмотрена векторная модель оценки уровня сформированности компетенций. Проведен кластерный анализ результатов сформированности компетенций студентов отдельно взятой группы. Данный анализ позволил выделить наиболее рациональную область профессиональной деятельности. Результаты могут быть использованы при разработке информационной системы для оценки компетентности обучающихся в целях выявления «узких» мест и выработки корректирующих воздействий, которые позволят повысить их конкурентоспособность на рынке труда.

Введение

Особенность современной системы высшего образования в РФ – компетентностный подход к трактовке качества результатов образовательного процесса в вузе. В отличие от оценки знаний, умений и навыков (ЗУН) обучающихся требуется оценить уровень сформированности у них совокупности компетенций, определяющих способность самостоятельно

Никульчева Оксана Сергеевна – инженер, Центр качества образования и трудоустройства выпускников; Тихомиров Сергей Германович – доктор технических наук, профессор кафедры информационных и управляющих систем; Хаустов Игорь Анатольевич – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой информационных и управляющих систем, Назина Людмила Ивановна – кандидат технических наук, доцент кафедры управления качеством и машиностроительных технологий, e-mail: nazina_lyudmila@mail.ru, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», г. Воронеж, Россия.

ориентироваться в ситуации и квалифицированно решать сложные задачи профессиональной деятельности (ПД) [1].

Совместно с оценкой уровня знаний и умений по отдельным модулям или дисциплинам основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) необходимо решать новую задачу – оценивать уровень сформированности как отдельных компетенций, так и способности и готовности обучающихся к выполнению профессиональных задач с учетом их социально-личностных свойств [2].

В настоящее время требования к результатам освоения ОПОП бакалавриата по направлению подготовки представляют собой систему общекультурных и профессиональных компетенций, которыми должны обладать выпускники для осуществления ими ПД.

Современные тенденции в трактовке качества подготовки специалистов на основе компетентностного подхода привели к появлению инновационных форм и методов контроля. Существующие методы оценки компетенций по способу оценивания делятся на три группы: *устный, письменный и автоматизированный*. Наибольшую актуальность в настоящий момент приобретают автоматизированные методы контроля. Различные аспекты построения и функционирования автоматизированных систем управления учебным процессом, в том числе и успеваемость студентов, рассматриваются в работах таких авторов, как В. А. Антошкин, С. А. Юдаев, Г. С. Титова, Р. Н. Правосудов, М. А. Косоногова и др. [3 – 7].

Использование различных шкал при оценке ЗУН нашло свое применение и при оценке компетенций. Например, применение двухбалльной шкалы позволит оценить компетенцию «Удовлетворительно» или «Неудовлетворительно». Для дифференциации уровня освоения компетенций (пороговый, продвинутый, высокий) используются трехбалльные шкалы, но некоторые исследователи выделяют и промежуточные уровни компетентности студентов [8], при этом используются как четырех-, пятибалльные, так и стобалльные шкалы.

Для оценки компетенций используются статистические критерии: Крамера–Уэлча, χ^2 (хи-квадрат), ф-угловое преобразование Фишера, экспертной оценки, Т-критерий Вилкоксона и др. [9].

Следует отметить, что в настоящее время появилась тенденция оценивания компетенций не только по качественному признаку, но и количественному. В [8] выделяют инновационные измерители в контексте компетентностного подхода, а именно портфолио, кейс-измерители, компетентностные тесты (практических умений, с инновационными формами заданий), анкетирование и интервьюирование.

Исследование существующих моделей оценивания позволило классифицировать их по следующим признакам: типу применяемой шкалы, виду и классу оцениваемых показателей, виду контроля, способу и алгоритму оценивания. Однако анализ описанных выше методов позволяет сделать вывод, что в настоящий момент нет методики, оценивающей комплексно профессиональную подготовку специалистов, а также позволяющей учесть личностные особенности каждого студента в целях выдачи конкретных рекомендаций по дальнейшему трудоустройству выпускников. Таким образом, необходимо разработать бипарадигмальную модель

измерения, охватывающую как качественные, так и количественные методы измерения, а также разработку измерителей, выбор метода анализа данных и способа принятия решений.

Векторная модель оценки сформированности компетенций выпускников

Успешность выпускника на рынке труда в первую очередь определяется его готовностью выполнять профессиональные функции, соответствующие конкретной области деятельности. Актуальной задачей исследования является разработка модели оценки компетенций и личностных качеств обучающихся, позволяющей получить конкретные рекомендации по дальнейшей ПД выпускников, что будет способствовать их лучшей социальной адаптации.

Поставленная задача решается на примере оценки компетенций выпускников – бакалавров направления подготовки «Стандартизация и метрология». Основная профессиональная образовательная деятельность по данному направлению устанавливает следующие области ПД: производственно-технологическую, организационно-управленческую, научно-исследовательскую и проектно-конструкторскую.

Ранее предложена векторная модель оценки уровня сформированности компетенций, представляющая собой результат комплексной оценки студентов с учетом использования в образовательном процессе различных видов контроля (дисциплинарного, междисциплинарного и внедисциплинарного) [10 – 12]:

$$\begin{aligned}\vec{R}_{i \text{ спец}} &= \sum_{j=1}^m Q_{ij} \vec{I}_j ; \\ Q_{ij} &= F_j(q_{i1}, q_{i2}, \dots, q_{ip}), \quad p = \{p_j\}, \quad j = \overline{1, m}; \\ q_{ip} &= f_p(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}), \quad n = \{n_s\}, \quad s = \overline{1, S},\end{aligned}$$

где $\vec{R}_{i \text{ спец}}$ – вектор профессионального портрета выпускника, который задает направление движения обучающегося в профессиональном росте; Q_{ij} – оценка готовности i -го выпускника к выполнению профессиональных задач в j -й области ПД, которая представляет собой нормированное значение (средневзвешенное), так как набор компетенций для областей ПД различный; $\vec{I}_j$ – единичный вектор в направлении j -й области ПД; m – число областей деятельности; q – оценка сформированности отдельной компетенции; p – число компетенций, определяющих конкретную область ПД; x – фактор, характеризующий составляющую компетенции, например, оценку по дисциплине, курсовому проекту, рейтинговый балл в зачетной ведомости и т.п.; n – число факторов, влияющих на оценку конкретной компетенции; S – число дисциплин, формирующих отдельную компетенцию.

Дисциплинарный контроль представляет собой совокупность оценок по дисциплинам, в том числе и рейтинг студентов при недифференцированном зачете. Он применяется для оценки таких составляющих компетенции, как знания.

Полидисциплинарный контроль позволяет выявить уровень сформированности умений и навыков студентов. Это рубежный вид контроля, так как он проводится либо по окончании семестра, либо окончании каждого модуля дисциплин. Включает в себя оценку всех видов практик студентов, выполнение курсовых проектов и научно-исследовательских работ, а также выпускной квалификационной работы.

Необходимо учесть, что стандартная процедура оценивания достижений студентов в рамках дисциплин (дисциплинарный и междисциплинарный контроль) не позволяет оценить уровни освоения отдельных компетенций, которые необходимы для составления более точного профессионального портрета выпускника. Следовательно, необходима разработка и внедрение дополнительных к существующим методам контроля средств оценивания образовательных результатов обучающихся, которые учитывают достижение внедисциплинарных успехов. Такими средствами в рамках внедисциплинарного контроля могут выступать портфолио и рейтинговая система его оценивания.

Кластерный анализ результатов оценки сформированности компетенций

В целях выявления личностных особенностей выпускников, их готовности к лучшей адаптации к ПД в конкретной области получены результаты комплексной оценки совокупности компетенций для всех областей для отдельно взятой студенческой группы.

Для выработки рекомендаций по дальнейшему трудоустройству решена задача многомерной классификации полученных данных – разбиение совокупности объектов на однородные группы (кластеры или классы). Достоинство кластерного анализа состоит в том, что он позволяет производить разбиение объектов по целому набору признаков. Кроме того, кластерный анализ в отличие от большинства математико-статистических методов не накладывает никаких ограничений на вид рассматриваемых объектов и позволяет рассматривать множество данных произвольной природы [13]. Результаты кластеризации показаны на примере оценок компетенций: для производственно-технологической области ПД Q_1 , организационно-управленческой Q_2 и научно-исследовательской Q_3 .

Наиболее распространенным методом кластеризации является метод k -средних [13, 14], который заключается в том, что множество элементов пространства разбивается на заранее заданное число кластеров k , при этом каждый объект относится к тому кластеру, к центру (центроиду) которого он расположен ближе всего. В качестве меры близости используется Евклидово расстояние

$$d(R_i; R_l) = \sqrt{\sum_{j=1}^m (Q_{ij} + Q_{lj})^2},$$

где $d(R_i; R_l)$ – Евклидово расстояние между i -м и l -м объектами – результатами оценки компетенций i -го и l -го студентов по всем областям ПД.

Метод k -средних производит разбиение всех объектов, минимизируя суммарное квадратичное отклонение точек кластеров от центроидов данных кластеров. Первоначально определяются k -кластеры – эталоны (например, первые k -объекты). Далее каждый объект присоединяется к ближайшему эталону e , рассчитываются координаты центроида каждого кластера μ (как среднее арифметическое координат объекта и соответствующего эталона). Недостаток метода k -средних – необходимость обоснования числа выделяемых кластеров.

В качестве предварительного эксперимента студенты группы были разбиты на три кластера, результаты кластеризации представлены графически (рис. 1). Данное разбиение соответствует принятой в высшей школе системе оценивания: «удовлетворительно», «хорошо», «отлично» (уровень «неудовлетворительно» не рассматривался, так как в данном случае студент не аттестован и не входит в итоговую выборку).

Преимущества метода k -средних заключаются в том, что он относится к статистическим методам кластеризации и позволяет рассчитать координаты центроидов кластеров (табл. 1), расстояния между ними (табл. 2), провести дисперсионный анализ (табл. 3), расчет описательных статистик и др. Значения уровней значимости $p < 0,05$ говорит о значимом различии между кластерами.

Для подтверждения обоснованности выбора числа кластеров по трем рассматриваемым областям ПД использован другой метод – иерархический алгоритм кластеризации, представляющий собой способ упорядочения данных, показываемых в виде дендрограммы. Под дендрограммой понимается дерево, то есть граф без циклов, построенный по матрице мер

Рис. 1. Визуализация данных – оценок компетенций по трем областям профессиональной деятельности (результаты кластеризации показаны символами:

□ – данные, принадлежащие кластеру 1; Δ – данные, принадлежащие кластеру 2;
○ – данные, принадлежащие кластеру 3

Таблица 1

Координаты центров кластеров

Номер кластера	Q_1	Q_2	Q_3
1	3,75	3,85	4,49
2	3,58	3,56	3,47
3	4,61	4,58	4,19

Таблица 2

Матрица расстояний между центрами кластеров

Переменная	Номера кластеров		
	1	2	3
Q_1	–	0,385	0,455
Q_2	0,620	–	0,878
Q_3	0,647	0,937	–

Таблица 3

Результаты дисперсионного анализа

Параметры анализа	Переменная		
	Q_1	Q_2	Q_3
Сумма квадратов отклонений между центрами кластеров	4,470	4,182	3,638
Число степеней свободы	2		
Сумма квадратов отклонений объектов от центров кластера	1,195	0,957	2,852
Число степеней свободы	17		
F-статистика	31,81	37,16	10,84
Уровень значимости p	0,000002	0,000001	0,000921

близости. Дендрограмма позволяет изобразить взаимные связи между объектами из заданного множества.

Объединения кластеров осуществляются по методу полной связи, в котором расстояния между кластерами определяются наибольшими расстояниями между любыми двумя объектами в различных кластерах (то есть «наиболее удаленными соседями»). Данный метод обычно хорошо работает, когда кластеры имеют форму «гиперсфер», а не «цепочек» [13, 15].

Результаты кластеризации представлены в виде вертикальной дендрограммы, которая выделяет разбиение всех объектов на три кластера (рис. 2). На этой диаграмме горизонтальная ось представляет собой объекты (студенты), а вертикальная – расстояния между объектами и кластерами при их последовательном объединении.

Полученные результаты косвенно подтверждают возможность использования метода k -средних для кластеризации данных компетентности выпускников по трем кластерам.

Расстояние между
объектами и кластерами

Рис. 2. Вертикальная дендрограмма

В результате использования различных методов кластеризации образованы те же три кластера, при этом набор объектов для кластеров полностью совпадает.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что анализируемые данные хорошо согласуются с принятой градацией в системе оценки качества результата образовательного процесса на уровни сформированности компетенций: пороговый (2 кластер), продвинутый (1 кластер) и высокий (3 кластер). Однако такая классификация не дает возможность выявить личностные особенности выпускников.

Для выявления личностных особенностей выпускников дальнейшая классификация данных проводилась по следующим параметрам вектора профессиональной направленности выпускника $\vec{R}_{i \text{ спец}}$: его длины $|\vec{R}_{i \text{ спец}}|$ и косинуса угла наклона к единичному вектору в направлении области ПД $\cos \alpha_{ij}$. Для более наглядного представления данных используем двумерное пространство оценок – для двух областей: производственно-технологической Q_1 и научно-исследовательской Q_3 . Для однозначного определения положения вектора $\vec{R}_{i \text{ спец}}$ на плоскости (рис. 3) достаточно одного угла наклона к одному из единичных векторов в направлении областей ПД, в m -мерном пространстве – $(m - 1)$ значение углов наклона α_j , $j = \overline{1, m - 1}$.

Предложенная кластеризация выявила шесть кластеров, учитывающих не только уровень освоения компетенций, но и готовность каждого выпускника для решения задач в конкретной области ПД (см. рис. 3), где вектор $\vec{R}_{i \text{ спец}}$ представляет собой теоретический вектор «идеального» выпускника, одинаково успешного во всех областях деятельности.

Рис. 3. Результаты классификации данных – оценок сформированности компетенций

Необходимо отметить, что при оценке компетентности выпускников по m видам ПД по k уровням кластеризации количество кластеров K будет определяться как $K = km$.

Координаты центров полученных кластеров для двумерного случая, соответствующего данным, представленным на рис. 3, будут определяться по значениям длины вектора $|\vec{C}_r|$, $r = \overline{1, K}$ и $(m - 1)$ значениям угла наклона относительно единичного вектора $\vec{I}_j$, $j = \overline{1, m-1}$ (табл. 4).

Это же правило позиционирования вектора $\vec{R}_{i \text{ спец}}$ можно применить в m -мерном пространстве координат.

Для указанных выпускников та или иная область ПД может быть рекомендована для дальнейшего трудоустройства. Причем можно прогнозировать, что адаптация выпускников будет минимальна, дополнительных мероприятий по повышению квалификации не потребуются. Это особенно справедливо для выпускников, уровень компетентности которых продвинутый.

Таблица 4

Координаты центров кластеров для двумерного случая

Номер кластера, r	1	2	3	4	5	6
Модуль вектора для центра кластера $ \vec{C}_r $	5,692	5,527	5,373	6,362	6,682	4,783
Угол наклона $\cos \alpha_{jr}$, $j = 1$	0,687	0,695	0,707	0,716	0,697	0,707

Заключение

Таким образом, для решения новой задачи – оценки не конкретных знаний, умений и навыков выпускников, а их компетентности в целом, то есть готовности решать задачи ПД, требуется применение комплексного подхода. Он должен в сочетании с общепринятыми учитывать различные дополнительные виды и методы контроля, в том числе такие инновационные методы, как портфолио, кейс-измерители, анкетирование и т.д.

Для разработки комплексной оценки компетенций рационально использовать дисциплинарный, междисциплинарный и внедисциплинарный виды контроля. Кластерный анализ полученных результатов позволяет выделить для каждого выпускника наиболее рациональную для него область профессиональной деятельности.

Результаты, полученные в работе, могут быть использованы при разработке информационной системы для оценки компетентности обучающихся в ходе процесса обучения в целях выявления «узких» мест и выработки корректирующих воздействий, которые позволят повысить уровень сформированности компетенций выпускников и их конкурентоспособность на рынке труда.

Список литературы

1. Байденко, В. И. Компетенции в профессиональном образовании (к освоению компетентностного подхода) / В. И. Байденко // Высшее образование в России. – 2004. – № 11. – С. 3 – 13.
2. Зимняя, И. А. Интегративный подход к оценке единой социально-профессиональной компетентности выпускников вузов / И. А. Зимняя, Е. В. Земцова // Высшее образование сегодня. – 2008. – № 5. – С. 14 – 19.
3. Антошкин, В. А. Автоматизированная система управления учебным процессом довузовской подготовки «Абитуриент ОДП 2012» / В. А. Антошкин, С. А. Феоктистов, Ю. А. Горбунова, Р. И. Горбунов // Информатика и прикладная математика : межвуз. сб. науч. тр. – 2013. – № 19. – С. 96 – 99.
4. Юдаев, С. А. Особенности сопровождения автоматизированной системы управления учебным процессом высшего учебного заведения / С. А. Юдаев // Современные тенденции развития науки и технологий : сб. науч. тр. по материалам VIII Междунар. науч.-практ. конф. 30 ноября 2015 г. : в 10 ч. – 2015. – № 8, Ч. 2. – С. 141 – 146.
5. Титова, Г. С. Информационно-аналитические системы, автоматизирующие управление учебным процессом вуза / Г. С. Титова // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. – 2013. – № 1. – С. 73 – 77.
6. Правосудов, Р. Н. Автоматизация балльно-рейтинговой системы вуза / Р. Н. Правосудов, Н. В. Акамова, С. С. Голяев // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 11-2. – С. 303 – 307.
7. Kosonogova, M. A. Method of Assessing the Level of Student's Training for the Purposes of Adaptive Electronic Training / M. A. Kosonogova, I. V. Ivanov // Conference of Informatics and Management Sciences : proceedings in 2nd International Conference (25–29 March, 2013). – Slovak Republic : EDIS. – Publishing Institution of the University of Zilina, 2013. – С. 482 – 484.
8. Звонников, В. И. Контроль качества обучения при аттестации: компетентностный подход : учеб. пособие / В. И. Звонников, М. Б. Чельшкова. – М. : Логос, 2009. – 272 с.
9. Катаев, С. Г. Индикаторный метод оценивания компетенций / С. Г. Катаев, Ю. О. Лобода, Е. А. Хомякова // Вестн. Томского гос. пед. ун-та. – 2009. – № 11 (89). – С. 70 – 73.

10. Назина, Л. И. Оценка уровня освоения компетенций выпускниками вузов / Л. И. Назина, О. С. Никульчева, А. Е. Осенева // Science and Education : Materials of the I International Scientific and Practical Conference. – Belgorod-Sheffield, 2014. – Vol. 5. – P. 35 – 39.
11. Попов, Г. В. Компетентностная составляющая выпускника / Г. В. Попов, Л. И. Назина, О. С. Никульчева // Актуальная биотехнология. – 2013. – № 2 (5). – С. 64 – 69.
12. Свидетельство о гос. рег. программ для ЭВМ № 2014660569. Расчет степени сформированности компетенций с построением портрета выпускников в векторной форме / Г. В. Попов, О. А. Давыденко, Л. И. Назина, О. С. Никульчева (РФ). Зарегистр. в Реестре программ для ЭВМ. – 10.10.2014.
13. Вуколов, Э. А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов Statistica и Excel : учеб. пособие / Э. А. Вуколов. – М. : ФОРУМ, 2004. – 464 с.
14. Захаров, В. И. Использование кластерного анализа для обработки данных GPS-интерферометрии / В. И. Захаров, П. А. Будников // Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия. – 2012. – № 1. – С. 26 – 33.
15. StatSoft. Электронный учебник по статистике [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://statsoft.ru/home/textbook/default.htm> (дата обращения 10.09.2018).

References

1. Baydenko V.I. [Competencies in vocational education (to the development of competence approach)], *Vyssheye obrazovaniye v Rossii* [Higher education in Russia], 2004, no. 11, pp. 3-13. (In Russ.)
2. Zimnyaya I.A., Zemtsova Ye.V. [Integrative approach to assessing the unified social and professional competence of graduates of universities], *Vyssheye obrazovaniye segodnya* [Higher education today], 2008, no 5, pp. 14-19. (In Russ.)
3. Antoshkin V.A., Feoktistov S.A., Gorbunova Yu.A., Gorbunov R.I. [Automated control system of the educational process of pre-university training "Entrant MDP 2012"], *Informatika i prikladnaya matematika: mezhvuzovskiy sbornik nauchnykh trudov* [Informatics and Applied mathematic: Interuniversity collection of scientific papers], 2013, no. 19, pp. 96-99. (In Russ., abstract in Eng.)
4. Yudayev S.A. [Features of the accompaniment of an automated control system for the educational process of a higher educational institution], *Sovremennyye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologii: sbornik nauchnykh trudov po materialam VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 30 noyabrya 2015*, [Contemporary tendencies in the development of science and technology: a collection of scientific papers on the materials of the VIII International Scientific and Practical Conference on 30 November, 2015], 2015, no. 8, part. 2, pp. 141-146. (In Russ.)
5. Titova G.S. [Information-analytical systems that automate the management of the educational process of the university], *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Upravleniye, vychislitel'naya tekhnika, informatika. Meditsinskoye priborostroyeniye* [News of South-West State University. Series: Management, Computer Engineering, Computer Science. Medical Instrument], 2013, no. 1, pp. 73-77. (In Russ., abstract in Eng.)
6. Pravosudov R.N., Akamova N.V., Golyayev S.S. [Automation of the point-rating system of the university], *Fundamental'nyye issledovaniya* [Fundamental / Research], 2015, no. 11-2, pp. 303-307. (In Russ., abstract in Eng.)
7. Kosonogova M.A., Ivanov I.V. Method of Assessing the Level of Student's Training for the Purposes of Adaptive Electronic Training, Conference of Informatics and Management Sciences : proceedings in 2nd International Conference, 25–29 March, 2013, Slovak Republic, 2013, pp. 482-484.

8. Zvonnikov V.I., Chelyshkova M.B. *Kontrol' kachestva obucheniya pri attestatsii: kompetentnostnyy podkhod* [Quality control of training in attestation: a competent approach], Moscow: Logos, 2009, 272 p. (In Russ.)
9. Katayev S.G., Loboda Yu.O., Khomyakova Ye.A. [Indicator method of competence assessment], *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* [Bulletin of the Tomsk State Pedagogical University], 2009, no. 11 (89), pp. 70-73. (In Russ., abstract in Eng.)
10. Nazina L.I., Nikul'cheva O.S., Oseneva A.Ye. [Assessment of the level of mastering competences by graduates of higher educational institutions], *Materials of the I International scientific and practical conference, «Science and Education»*, Belgorod-Sheffield, 2014, vol. 5, pp. 35-39. (In Russ.)
11. Popov G.V., Nazina L.I., Nikul'cheva O.S. [Competence component of the graduate], *Aktual'naya biotekhnologiya* [Actual biotechnology], 2013, no. 2 (5), pp. 64-69. (In Russ., abstract in Eng.)
12. Popov G.V., Davydenko O.A., Nazina L.I., Nikul'cheva O.S. *Raschet stepeni sformirovannosti kompetentsiy s postroyeniym portreta vypusnikov v vektornoy forme* [Calculating the degree of competence formation with the construction of a portrait of graduates in vector form], Russian Federation, 2014, Certificate of state registration of computer programs No. 2014660569. (In Russ.)
13. Vukolov E.A. *Osnovy statisticheskogo analiza. Praktikum po statisticheskim metodam i issledovaniyu operatsiy s ispol'zovaniyem paketov Statistica i Excel* [The fundamentals of statistical analysis. A workshop on statistical methods and research on operations using Statistica packages and Excel], Moscow: Forum, 2004, 464 p. (In Russ.)
14. Zakharov V.I., Budnikov P.A. [Use of cluster analysis for GPS-interferometry data processing], *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 3. Fizika. Astronomiya* [Bulletin of the Moscow University. Series 3. Physics. Astronomy], 2012, no. 1, pp. 26-33. (In Russ., abstract in Eng.)
15. <http://statsoft.ru/home/textbook/default.htm> (accessed 10 September 2018).

Assessment of Competence and Readiness of Graduates to Solve Professional Problems

O. S. Nikulicheva, S. G. Tikhomirov, I. A. Khaustov, L. I. Nazina

Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

Keywords: complex assessment of competences; vector model; cluster analysis; rational area of professional activity.

Abstract: The approach to assessing the competence of university graduates and their readiness to solve professional problems has been considered. A distinctive feature of the approach is the use of the results of disciplinary, interdisciplinary and extracurricular types of assessment. The vector model of competences level assessment has been considered. The cluster analysis of competences formation results for a random students group which allowed allocating the most rational professional activity has been carried out. The results obtained in the work can be used in the development of an information system to assess the competence of students in order to identify bottlenecks and to develop the methods for improving their competitiveness in the labor market.

© О. С. Никульчева, С. Г. Тихомиров,
И. А. Хаустов, Л. И. Назина, 2018