

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 316.334.2

DOI: 10.17853/1994-5639-2023-3-35-66

О ПРИНЦИПАХ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ СПЕЦИАЛИСТА – ВЫПУСКНИКА ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ВУЗА

К. С. Катаев¹, С. Г. Катаев², И. В. Каменская³

Томский государственный педагогический университет, Томск, Россия.

E-mail: ¹kataev_k@mail.ru; ²sgkataev2010@yandex.ru; ³kamenskayaiv@tspu.edu.ru

Аннотация. Введение. Оценивание прогресса студентов и прогнозирование дальнейшей их карьеры является первостепенной задачей для любого образовательного учреждения. Для педагогического вуза этот вопрос представляется особо важным, учитывая кадровый голод в российских школах. Важную роль при выборе выпускником дальнейшего пути играет образовательный процесс, следовательно, возникает и проблема оценивания качества этого процесса.

Вариантом решения указанной проблемы является создания в вузе системы обратной связи, позволяющей в режиме мониторинга оценивать динамику уровней сформированности компетенций студентов.

Целью работы является разработка и реализация мультифакторной компетентностной модели специалиста – выпускника педагогического вуза, которая может выступать в качестве основы при создании системы мониторинга качества образовательного процесса. В модели учитываются психологические и социально-демографические факторы, а также принимаемые студентами решения в области профессиональной карьеры.

Методология, методы и методики. Апробация предложенной модели осуществлена на данных, полученных в результате анонимного опроса студентов ТГПУ в 2021 году. Данные обрабатывались как обычными статистическими методами, так и методами многомерной статистики: факторным и кластерным анализами. Выборка состояла из 189 студентов всех курсов физико-математического факультета ТГПУ.

Результаты. Произведенный анализ полученных данных позволил получить разнообразные связи между учитываемыми факторами. В частности, обнаружена закономерность между значениями по психологическим шкалам, уровнем сформированности компетенций и ориентацией студентов в выборе будущей профессии.

Научная новизна. Блочная структура модели дает возможность анализировать как каждый блок по отдельности, так и совместно, выбирая факторы из разных пространств, вводить новые блоки или пространства факторов, ориентированные на (возможно новую) цель исследования, без изменения остальных.

Практическая значимость. Разумность полученных результатов исследования, наличие разнообразных алгоритмов при интерпретации данных указывают на реальную возможность использовать на практике предложенную структуру модели, включая способ организации данных в качестве системы мониторинга.

Ключевые слова: компетенции, уровень сформированности компетенций, мониторинг образовательного процесса, психологический портрет, латентные закономерности, многомерная статистика.

Благодарности. Авторы выражают благодарность рецензентам за экспертное мнение и конструктивный подход.

Для цитирования: Катаев К. С., Катаев С. Г., Каменская И. В. О принципах построения модели специалиста – выпускника педагогического вуза // Образование и наука. 2023. Т. 25, № 3. С. 35–66. DOI: 10.17853/1994-5639-2023-3-35-66

ON THE PRINCIPLES OF BUILDING A MODEL OF A SPECIALIST – A GRADUATE OF A PEDAGOGICAL UNIVERSITY

K. S. Kataev¹, S. G. Kataev², I. V. Kamenskaya³

Tomsk State Pedagogical University, Tomsk, Russia.

E-mail: ¹kataev_k@mail.ru; ²sgkataev2010@yandex.ru; ³kamenskayaiv@tspu.edu.ru

Abstract. *Introduction.* Assessing students' progress and predicting their future careers is paramount for any educational institution. The issue is particularly important for a teacher training institution, given the staff shortage in Russian schools and vocational education and training colleges. The educational process plays an important role in a graduate's choice of future path, and hence, the problem of assessing the quality of this process arises as well.

An option of solving this problem is to create a feedback system in the university, which allows evaluating the dynamics of students' competency formation levels in the monitoring mode.

Aim. The current research *aims* to develop and implement a multifactor competency model of a graduate of a pedagogical university, which can act as the basis for creating a system to monitor the quality of the educational process. The model takes into account psychological and socio-demographic factors, as well as students' decisions in the field of a professional career.

Methodology and research methods. The approbation of the proposed model was carried out on the data obtained as a result of the survey of students of Tomsk State Pedagogical University in 2021. The data were processed by conventional and multivariate statistical methods: factor and cluster analyses. The sample consisted of 189 students of all training courses of the Physics and Mathematics Faculty at Tomsk State Pedagogical University.

Results. The analysis of the data obtained by using methods of multivariate statistics allowed the authors to obtain a variety of relationships between the factors taken into account. In particular, a pattern between the values of psychological scales, the level of competency formation and orientation of students in their choice of future profession was found.

Scientific novelty. The block structure of the model makes it possible to analyse each block separately and together, selecting factors from different spaces, introducing new blocks or spaces of factors, oriented to the (possibly new) purpose of the study, without changing the others.

Practical significance. The reasonableness of the obtained results of the study, the availability of a variety of algorithms for data interpretation indicate the real possibility of using in practice the proposed structure of the model, including the way of organising data as a monitoring system.

Keywords: competencies, competency level, educational process monitoring, psychological portrait, latent regularities, multivariate statistics.

Acknowledgements. The authors express their gratitude to the reviewers for their expert opinion and constructive approach.

For citation: Kataev K. S., Kataev S. G., Kamenskaya I. V. On the principles of building a model of a specialist – a graduate of a pedagogical university. *Obrazovanie i nauka* = *The Education and Science Journal*. 2023; 25 (3): 35–66. DOI: 10.17853/1994-5639-2023-3-35-66

PRINCIPIOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE PROFESIONALES, EGRESADOS DE UNA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA

K. S. Kataev¹, S. G. Kataev², I. V. Kamenskaya³

Universidad Pedagógica Estatal de Tomsk, Tomsk, Rusia.

E-mail: ¹kataev_k@mail.ru; ²sgkataev2010@yandex.ru; ³kamenskayaiv@tspu.edu.ru

Abstracto. Introducción. Evaluar el progreso de los estudiantes y predecir su futura carrera es una tarea primordial para cualquier institución educativa. Para una universidad pedagógica, este tema parece especialmente importante, dada la escasez de personal en las escuelas rusas. El proceso educativo juega un papel importante en la elección de un camino certero para el egresado. Por lo tanto, también surge el problema de cómo evaluar la calidad de este proceso.

Una solución a esta cuestión es la creación de un sistema de retroalimentación en la universidad que permita, a través de mecanismos de seguimiento, llevar una evaluación dinámica de los niveles de formación de competencias de los estudiantes.

Objetivo. El objetivo del trabajo es desarrollar e implementar un modelo de competencia multifactorial del profesional, egresado de una universidad pedagógica, que pueda actuar como base para crear un sistema de monitoreo de la calidad del proceso educativo. El modelo tiene en cuenta tanto los factores psicológicos y sociodemográficos, como las decisiones que toman los estudiantes en el ámbito de su carrera profesional.

Metodología, métodos y procesos de investigación. El modelo propuesto se probó con datos obtenidos de una encuesta anónima de estudiantes de la Universidad Pedagógica Estatal de Tomsk en 2021. Los datos fueron procesados tanto por métodos estadísticos convencionales como por métodos estadísticos multivariados: Análisis factorial y de conglomerados. La muestra estuvo compuesta por 189 estudiantes de todos los cursos de la Facultad de Física y Matemáticas de la Universidad Pedagógica Estatal de Tomsk.

Resultados. El análisis de los datos obtenidos permitió obtener una variedad de relaciones entre los factores tenidos en cuenta. En particular, se encontró una regularidad entre los valores de las escalas psicológicas, el nivel de formación de competencias y la orientación de los estudiantes en la elección de su futura profesión.

Novedad científica. La estructura de bloques del modelo ofrece la posibilidad de analizar tanto cada bloque por separado como de forma conjunta, eligiendo factores de diferentes espacios, para introducir nuevos bloques o espacios de factores enfocados hacia un (posiblemente nuevo) objetivo de investigación, sin cambiar los demás.

Significado práctico. Lo razonable de los resultados del estudio, la disponibilidad de varios algoritmos para interpretar datos conducen a una oportunidad real para utilizar la estructura propuesta del modelo en la práctica, incluido el método de organización de datos como un sistema de monitoreo.

Palabras claves. Competencias, nivel de formación de competencia, seguimiento del proceso educativo, retrato psicológico, patrones latentes, estadística multivariante.

Agradecimientos. Los autores agradecen a los revisores por su experta opinión y enfoque constructivo.

Para citas: Kataev K. S., Kataev S. G., Kamenskaya I. V. Principios de la construcción de un modelo de profesionales, egresados de una universidad pedagógica. *Obrazovanie i nauka = Educación y Ciencia*. 2023; 25 (3): 35–66. DOI: 10.17853/1994-5639-2023-3-35-66

Введение

Чувство неудовлетворенности процессом образования присутствовало в нашей стране всегда и ощущается в настоящее время. Выдающийся русский философ В. В. Розанов писал в предисловии к сборнику очерков «Сумерки просвещения» в конце XIX века: «Кого не поразит, что, так много учась, так тщательно учась, при столь усовершенствованных дидактике, методике и педагогике, мы имеем плод всего этого (новый человек) скорее отрицательный, нежели положительный» [1]. Этот вопрос остро стоит и сегодня, и уровень подготовленности выпускников педагогических вузов не является исключением.

Такое положение стимулирует министерские управленческие структуры к проведению разного рода не всегда удачных реформ, призванных улучшить ситуацию. Так, можно констатировать, что попытка внедрить в нашей стране, на наш взгляд, перспективную, с широкими возможностями компетентностную систему в качестве системы оценивания образовательного процесса, вряд ли можно считать успешной, поскольку в педагогическом сообществе не было и до сих пор нет четких представлений о том, какие компетенции надо брать, что необходимо измерять, чтобы их оценивать, как проводить измерения и т. д.

Совершенствование образовательного процесса в вузах возможно только при наличии четкого представления о том, как прогрессируют студенты в ходе обучения, каких специалистов мы имеем на выходе и как это согласуется с целью образовательного процесса. Такая обратная связь может дать эффективные результаты при наличии постоянно действующей системы, которая позволяла бы в режиме мониторинга *измерять* основные параметры, характеризующие состояние контингента студентов.

Разработка подобной системы требует решения ряда серьезных проблем, и, наверное, самой главной является проблема выбора таких параметров. Использование компетенций в качестве одной из составляющих такого набора параметров кажется логичным и перспективным, хотя при этом мы не избавляемся от необходимости решения вышеуказанных проблем, относящихся к области педагогических измерений. Необходимо понимать, что выпускника вуза как будущего специалиста характеризует не только уровень сформированности компетенций (УСК), но и его личностные качества, психологический портрет. Нельзя ставить во главу угла исключительно профессиональные компетенции выпускника. Прекрасно успевающий студент может попросту не развить в себе коммуникативную компетенцию, как следствие, при работе в школе не уметь взаимодействовать с учениками, разочароваться в себе и в профессии. Применяя подобную мониторинговую систему, администрация вуза может отслеживать динамику студентов не только на уровне успеваемости, но и в области их профессиональной ориентации. В связи с вышесказанным и учитывая отсутствие такого рода систем в педагогических вузах как у нас в стране, так и за рубежом создание и реализация модели, основанной на компетентностном подходе и включающей в себя другие влияющие факторы,

определяющие портрет студента и выпускника педагогического вуза, может быть важным шагом в развитии методов педагогических исследований.

Целью настоящего исследования является проверка на адекватность получаемых результатов с помощью разработанной мультифакторной компетентностной модели специалиста – выпускника педагогического вуза.

Гипотеза исследования состоит в том, что данная модель может выступать в качестве основы при создании системы мониторинга качества образовательного процесса.

Ограничения исследования. В исследовании принимали участие студенты физико-математического факультета ТГПУ.

Обзор литературы

Необходимость решать отмеченные проблемы хорошо осознается научным и педагогическим сообществом. Отсутствие общепризнанного набора компетенций, многообразие влияющих на УСК факторов, невозможность проведения объективного измерения этих факторов приводит к тому, что каждый исследователь исходя из своих целей использует свой оригинальный набор компетенций и свои методы оценивания. Спектр работ, так или иначе связанных с компетенциями, необычайно широк, и условно исследования последних лет можно разбить на три основных направления.

Первое посвящено вопросам, связанным с разнообразными проблемами, возникающими при введении компетентностного подхода в школах и вузах, а также формированием необходимого набора компетенций студентов и преподавателей при проведении конкретного исследования.

J. Gervais [2] отмечает, что обучение, основанное на компетентности (competency-based education, CBE), является одной из моделей, пользующихся популярностью среди многих академических учреждений, поскольку оно связывает теорию с практикой. По этой причине образовательные программы США пытаются найти инновационные способы измерения результатов обучения учащихся. Основная трудность обусловлена отсутствием стандартного определения образования, основанного на компетенциях, и общественного согласия относительно критериев, которыми можно оценивать ту или иную модель образования. Автор также указывает на тот факт, что с течением времени меняется и терминология, что приводит к возникновению противоречий в осмыслении основных понятий CBE. J. Gervais определяет CBE как ориентированный на результат подход к образованию, который включает в себя методы преподавания и усилия по оценке, предназначенные для оценки мастерства обучения учащимися посредством демонстрации ими знаний, отношений, ценностей, навыков и поведения, необходимых для получения степени. М. Н. Chiu и J. W. Lin [3] подчеркивают важность моделирования компетенций, а также отмечают необходимость разработки соответствующих инструментов для оценки процессов и продуктов моделирования учащихся. Кроме этого, указывается на необходимость разработки соответствующих практических

инструментов для получения формализованной оценки результатов моделирования. При этом А. V. Sanchez и М. Р. Ruiz [4] обращают внимание на то, что модели, созданные на общих компетенциях, выглядят одинаково, несмотря на то что они разрабатывались для разных должностей, функций или организаций. Таким образом, использование в модели только общих компетенций может привести к такому же общему результату. М. А. Campion обращает внимание на необходимость использования системного подхода при анализе информации о компетенциях и создании компетентностных моделей [5].

М. Н. Chiu и W. L. Wu [6] предлагают моделировать развитие компетенции студентов при помощи «кладистического подхода», который широко используется в биологии. В рамках этого очень интересного подхода знания выстраиваются в некий аналог эволюционного дерева, и это позволяет анализировать траектории обучения основным научным концепциям в разных классах. На основе проведенного исследования с большим количеством участников авторы делают вывод, что «этот новый подход демонстрирует основанное на фактах представление концептуальных и эволюционных путей, которое может точно определить, какие концепции следует изучать раньше других, и поддерживать развитие наукоподобных ментальных моделей научных концепций» [6]. В работе отмечается, что при выстраивании модели обучения очень важно учитывать культурные и языковые факторы. О необходимости при формировании компетенций учитывать дополнительные факторы отмечается во многих работах. Так, Х. Lu и G. Kaiser обосновывают необходимость включать в качестве дополнительной компетенции креативность, которая играет важную роль на многочисленных этапах процесса математического моделирования [7]. Авторами был разработан и внедрен новый инструмент и разработаны критерии для оценки креативности подходов учащихся к решению задач моделирования, а именно полезность, беглость и оригинальность. R. Leikin и H. Elgrably рассматривают креативность как один из основных когнитивных навыков, которые необходимо развивать как у учителей, так и у учащихся [8]. На проблемы практической реализации компетентностно-ориентированного подхода в университетских курсах указывают L. Zaitseva и B. Misnevs [9], выявляя возникающие проблемы такого перехода на примере внедрения программ Software Engineering в двух латвийских технических университетах. В статье описываются определение и практическая оценка компетенций по программной инженерии в существующих программах бакалавриата и магистратуры [9].

Достаточно широкое развитие получили исследования, посвященные созданию методов оценивания специализированных компетенций и разработке методик повышения этих компетенций при подготовке специалистов, не связанных непосредственно с образованием. R. Pramila [10] отмечает, что теория обучения должна сочетать традиционное и компетентностно-ориентированное обучение, а U. Lilleväli и M. Taks подчеркивают важность целостного взгляда и системного подхода в создании модели компетенции [11]. М. R. Matthews указывает на большую роль, которую играют во всем мире мо-

дели образовательного процесса и использование моделей в образовательной деятельности, особенно в естественных науках [12]. F. Pariafsai и S. Pariafsai подробно исследовали вопросы, связанные с управлением компетенциями и методами, применяемыми при классификации компетенций. Авторами был проведен систематический обзор литературы Американского общества инженеров-строителей, опубликованной за последние три десятилетия. Результаты контент-анализа показали, что для классификации компетенций в выбранных источниках преимущественно использовались методы сбора информации «обзор» и «точка зрения авторов», тогда как три метода – «факторный анализ», «интервью/совещание» и «анкета/опрос» – использовались редко. Были определены наиболее распространенные классификации, рассмотрены сходства и различия между ними [13].

Достаточно большое место занимают работы, посвященные оцениванию компетенций не только студентов, но и преподавателей. В работе О. М. Замятиной [14] предложена матрица компетенций современного педагога, где приведено соответствие между компетенциями и ключевыми навыками, которые, по мнению автора, должен развивать в себе любой современный человек. Именно со скептическим отношением учителей к СВЕ в рамках традиционной работы связывают затруднения введения компетентностного подхода в обучении в школах Италии S. Giaffredo, L. Mich, M. Ronchetti [15]. При этом, как показали проведенные авторами исследования, использование проектного метода обучения побуждает учителей применять компетентностный подход, но при условии их участия в формулировании выбранных компетенций.

A. D. Bartlett с коллегами провели обзор литературных данных и систематизировали результаты различных исследований, относящихся к выявлению и оцениванию компетенций педагогов медицинских институтов [16]. С использованием экспертных методов был определен набор из 17 компетенций. При измерении эффективности компетенций наставников применялся совместный анализ как оценок подопечных, так и самооценок самих наставников, в то время как экзаменационные успехи обучаемых рассматривались в качестве дополнительного метода оценивания качества обучения [16]. С этой же целью – определение набора компетенций, необходимого для наставников из числа практикующих врачей, – было проведено исследование D. Brink и др. [17]. Используя метод Дельфи с привлечением большого количества экспертов, авторы выделили 24 желательных компетенции, разбитые на 5 доменов.

Второе направление связано с разработкой методов оценивания уровня сформированности компетенций. Отсутствие теоретических обоснований проведения педагогических измерений и единой разработанной методологии оценивания и формирования компетенций породило множество подходов их оценивания. Об этом пишет Н. Ф. Ефремова, подчеркивая, что мы не можем сейчас говорить об измерении компетенций, а только об их приблизительном оценивании [18]. Есть отчетливое понимание того, что при оценивании УСК нельзя ограничиваться только формальными показателями. Как отмечается в

работе Л. Д. Алексеевой и О. Н. Кандеровой, при определении прогресса студентов необходимо понимать важность отслеживания достижений студентов не только по результатам сессии и контрольных точек, но с использованием других методов оценивания – рейтингового плана и рейтинговых оценок [19]. Л. В. Шкерина, М. Б. Шашкина и О. А. Табинова предлагают для оценивания компетенций студентов применять систему тестовых и проектных заданий, а полученные результаты использовать при создании системы мониторинга компетенций студентов [20]. Авторы провели диагностику семи предметных компетенций студентов – будущих учителей математики по трем составляющим компонентам: когнитивному, аксиологическому, праксиологическому – и выявили затруднения, связанные со способностью к решению математических задач функционального, геометрического, вероятностного содержания, а также с личностным, социальным и практическим контекстом. Проведенное исследование, по мнению авторов, позволяет говорить о перспективности выявления и преодоления профессиональных дефицитов учителя на этапе обучения в вузе [20].

Разрабатываются модели оценивания компетенций на основе применения различных современных математических методов. В работе О. С. Никульчева с соавторами описывается векторная модель компетенций выпускника, которая позволяет распределять студентов по заранее определенному количеству групп и при проецировании этих групп на двумерное пространство дает возможность видеть, насколько данные кластеры близки к эталону [21]. А. А. Фомичев и З. Ю. Филиппова [22] для оценки конкурентоспособности выпускника на рынке труда при нахождении уровней сформированности компетенций предлагают использовать методы нечеткой логики, отмечая, что используемые показатели не всегда можно оценивать количественными шкалами. Выбранный алгоритм, по мнению авторов, наиболее подходит для решения задачи оценивания УСК, поскольку он адекватно отражает особенности рассуждения преподавателя, оценивающего качественные параметры результатов студентов. С. А. Сафонцева и О. В. Черных [23] предлагают для оценивания компетенций отдельных учебных дисциплин применять метод экспертных оценок при выявлении значимости предметов внутри модуля дисциплины. В модели используются весовые коэффициенты значимости того или иного элемента. И. Б. Елтунова [24] в своей статье предлагает модель оценивания профессиональных компетенций студентов университета, базирующуюся на широком спектре оценочных средств. Предлагается разделять внешнее оценивание, внутреннее оценивание и самооценку, опираясь на текущие оценки, контрольные точки и портфолио студента.

В ряде работ при оценивании общей компетентности специалиста предпринималась попытка учета социально-демографических факторов и его уровня мотивации. Так в статье L. Heldakova, M. Durkovska описывается взаимосвязь между данными факторами на базе исследования в школах Венгрии [25].

В работе О. О. Мартыненко с коллегами [26] подчеркивается важность того момента, что при оценивании УСК надо понимать, что компетенции проявляются только в действии, в процессе выполнения заданий. Поэтому реальный уровень компетенций можно выявить только при создании ситуации реальной работы с погружением в нее обучающегося. Для этого предполагается минимизировать аудиторное время и увеличить количество практической работы на финальном этапе обучения. Также рекомендуется оценивание студента руководителем практики при помощи опросника как до, так и после прохождения практики. Эта же тема широко развивается Г. И. Ибрагимовым и Е. М. Ибрагимовой, которые также считают, что, кроме знаний, умений и навыков, компетенции включают еще мотивационную (ценностно-смысловую) составляющую, характеризующую отношение личности к деятельности: «Выскажем нашу точку зрения относительно предмета оценки компетенций. В соответствии с нормативными требованиями планируемые результаты образования включают две группы: 1) результаты освоения образовательной программы (т. е. компетенции обучающихся – основные, требуемые ФГОС, и дополнительные, устанавливаемые организацией); 2) результаты обучения по каждой дисциплине (модулю) и практике (т. е. знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности), характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы. Это позволяет четко разделить место знаний, умений и навыков, с одной стороны, и компетенций – с другой» [27]. Основываясь на своем опыте и с учетом особенности процесса оценки компетенций предлагается использовать в качестве диагностического средства «индивидуальные диагностические карты», в которых отражаются все этапы формирования составных компонентов компетенции от курса к курсу, от дисциплины к дисциплине, что позволяет получить динамическую модель компетенции. При этом отмечается, что этот подход особенно эффективен в части оценки некогнитивных компонентов компетенции (мотивационного, ценностно-смыслового), деятельностного). На важность использовать процедуру самооценивания при нахождении компетенций также указывает в своей работе М. Karhumäki [28]. А. Alwast и К. Vorhölder проанализировали возможность использования для оценивания компетенции учителей в области математического моделирования разработанного «видеоинструмента» [29]. Проведенные авторами исследования на валидность полученных результатов с помощью различных экспертных оценок позволили сделать вывод об удовлетворительной достоверности применения данной методики. F. Hauser, R. Reuter и J. Mottok указывают на необходимость при разработке опросника для измерения исследовательских компетенций студентов вузов уделять внимание этическим вопросам [30]. По мнению авторов, анкета для измерения прогресса студентов в приобретении знаний и методов, необходимых для работы в качестве ученого в различных областях исследований, должна быть более ориентирована на практику.

Надо отметить, что многие исследователи указывают на необходимость разрабатывать методы оценки компетенций для преподавателей, а не только для студентов и школьников. R. Brodersen и B. Randel отмечают, что эффективность обучения в значительной степени зависит от способности преподавателей, используя при этом различные приемы, точно оценивать компетентность студентов, и эта компетенция является критически важной компетенцией самого преподавателя [31]. Из недавних публикаций необходимо отметить статью A. Redman, A. Wiek и M. Barth, в которой проведен систематический обзор публикаций до конца 2019 года, посвященный описанию методов оценивания компетенций студентов в области устойчивого развития [32]. Анализ основных особенностей, сильных и слабых сторон изученных методов позволил авторам предложить типологию из восьми способов нахождения оценки УСК, которые, в свою очередь, подразделяются на три метатипа: самовосприятие, наблюдение и подходы, основанные на тестировании. Упомянутые выше работы демонстрируют необычайно широкий спектр подходов к оцениванию УСК студентов, преподавателей и дисциплин с использованием как современных математических методов, так и годами наработанных эмпирических приемов и средств. В этой связи кажется неудивительным что в последнее десятилетие неуклонно растет количество работ в области *аналитики обучения* (Learning Analytics, LA). На наш взгляд, это связано с естественным желанием ученых и практиков не только перейти от качественного описания на уровень количественного оценивания, но и придать системный, основательный характер области педагогических измерений. Не последнюю роль при этом сыграло и играет стремление в современных исследованиях использовать Big Data.

Аналитика обучения (LA) включает в себя измерение, сбор, анализ и представление данных об учащихсх с целью более глубокого понимания образовательного процесса, а также оптимизации условий обучения. Исследования в этой области основываются на идеях интеллектуального анализа процессов, обработки данных, поиска информации, обучения с использованием технологий интеллектуального анализа образовательных данных и визуализации результатов. Современные методы извлечения информации из эмпирических данных, включая методы многомерной статистики, предоставляют широкий простор для создания собственного набора инструментов анализа, адаптированного к конкретному исследованию. Учитывая колоссальное разнообразие педагогических задач, можно предположить, что дальнейшее развитие LA будет идти в направлении создания небольшого множества стандартных (оптимальных) наборов методов сбора информации, ее обработки, получения и интерпретации результатов. Идея стандартизации оценок методов LA обсуждается в работе M. Scheffel с коллегами, где предлагается разрабатывать показатели качества для анализа образовательного процесса, которые помогут в дальнейшем стандартизировать оценку инструментов LA [33]. Авторы отмечают, что использование LA может быть полезно как учащимся, так и преподавателям, и представляют свою версию системы, содержащую пять критериев

и показателей качества для измерения и сравнения влияния LA на образовательную практику. Анализу современного состояния LA посвящено много работ. Так, J. T. Avella, M. Kebritchi, S. G. Nunn и T. Kanai отмечают, что LA является многообещающей развивающейся областью, однако есть сложности внедрения в практическую деятельность вузовских работников методов LA, вызванных междисциплинарным характером этого направления. Для решения этой проблемы авторами был осуществлен системный обзор литературы, в котором проведена классификация методов, достоинств и проблем использования LA в высшем образовании. Анализ используемых LA методов, по мнению авторов, может и должен помочь создавать новые курсы, разрабатывать учебные программы, оценивать результаты обучения студентов, а внедрение LA в высшее образование будет способствовать улучшению преподавания в вузах [34].

Потенциальные преимущества аналитики обучения LA для повышения успеваемости студентов, прогнозирования успехов студентов и улучшения практики преподавания и обучения все чаще признаются в высшем образовании. Однако, как отмечают A. Sh. Alzahrani и др. [35], внедрение LA в высших учебных заведениях на сегодняшний день остается спорадическим и преимущественно небольшим по масштабу из-за ряда социально-технических проблем. Авторы попытались разобраться с этими проблемами, проведя свое исследование, которое было основано на серии интервью с руководителями высших учебных заведений, которые далее были тематически проанализированы с использованием возможностей эпистемического сетевого анализа.

P. Leitner, M. Khalil и M. Ebner [36] представили состояние аналитики обучения LA в сфере высшего образования за последние пять лет до момента опубликования. В общей сложности авторы провели анализ около 100 статей, в которых представлены различные методы, используемые в исследованиях и связанных с ними проектах, а также сформулированы наиболее перспективные будущие направления. Исследование, проведенное M. A. Bamiyah, S. N. Brohi, B. B. Rad, представляет собой углубленный обзор технологии больших данных (Big Data Technologies, BDT) с целью демонстрации преимуществ при их внедрении в область образования [37]. BDT играет важную роль в оптимизации образовательного процесса и способствует повышению качества образования. Однако, как отмечают авторы, несмотря на то что BDT предлагает значительные возможности для улучшения образования, существует ряд проблем, связанных с его полным внедрением, таких как обработка и хранение данных, безопасность, конфиденциальность, этика, нехватка квалифицированных специалистов. На широкие возможности, предоставляемые социальными сетями при разработки новых форм оценки образования, обращают внимание S. Ray и M. Saeed, полагая, что именно такая форма обеспечивает получение анонимного и гибкого выражения мнений студентов [38]. А анализ этих почти истинных обратных связей даст представление о том, что действительно думают студенты о системе образования. Авторы считают, что внедрение методов LA и BD ускорит появление новых разработок в области конфиден-

циальности и этики и тем самым ускорит процесс столь необходимой реформы образования [38].

Проведенный краткий обзор позволяет сделать вывод, что в образовательной среде есть понимание того, что появление компетентностного подхода является естественным шагом, который отражает реакцию общества на возникшие новые требования к качеству обучения. Однако до сих пор (и это отмечается многими исследователями) нет общей концепции построения системы оценивания компетенций.

Методология, материалы и методы

Принципы организации системы «модель специалиста»

Предлагаемый в данной работе подход к построению компетентностной модели специалиста основан на понимании того, что уровень сформированности компетенций (УСК) является результатом совместного действия процесса обучения, внешней среды и, конечно, природных данных человека (Е. О. Беляева, С. Г. Катаев, Т. С. Перон, Е. В. Константинова [39]). Иными словами, с известными оговорками человек может быть охарактеризован набором факторов разной природы, что и приводит к необходимости создания именно мультифакторной модели студента, позволяющей не только оценивать и анализировать уровни сформированности профессиональных компетенций, но и находить латентные связи между различными факторами.

Фактически речь идет о *принципах* построения модели будущего специалиста, которая должна давать возможность, в частности, прогнозировать прогресс в обучении студента в сочетании с его профессиональными планами. При условиях регулярного мониторинга модель должна позволять не только получать в динамике многогранные личностные портреты студентов, но и формулировать рекомендации по дополнительному/факультативному обучению для студентов, нацеленных на работу в сфере образования с учетом их личностные характеристики. Создание такого рода работоспособной модели требует решения нескольких задач:

- 1) разработка методики сбора первичной информации;
- 2) создание метода оценивания личностных факторов и уровней сформированности компетенций;
- 3) определение способа нахождения связей между различными факторами;
- 4) разработка методики интерпретации полученных результатов.

Ранее К. С. Катаевым была предложена модель принятия решения индивидом с учетом личностных факторов различной природы, в которой также учитывались эвристические факторы, некие человеческие предпочтения, принципы, напрямую связанные с типом принимаемого решения [40; 41]. При этом под моделью индивида понимался многогранный усредненный по группе портрет близких по свойствам респондентов. Было сформулировано понятие «*пространство решений*» и определено понятие *комплексного решения* – некоего набора подрешений, из которых и строится результирующий образ

решения. В 2014 г. в ТГПУ Е. О. Алексеева и С. Г. Катаев разработали компетентностную модель специалиста [42].

Предлагаемый в данной работе метод построения комплексной модели выпускника педагогического вуза представляет собой синтез двух вышеуказанных подходов. Предполагается, что при выборе решения человек оперирует не только явными фактами, касающимися данного решения и окружающей обстановки, также на него воздействует большой набор факторов как внешних (воздействие среды), так и внутренних (свойства человеческой личности, включая и свои компетенции). Таким образом, говоря о решении в области профессиональной деятельности, мы подразумеваем, что индивид стремится к некоему абстрактному образу профессии, т. е. выбирает некий набор свойств этой должности [42].

Структура модели специалиста

Все необходимые для модели факторы разделены на 3 пространства: пространство личностных характеристик Ω_c ; пространство решений-альтернатив Ω_p ; пространство свойств среды Ω_o . При этом каждое пространство содержит свои наборы факторов, разбитые для удобства на блоки. Структурная схема модели приведена на рис. 1.

1. Пространство личностных характеристик Ω_c – факторы природы человека – как прирожденные, так и приобретенные. В данном пространстве находятся разделенные на три блока формализованные факторы человеческой природы, которые будем называть личностными:

1) постоянные факторы (Ф). В этот блок входят факторы социально-демографической природы;

2) переменные факторы (Ψ). В этот тип входят факторы, которые описывают психологическую природу человека, его психологический портрет. Они влияют на любое решение человека вне зависимости от области деятельности;

3) прикладные факторы (С). В этот блок попадают факторы, которые отбрасываются под конкретную задачу. Они зависят от области применения и напрямую влияют на решения человека, его тактику и стратегию. В данном случае прикладными факторами являются профессиональные компетенции будущего преподавателя. Оценка этих компетенций должна выявляться как при помощи самооценки самих студентов, так и при помощи внешней оценки – тестирования и оценки преподавателей.

2. Пространство решений-альтернатив Ω_p включает в себя принимаемые человеком решения. В данной модели предполагается, что решение индивида многогранно и его можно представить как комплекс из некоторого набора подрешений. Таким образом, можно сказать, что в пространство решений входят элементы решения, из которых можно строить стратегии индивида при принятии решения.

3. Пространство свойств среды Ω_o содержит факторы, характеризующие социум, государство, природные факторы и т. д. К данному простран-

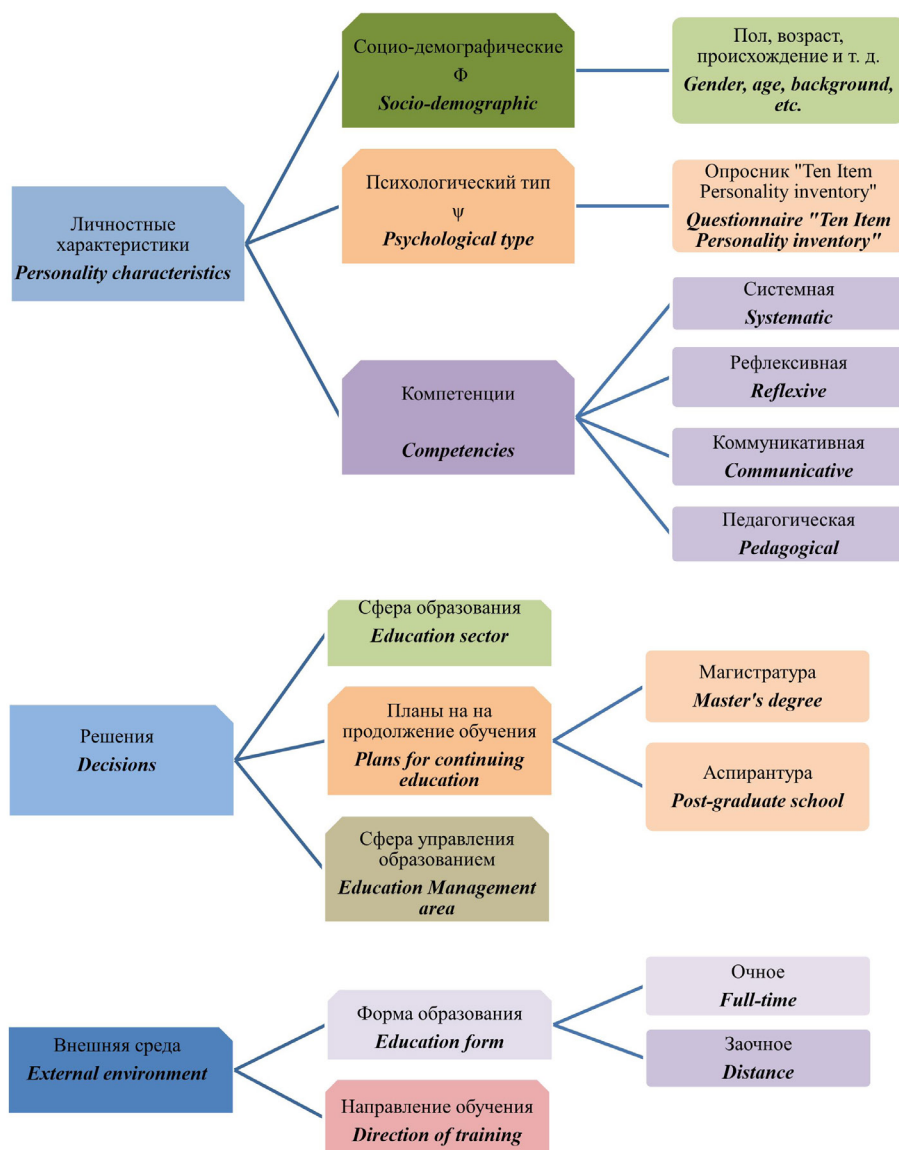


Рис. 1. Структурная схема модели

Fig. 1. Structural diagram of the model

ству относятся факторы, описывающие состояние среды на момент принятия решения человеком, а также состояние среды в прошлом и прогнозы на будущее. Выбор факторов для этого пространства, для введения его в модель, зависит от области приложения, в которой принимается решение. В это пространство могут входить факторы разной природы. В частности, факторами среды можно считать некоторые важные характеристики вуза, в котором проходит обучение студент.

Каждый фактор перечисленных пространств задается в своей шкале значений. Шкалы могут быть количественными или порядковыми, количество возможных значений каждого фактора определяется исследователем, но в любом случае они должны быть ранжированы. Конкретные значения факторов определяются из обработки результатов опроса респондентов. В результате каждый респондент представляется точкой в соответствующих многомерных пространствах.

По мнению авторов, такой подход к организации данных является гибким и достаточно полным. На самом деле есть возможность анализировать каждый блок по отдельности и совместно, выбирая факторы из разных пространств, вводить новые блоки или пространства факторов, ориентированные на (возможно новую) цель исследования, без изменения остальных.

Алгоритм реализации подхода к построению модели специалиста – выпускника педагогического вуза

Далее в качестве примера приводится конкретный вариант разработанной мультифакторной модели специалиста – выпускника педагогического вуза, а также полученные результаты и их интерпретация. Как уже было отмечено выше, подход подразумевает последовательное выполнение ряда этапов:

1. Выделение множества факторов и разделение их на пространства Ω_s , Ω_p , Ω_o .
2. Сбор первичных данных.
3. Обработка данных и получение количественных характеристик.
4. Нахождение в характеристиках явных и скрытых закономерностей.
5. Визуализация и интерпретация полученных результатов.

Выделение факторов

Исходя из цели исследования были отобраны следующие факторы:

1. Пространство личностных характеристик Ω_s :

Постоянные факторы (Ф). В этот блок входят факторы социально-демографической природы: пол, возраст, профессия, этап жизни семьи, род занятий, экономическое положение.

Переменные факторы (Ψ). В качестве инструмента определения психологического портрета предлагаются пятифакторная теория личности [43] и личностный опросник Ten Item Personality Inventory, который является одной из самых популярных коротких методик описания психологического портрета (авторы русской адаптации – А. С. Сергеева и др. [44]). Обработка ответов

на эти вопросы позволяет получить интегральные значения, характеристики каждого респондента по пяти шкалам: К1 «нейротизм», К2 «экстраверсия», К3 «открытость опыту», К4 «согласие», К5 «надежность». Будем называть эти характеристики уровнями психологических шкал (УПШ). Значения УПШ лежат в пределах от 0 до 10.

Прикладные факторы (С). В данном случае прикладными факторами являются профессиональные компетенции будущего преподавателя. Оценка этих компетенций должна выявляться как при помощи самооценки самих студентов, так и при помощи внешней оценки – тестирования и оценки преподавателей. В данной работе были выбраны следующие обобщенные (блочные) компетенции:

- 1) универсальный (системный, С1) блок характеризует уровень системного мышления человека, его способность к аналитике. Человек с развитым первым блоком скорее теоретик, нежели практик;
- 2) информационный (рефлексивный, С2) блок указывает на способность реализовывать на практике идеи, проекты (не обязательно свои). Человек с развитым вторым блоком скорее практик;
- 3) социальный (коммуникативный, С3) блок характеризует коммуникативные и отчасти лидерские способности. Человек с развитым третьим блоком стремится работать среди людей и умеет управлять людьми;
- 4) профессиональный (педагогический, С4) блок определяет уровень профессиональных компетенций. Человек, обладающий хорошо сформированными компетенциями этого блока, умеет работать, способен развиваться, совершенствоваться, может пользоваться своими знаниями (компетенциями).

Количество обобщенных компетенций, принципы и процедура их формирования подробно изложена в работе [42].

Опираясь на данное описание блочных компетенций, мы можем представить профессиональный функционал той или иной педагогической профессии как набор показателей, некую совокупность численных значений соответствующих усредненных блочных компетенций.

Для определения УСК использовался набор из 18 вопросов-индикаторов, которые были выбраны методом экспертной оценки с учетом результатов проведенного факторного анализа. Ответы на вопросы фиксировались в порядковой шкале. Значения УСК, так же как и УПШ, лежат в пределах от 0 до 10.

2. Пространство решений-альтернатив Ω_r .

В данной работе мы рассматриваем решения следующих типов:

- Я не собираюсь работать в сфере образования.
- Я хочу стать учителем в средней школе, преподавателем в училище, техникуме или вузе.
- Я хотел бы работать в образовательном учреждении, но не преподавателем.
- Я заинтересован в работе в органах управления образованием.
- Я планирую продолжить обучение в магистратуре/аспирантуре.
- Возможно, я прекращу обучение в вузе или перейду в другой университет

Методика сбора данных

Методом сбора данных в данной модели является онлайн-анкетирование. Исследователь составляет опросник, содержащий выбранные исследователем факторы как из пространства личностных факторов, так и из пространства решений. Вопросы формулируются таким образом, чтобы в дальнейшем ответы легко было формализовать, привести к нужной шкале и ранжировать. В результате данные каждого блока представляют собой матрицу типа «объект – свойство», содержащую N строк (число респондентов) и M столбцов (количество признаков или факторов). Так, в блоке решений количество признаков равно 6, в переменном блоке (Y) – 10, а в прикладном блоке (C) – 18.

Обработка данных и получение количественных характеристик

Для нахождения УСК был использован адаптированный индикаторный метод оценивания компетенций, разработанный Ю. О. Лобода, Е. А. Хомяковой и С. Г. Катаевым [45]. Главная идея этого метода состоит в том, что УСК проявляются в индикаторах. Определяя посредством тестирования значения индикаторов, можно рассчитать величину каждой компетенции. Индикаторы – это вопросы, сформулированные таким образом, чтобы они давали вклад (проявлялись) в разных обобщенных компетенциях [46]. Рассчитав УСК, мы тем самым сжимаем информацию. После этой процедуры каждому респонденту ставится в соответствие вместо 18 только 4 признака – УСК.

Кластеризация. Нахождение латентных связей

Далее проводится кластерный анализ полученных данных отдельно по каждому блоку C и Ψ из пространства личностных характеристик. В результате получаются таксоны (классы) разного наполнения. Каждый класс K_i содержит студентов с близкими психологическими характеристиками (блок Ψ), классы C_i включают в себя студентов, обладающих схожими УСК (блок C). Блоки, содержащие социодемографические факторы и принимаемые решения (Ωp), рассматривались только в качестве дополнительных – информационных.

Таким образом, каждый класс C_i и K_i характеризуемый своим набором значений психологических факторов УПШ и УСК, представляет собой своеобразный усредненный портрет соответствующей группы студентов. Надо заметить, что одномерное пространство альтернатив в нашей задаче – сделанный или предполагаемый выбор – является только проекцией многомерного пространства подрешений-факторов: зарплата, количество рабочих часов, карьерный потенциал, перспективы повышения зарплаты, чувство удовлетворения от работы, уважение к профессии в обществе и т. д.

Иными словами, весь объем многомерного пространства подрешений можно разбить на множество непересекающихся подобъемов, каждому из которых соответствует определенная альтернатива. Ясно, что есть определенная, пусть и косвенная, связь между выбором профессии и факторами, исследуемыми в данной работе. Нахождение таких латентных связей и составляет одну из важнейших задач, которую можно решать в рамках предлагаемого подхода.

Результаты исследования и их обсуждение

Предлагаемый подход был апробирован на материале, полученном в результате онлайн опроса студентов ФМФ ТГПУ в 2020 г. В исследовании приняло участие 189 человек с 1-го по 5-й курс. Таким образом, приводимые ниже результаты получены из анализа данных самооценки студентов.

В результате кластеризации для каждого курса был получен набор классов, сформированный по разным блокам пространства личностных характеристик, т. е. группы по УПШ и УСК.

На последующих рисунках приведены примеры визуализации полученных результатов. Так, на рис. 2 помещены нормированные на единицу значения УСК. Видно, что наблюдается тенденция роста УСК от курса к курсу. Выпадает из этого тренда 4-й курс. Является ли это наблюдение заслуживающим внимания фактом или это случайность, можно будет выяснить только после проведения дополнительных исследований. На рис. 3 приводятся результаты кластеризации студентов 4-го курса по компетентностному блоку. Распределение исходной информации по блокам и нахождение кластеров позволяет выделять интервалы по компетентностным и психологическим шкалам, которые соответствуют студентам, выбравшим одну и ту же профессию.

Так, особенный интерес представляют наиболее многочисленные по факту группы, выбравших профессию учителя («учителя») и работу в сфере управления («управленцы»). Рис. 4 иллюстрирует отношение студентов к перспективе связать свою жизнь с преподаванием для разных курсов ФМФ.

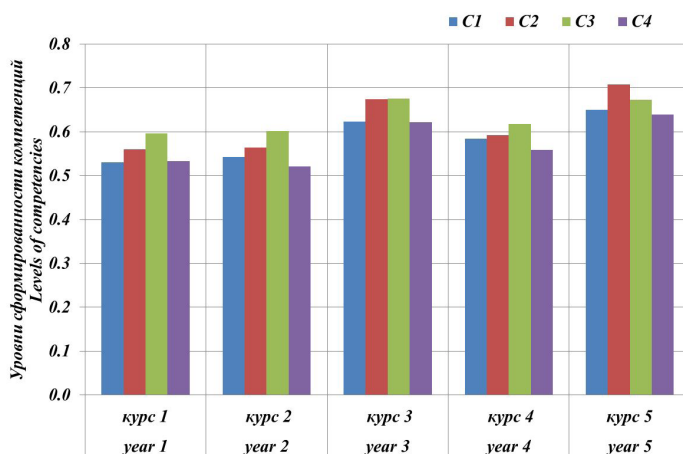


Рис. 2. Показатели уровней сформированности блочных компетенций для каждого курса ФМФ

Fig. 2. Indicators of the levels of formation of block competencies for each course at Physics and Mathematics Faculty

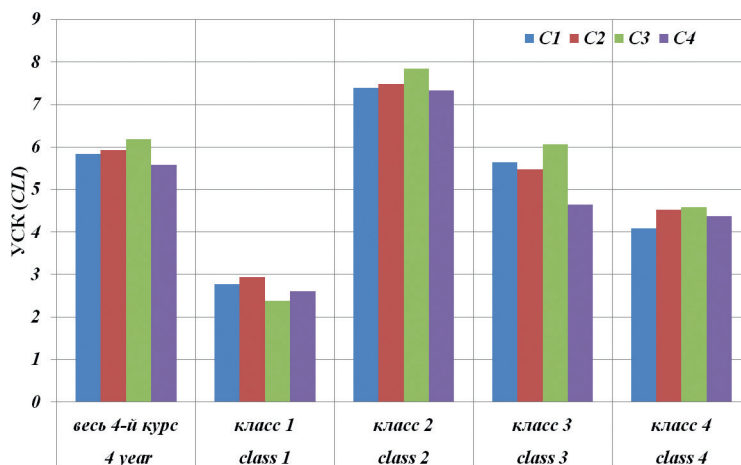


Рис. 3. Показатели УСК для выделенных классов (4-й курс ФМФ)

Fig. 3. Competency level indicators (CLI) for selected classes (year 4 at Physics and Mathematics Faculty)

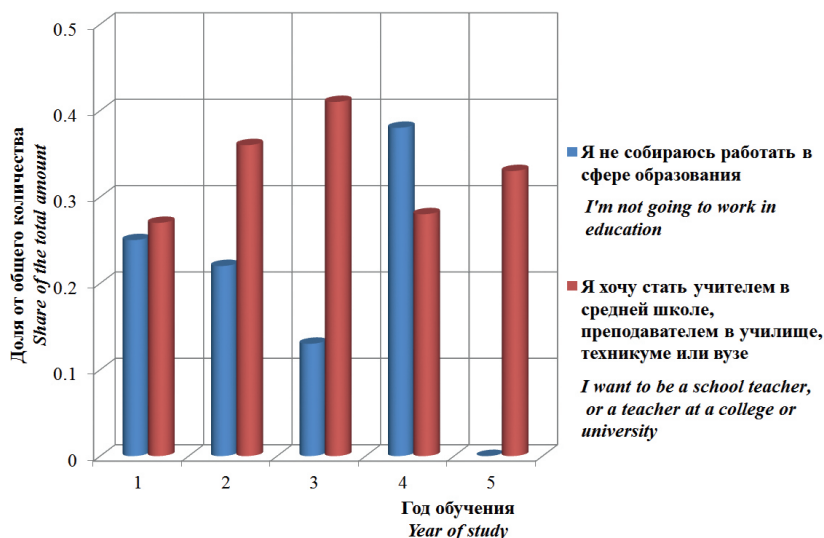


Рис. 4. Отношение студентов к перспективе работы в сфере образования

Fig. 4. The attitude of students to the prospect of working in the field of education

Связь между УПШ и УСК студентов 1–5 курсов, выбравших профессию учителя (группа «учителя»), представлена на рис. 5.

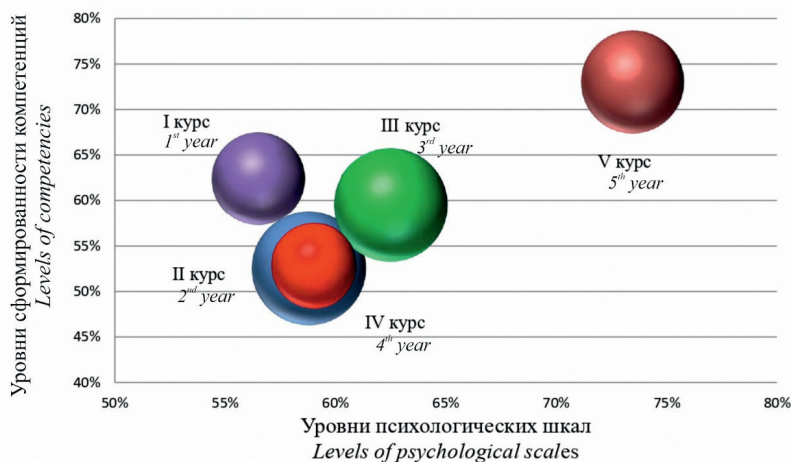


Рис. 5. Средние значения УПШ и УСК для группы «учителя». Размер шариков отражает количество студентов в классе

Fig. 5. Average values of the level of psychological (SPS) parameters and competency level for the “teachers” group. The size of the balloons reflects the number of students in the class

На рис. 6 в осях УСК и УПШ для сравнения приводится распределение классов «учителя» и «управленцы» с 1-го по 5 курс. Видно, что УСК «управленцев» находится на примерно том же уровне для всех курсов, а УПШ уверенно возрастает

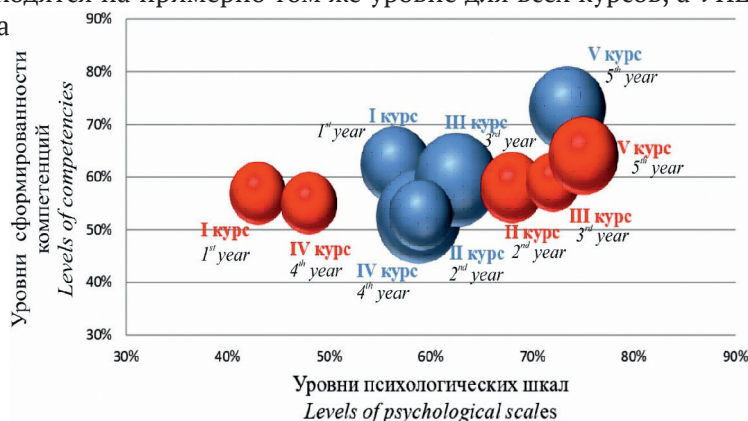


Рис. 6. Результаты распределения групп по уровням сформированности компетенций и значениям психологических шкал с 1 по 5 курс. Голубые шарiki – группа «учителя», красные – «управленцы». Размер шариков отражает количество студентов в классе

Fig. 6. The results of the distribution of groups according to the levels of competency formation and the values of psychological scales from 1st to 5th year of study. Blue balls are a group of “teachers”, red – “managers”. The size of the balloons reflects the number of students in the class

Обсуждение результатов

Рассмотрим в качестве примера интерпретацию результатов совместного анализа всех блоков для двух классов 4-го курса, полученных при кластеризации по УСК (см. рис. 3). Все показатели УСК и УПШ приведены в процентах от максимального значения.

Класс 1 (class 1). Класс содержит 5 человек. Все – приехавшие в Томск из других мест девушки. У класса самый низкий показатель среднего значения УСК – 25 %. Распределение УПШ представлено на рис. 7. Обращают на себя внимание высокое значение шкалы «нейротизм» (57,5 %) и низкий показатель шкалы «экстраверсия» (32,5 %). Большие значения нейротизма характеризуют лиц, неспособных контролировать свои эмоции и импульсивные влечения. Их поведение во многом обусловлено ситуацией. Они с тревогой ожидают неприятностей, в случае неудачи легко впадают в отчаяние и депрессию. У них, как правило, занижена самооценка.

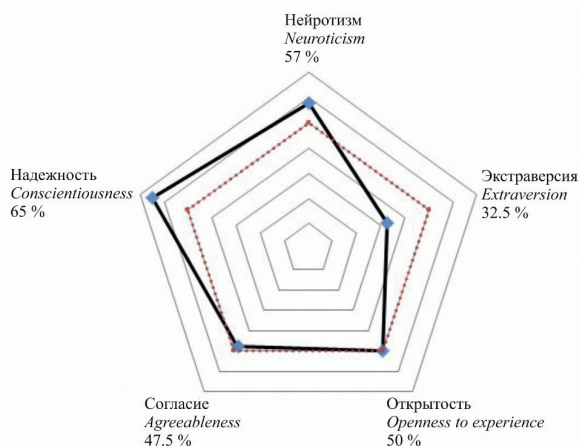


Рис 7. Диаграмма УПШ в процентах для 1-го класса 4-го курса ФМФ

Fig. 7. SPS diagram in percent for the 1st grade of the 4th year of study at Physics and Mathematics Faculty

С учетом низкого среднего значения по шкале «экстраверсия», что также свидетельствует о низкой уверенности в себе, закономерно, что у этого класса и низкая самооценка своих компетенций.

Класс 2 (class 2). В нем 18 человек. Самый высокий средний УСК – 75 %. Распределение УПШ в процентах от максимального значения представлено на рис. 8. Девушек – 10 человек, юношей – 8; все жители России; примерно половина из Томска. Почти половина класса, 44 % (8 человек) намереваются продолжить свое обучение в магистратуре, 17 % (3 человека) – пойти работать преподавателем.

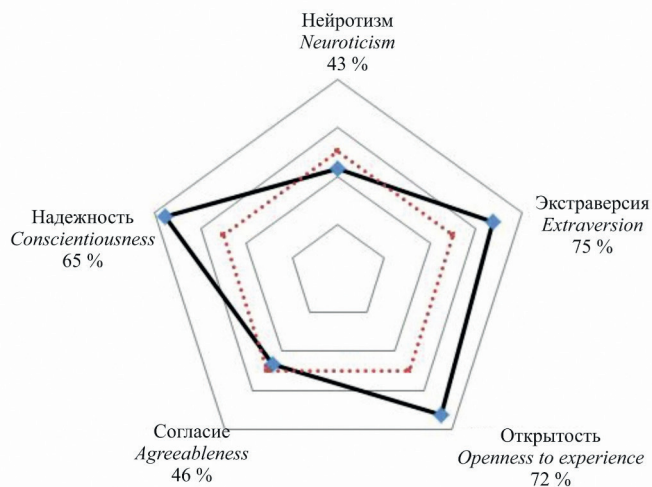


Рис 8. Диаграмма УПШ в процентах для 2-го класса 4-го курса ФМФ

Fig. 8. SPS diagram in percent for the 2nd grade of the 4th year of study at Physics and Mathematics Faculty

Здесь также наблюдается хорошая корреляция между УПШ и УСК. Низкий уровень тревожности (шкала «нейротизм») в сочетании с высоким уровнем уверенности в себе (шкала «экстраверсия»), а также высокие показатели по другим шкалам объясняют высокую результирующую самооценку всех своих компетенций. Реалистичный взгляд на жизнь, уверенность в своих силах, понимание своего будущего места в жизни обуславливает и выбор – магистратура или преподавание в школе.

Анализ результатов исследования позволяет сделать и другие наблюдения.

1. Выявлена общая тенденция к повышению уровня тревожности от курса к курсу. Это позволяет сделать вывод, что общая озабоченность и тревожность к выпуску у студентов растет. Это вполне объяснимо, поскольку будущие выпускники ожидают с работой в общеобразовательных учреждениях появление достаточного пласта проблем. В любом случае администрации вуза желательно контролировать настроения студентов на последних курсах.

2. Обнаружена и корреляция между сельским происхождением и повышенной относительно больших городов готовностью к выбору профессии учителя – можно говорить о ранней ориентации таких студентов к работе в школе.

3. У многих студентов есть понимание сложности преподавательской работы, но они готовы работать на управленческих должностях в системе образования, полагая, что такая работа избавлена от стрессов и сложности в коммуникации. При этом действительно у студентов, выбирающих такую карьеру, уровень психологических шкал, отвечающих за общение, ниже, чем у тех, кто готов работать в школе или в вузе.

На наш взгляд, использование для нахождения УСК именно самооценки студентов является важным, поскольку преподаватель в состоянии определить только преимущественно «знаниевую» компоненту компетенции, а сам студент вкладывает в оценку собственное понимание своего уровня, и косвенно в ней отражаются и психологические факторы. По этой причине при самооценке УСК и УПШ должны демонстрировать более четкие связи. Однако ясно, что для построения более объективной картины необходимо введения в модель дополнительных блоков в опросе – использование не только самооценки, но и различных методов тестирования и проверки конкретных знаний и умений, а не пытаться опираться исключительно на отметки – результаты сессии.

Заключение

Результатом работы являются создание и проверка на практике комплексной модели выпускника педагогического вуза, построенной с учетом факторов социально-демографической и психологической природы, позволяющей количественно оценивать уровни сформированности компетенций. Блочная структура модели делает ее универсальной, гибкой и удобной для обработки данных и их интерпретации. Получаемая разнообразная информация позволяет отыскивать закономерности в данных, а также проверять априорные предположения на фактическом материале.

Модель была апробирована на студентах всех курсов ФМФ ТГПУ. Разумность полученных результатов, выявленные связи и закономерности дают уверенность в том, что предлагаемая модель является хорошей основой для построения мониторинговой системы контроля качества образовательного процесса.

Список использованных источников

1. Розанов В. В. Эстетическое понимание истории. Сумерки просвещения: собрание сочинений (статьи и очерки 1889–1897 гг.). Том 28 / Под общ. ред. А. Н. Николюкина. Москва: Республика; Санкт-Петербург: Росток, 2009. 878 с.
2. Gervais J. The operational definition of competency-based education // The Journal of Competency-Based Education. 2016. № 1 (2). P. 98–106. DOI: 10.1002/cbe2.1011
3. Chiu M. H., Lin J. W. Modeling competence in science education // Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research. 2019. Vol. 1. № 1. P. 1–11. Available from: <https://diser.springeropen.com/counter/pdf/10.1186/s43031-019-0012-y.pdf> (date of access: 13.11.2022).
4. Sanchez A. V., Ruiz M. P. Competence-based learning. A proposal for the assessment of generic competences. Bilbao: University of Deusto, 2008. 335 p. Available from: http://tuningacademy.org/wp-content/uploads/2014/02/Competence-Based-learning_EN.pdf (date of access: 13.11.2022).
5. Champion M. A. et al. Doing competencies well: Best practices in competency modeling // Personnel psychology. 2011. Vol. 64, № 1. P. 225–262. Available from: <https://workitect.com/wp-content/uploads/2019/10/Doing-Competencies-Well-Best-Practices.pdf> (date of access: 13.11.2022).
6. Chiu M. H., Wu W. L. A novel approach for investigating students' learning progression for the concept of phase transitions // Educación Química. 2013. Vol. 24, №. 4. P. 373–380. Available from:

<https://www.elsevier.es/es-revista-educacion-quimica-78-articulo-a-novel-approach-for-investigating-S0187893X1372490X> (date of access: 13.11.2022).

7. Lu X., Kaiser G. Creativity in students' modelling competencies: conceptualisation and measurement // *Educational Studies in Mathematics*. 2022. Vol. 109. № 2. P. 287–311. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10649-021-10055-y#citeas> (date of access: 13.11.2022).

8. Leikin R., Elgrably H. Problem posing through investigations for the development and evaluation of proof-related skills and creativity skills of prospective high school mathematics teachers // *International Journal of Educational Research*. 2020. Article number 102. DOI: 10.1016/j.ijer.2019.04.002

9. Zaitseva L., Misnevs B. Competency-Based Approach Teaching Software Engineering // In: Uskov V., Howlett R., Jain L. (Eds.) *Smart Education and e-Learning. Smart Innovation, Systems and Technologies*. 2019. Vol 144. Springer, Singapore. DOI: 10.1007/978-981-13-8260-4_22

10. Pramila R. Competency based Education: Towards Self Direction // *International Journal of Science and Research (IJSR)*. 2019. № 5. P. 46–50. Available from: <https://www.ijer.net/archive/v8i5/29041904.pdf> (date of access: 10.11.2022).

11. Lilleväli U., Täks M. Competence Models as a Tool for Conceptualizing the Systematic Process of Entrepreneurship Competence Development // *Education Research International*. 2017. DOI: 10.1155/2017/5160863

12. Matthews M. R. Models in science and in science education: An introduction // *Science & Education*. 2007. Vol. 16. № 7. P. 647–652. DOI: 10.1007/s11191-007-9089-3. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-007-9089-3#citeas> (date of access: 10.11.2022).

13. Pariafsai F., Pariafsai S. Classification of Key Competencies for Construction Project Management: Literature Review and Content Analysis // *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology*. 2021. Vol. 8, № 3. P. 211–234. DOI: 10.32628/IJSRSET218334

14. Замятина О. М. Матрица компетенций современного школьного педагога // *Вестник Томского государственного педагогического университета*. 2020. № 6 (212). С. 118–125. DOI: 10.23951/1609-624X-2020-6-118-125

15. Giffredo S., Mich L., Ronchetti M. The project-based method to promote competence-based education. A case study in teaching computer science in Italian secondary school // *Journal of E-Learning and Knowledge Society*. 2022. № 18 (1). P. 107–115. DOI: 10.20368/1971-8829/1135571

16. Bartlett A. D., Um I. S., Luca E. J., Krass I., Schneider C. R. Measuring and assessing the competencies of preceptors in health professions: a systematic scoping review // *BMC Medical Education*. 2020. Vol. 20 (1). P. 1–9. DOI: 10.1186/s12909-020-02082-9

17. Brink D., Simpson D., Crouse B. J., Morzinski J. A., Bower D., Westra R. E. Teaching Competencies for Community Preceptors // *Family Medicine*. 2018. Vol. 50 (5). P. 359–363. DOI: 10.22454/FamMed.2018.578747

18. Ефремова Н. Ф. Особенности оценивания компетенций обучающихся [Электрон. ресурс] // *Международный журнал экспериментального образования*. 2017. № 9. С. 45–49. Режим доступа: <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=11757> (дата обращения: 26.04.2022).

19. Алексеева Л. Д., Кандерова О. Н. Рейтинговая оценка профессиональных компетенций: особенности разработки и внедрения [Электрон. ресурс] // *Инновационное развитие профессионального образования*. 2012. № 1 (01). С. 59–64. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/rejtingovaya-otsenka-professionalnyh-kompetentsiy-osobennosti-razrabotki-i-vnedreniya> (дата обращения: 26.04.2022).

20. Шкерина Л. В., Шашкина М. Б., Табинова О. А. Выявление и преодоление предметных дефицитов студентов – будущих учителей математики // *Перспективы науки и образования*. 2022. № 4 (58). С. 173–192. DOI: 10.32744/PSE.2022.4.11

21. Никульчева О. С., Тихомиров С. Г., Хаустов И. А., Назина Л. И. Оценка компетентности и готовности выпускников для решения задач профессиональной деятельности // *Вопросы современной науки и практики*. 2018. № 3. С. 155–165. DOI: 10.17277/voprosy.2018.03.pp.155-165

22. Фомичев А. А., Филиппова З. Ю. Модель оценивания конкурентоспособности выпускников [Электрон. ресурс] // *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. 2017. № 9-1. С. 210–220. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-otsenivaniya-konkurento-sposobnosti-vypusknikov> (дата обращения: 13.11.2022).

23. Сафонцев С. А., Черных О. В. Модель компетенций учебной дисциплины [Электрон. ресурс] // *Школьные технологии*. 2012. № 1. С. 48–58. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-kompetentsiy-uchebnoy-distipliny> (дата обращения: 26.04.2022).

24. Елтунова И. Б. Модель системы оценки профессиональных компетенций [Электрон. ресурс] // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 1-1. Режим доступа: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=17261> (дата обращения: 26.04.2022).

25. Heldáková L., Ďurková M. Socio-demographic factors and the level of teachers' motivation in Slovak national schools in Hungary // *Integration of Education*. 2021. № 25 (3). P. 387–400. DOI: 10.15507/1991-9468.104.025.202103.387-400

26. Мартыненко О. О., Якимова З. В., Николаева В. И. Методический подход к оценке компетенций выпускников [Электрон. ресурс] // *Высшее образование в России*. 2015. № 12. С. 35–45. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskiy-podhod-k-otsenke-kompetentsiy-vypusknikov> (дата обращения: 13.11.2022).

27. Ибрагимов Г. И., Ибрагимова Е. М. Оценивание компетенций: проблемы и решения [Электрон. ресурс] // *Высшее образование в России*. 2016. № 1. С. 43–53. Режим доступа: <https://vovr.elpub.ru> (дата обращения: 26.04.2022).

28. Karhumäki M. Competence assessment and competence development: case Pori Energia. 2015. 37 p. Available from: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/96689/Karhumaki_Markus.pdf?sequence=1 (date of access: 26.04.2022).

29. Alwast A., Vorhölter K. Measuring pre-service teachers' noticing competencies within a mathematical modeling context – an analysis of an instrument // *Educational Studies in Mathematics*. 2022. Vol. 109, № 2. P. 263–285. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10649-021-10102-8> (date of access: 26.04.2022).

30. Hauser F., Reuter R., Mottok J. Research competence: Modification of a questionnaire to measure research competence at universities of applied sciences // *Education 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. DOI: 10.1109/EDUCON.2018.8363216

31. Brodersen R. M., Randel B. Measuring student progress and teachers' assessment of student knowledge in a competency-based education system (REL 2017–238). Washington, DC: U.S. Department of Education, Institute of Education Sciences, National Center for Education Evaluation and Regional Assistance, Regional Educational Laboratory Central, 2017. Available from: <http://ies.ed.gov/ncee/edlabs> (date of access: 13.11.2022).

32. Redman A., Wiek A., Barth M. Current practice of assessing students' sustainability competencies: A review of tools // *Sustainability Science*. 2021. Vol. 16. № 1. P. 117–135. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11625-020-00855-1> (date of access: 13.11.2022).

33. Scheffel M., Drachsler H., Stoyanov S., Specht M. Quality Indicators for Learning Analytics // Journal of Educational Technology & Society. 2014. Vol. 17, № 4. P. 117–132. Available from: <https://www.learntechlib.org/p/168000> (date of access: 13.11.2022).

34. Avella J. T., Kebritchi M., Nunn S. G., Kanai T. Learning Analytics Methods, Benefits, and Challenges in Higher Education: A Systematic Literature Review // Journal of Asynchronous Learning Networks. 2016. Vol. 20, Iss. 2. P. 13–29. Available from: <https://www.learntechlib.org/p/193384> (date of access: 13.11.2022).

35. Alzahrani A. Sh., Tsai Y.-S., Iqbal S., Marcos P. M. M., Drachsler H., Kloos C. D., Al-johani N., Gasevic D. Untangling connections between challenges in the adoption of learning analytics in higher education // Education and Information Technologies. 2022. DOI: 10.1007/s10639-022-11323-x

36. Leitner P., Khalil M., Ebner M. Learning Analytics in Higher Education – A Literature Review // Learning Analytics: Fundaments, Applications, and Trends. Springer International Publishing, 2017. DOI: 10.1007/978-3-319-52977-6_1

37. Bamiah M. A., Brohi S. N., Rad B. B. Big data technology in education: advantages, implementations, and challenges // Journal of Engineering Science and Technology. 2018. Special Issue on ICCSIT. P. 229–241. Available from: <https://jestec.taylors.edu.my> (date of access: 26.04.2022).

38. Ray S., Saeed M. Applications of Educational Data Mining and Learning Analytics Tools in Handling Big Data in Higher Education // Applications of Big Data Analytics. 2018. P. 135–160. DOI: 10.1007/978-3-319-76472-6_7

39. Беляева Е. О., Катаев С. Г., да Силва Перон Т., Константинова Е. В. Количественное оценивание уровня сформированности компетенций и модель специалиста. Научно-педагогическое обозрение. Pedagogical Review. 2018. № 4 (22). С. 110–122. DOI: 10.23951/2307-6127-2018-4-110-122

40. Kataev K. S. The model of forecast of problem solving // KORUS 2004. Science and Technology Science and Technology: proceedings of the 8th Russian-Korean International Symposium on Science and Technology. Tomsk, 2004. P. 236–238. DOI: 10.1109/KORUS.2004.1555735

41. Катаев К. С. Прогноз динамики принятия решения индивида как представителя группы [Электрон. ресурс] // Новые информационные технологии в исследовании сложных структур: доклады VI Всероссийской конференции с международным участием. Томск, 2006. С. 214–222. Режим доступа: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000378825> (дата обращения: 13.11.2022).

42. Алексеева Е. О., Катаев С. Г. Компетентностная модель выпускника физической специальности педагогического вуза // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2014. № 11 (152). С. 178–181.

43. Воронкова Я. Ю., Радюк О. М., Басинская И. В. «Большая пятерка», или пятифакторная модель личности [Электрон. ресурс] // Смысл, функции и значение разных отраслей практической психологии в современном обществе: сборник научных трудов / Под ред. Е. Н. Ткач. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2017. С. 39–45. Режим доступа: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/179466/1/%C2%AB%D0%91%D0%9E%D0%9B%D0%AC%D0%A8%D0%90%D0%AF%20%D0%9F%D0%AF%D0%A2%D0%81%D0%A0%D0%9A%D0%90%C2%BB%20%D0%B8%D0%BB%D0%B8%20%D0%BF%D1%8F%D1%82%D0%B8%D1%84%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C%20%D0%B-B%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8%20%D0%A5%D0%B0%D0%B1%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%202017.pdf> (дата обращения: 13.11.2022).

44. Сергеева А. С., Кириллов Б. А., Джумагулова А. Ф. Перевод и адаптация краткого пятифакторного опросника личности (TIPI-RU): оценка конвергентной валидности, внутренней согласованности и тест-ретестовой надежности // Экспериментальная психология. 2016. Т. 9, № 3. С. 138–154. DOI: 10.17759/exprsy.2016090311

45. Катаев С. Г., Лобода Ю. О., Хомякова Е. А. Индикаторный метод оценивания компетенций // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2009. № 11 (89). С. 70–73.

46. Kataev S., Skripko Z., Alekseeva E. The Analysis of Degree of Formation of Competences on the Basis of Model of the Expert and Cluster Approach // Handbook of Research on Estimation and Control Techniques in E-Learning Systems. Hershey, IGI-Global. 2015. P. 96–110. DOI: 10.4018/978-1-4666-9489-7.ch008

References

1. Rozanov V. V. Esteticheskoe ponimanie istorii. Sumerki prosveshcheniya. Sbornik sochinenij. (Stat'i i ocherki 1889–1897 gg.) = Aesthetic understanding of history. Twilight of enlightenment: Collected works (articles and essays 1889–1897). Vol. 28. Ed. by A. N. Nikolukin. Moscow: Publishing House Respublika; St. Petersburg: Publishing House Rostok; 2009. 878 p. (In Russ.)

2. Gervais J. The operational definition of competency-based education. *The Journal of Competency-Based Education*. 2016; 1 (2): 98–106. DOI: 10.1002/cbe2.1011

3. Chiu M. H., Lin J. W. Modeling competence in science education. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research* [Internet]. 2019 [cited 2022 Nov 13]; 1 (1): 1–11. Available from: <https://diser.springeropen.com/counter/pdf/10.1186/s43031-019-0012-y.pdf>

4. Sanchez A. V., Ruiz M. P. Competence-based learning. A proposal for the assessment of generic competences [Internet]. Bilbao: University of Deusto; 2008 [cited 2022 Nov 13]. 335 p. Available from: http://tuningacademy.org/wp-content/uploads/2014/02/Competence-Based-learning_EN.pdf

5. Campion M. A., et al. Doing competencies well: Best practices in competency modeling. *Personnel Psychology* [Internet]. 2011 [cited 2022 Nov 13]; 64 (1): 225–262. Available from: <https://workitect.com/wp-content/uploads/2019/10/Doing-Competencies-Well-Best-Practices.pdf>

6. Chiu M. H., Wu W. L. A novel approach for investigating students' learning progression for the concept of phase transitions. *Educación Química* [Internet]. 2013 [cited 2022 Nov 13]; 24 (4): 373–380. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-educacion-quimica-78-articulo-a-novel-approach-for-investigating-S0187893X1372490X>

7. Lu X., Kaiser G. Creativity in students' modelling competencies: Conceptualisation and measurement. *Educational Studies in Mathematics* [Internet]. 2022 [cited 2022 Nov 13]; 109 (2): 287–311. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10649-021-10055-y#citeas>

8. Leikin R., Elgrably H. Problem posing through investigations for the development and evaluation of proof-related skills and creativity skills of prospective high school mathematics teachers. *International Journal of Educational Research*. 2020; 102. DOI: 10.1016/j.ijer.2019.04.002

9. Zaitseva L., Misnevs B. Competency-based approach teaching software engineering. In: Uskov V., Howlett R., Jain L. (Eds.). Smart education and e-learning. Smart innovation, systems and technologies. Vol. 144. Singapore: Springer; 2019. DOI: 10.1007/978-981-13-8260-4_22

10. Pramila R. Competency based education: Towards self direction. *International Journal of Science and Research (IJSR)* [Internet]. 2019 [cited 2022 Nov 10]; 5: 46–50. Available from: <https://www.ijsr.net/archive/v8i5/29041904.pdf>

11. Lilleväli U., Täks M. Competence models as a tool for conceptualizing the systematic process of entrepreneurship competence development. *Education Research International*. 2017. DOI: 10.1155/2017/5160863
12. Matthews M. R. Models in science and in science education: An introduction. *Science & Education* [Internet]. 2007 [cited 2022 Nov 10]; 16 (7): 647–652. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-007-9089-3#citeas> DOI: 10.1007/s11191-007-9089-3
13. Pariafsai F., Pariafsai S. Classification of key competencies for construction project management: Literature review and content analysis. *International Journal of Scientific Research in Science, Engineering and Technology*. 2021; 8 (3): 211–234. DOI: 10.32628/IJSRSET218334
14. Zamyatina O. M. Present-day school teacher matrix of competencies. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta = Tomsk State Pedagogical University Bulletin*. 2020; 212 (6): 118–125. DOI: 10.23951/1609-624X-2020-6-118-125 (In Russ.)
15. Giaffredo S., Mich L., Ronchetti M. The project-based method to promote competence-based education. A case study in teaching computer science in Italian secondary school. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*. 2022; 18 (1): 107–115. DOI: 10.20368/1971-8829/1135571
16. Bartlett A. D., Um I. S., Luca E. J., Krass I., Schneider C. R. Measuring and assessing the competencies of preceptors in health professions: A systematic scoping review. *BMC Medical Education*. 2020; 20 (1): 1–9. DOI: 10.1186/s12909-020-02082-9
17. Brink D., Simpson D., Crouse B. J., Morzinski J. A., Bower D., Westra R. E. Teaching competencies for community preceptors. *Family Medicine*. 2018; 50 (5): 359–363. DOI: 10.22454/FamMed.2018.578747
18. Efremova N. F. Features of assessment of competencies of students. *Mezhdunarodnyj zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya = International Journal of Experimental Education* [Internet]. 2017 [cited 2022 Apr 25]; 9: 45–49. Available from: <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=11757> (In Russ.)
19. Alekseeva L. D., Kanderova O. N. Rating assessment of professional competencies: The features of development and implementation. *Innovacionnoe razvitie professional'nogo obrazovaniya = Innovative Development of Vocational Education* [Internet]. 2012 [cited 2022 Nov 10]; 1 (01): 59–64. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/rejtingovaya-otsenka-professionalnyh-kompetentsiy-osobennosti-razrabotki-i-vnedreniya> (In Russ.)
20. Shkerina L. V. Identification and overcoming of subject deficits of students – future math teachers. *Perspektivy nauki i obrazovaniya = Perspectives of Science and Education*. 2022; 4 (58): 173–192. DOI: 10.32744/PSE.2022.4.11 (In Russ.)
21. Nikulicheva O. S., Tikhomirov S. G., Khaustov I. A., Nazina L. I. Assessment of competence and readiness of graduates to solve professional problems. *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V. I. Vernadskogo = Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University*. 2018; 3: 155–165. DOI: 10.17277/voprosy.2018.03.pp.155-165 (In Russ.)
22. Fomichev A. A., Filippova Z. Yu. Model of estimation of competitiveness of graduates. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tehnicheskie nauki = News of the Tula State University. Technical Sciences* [Internet]. 2017 [cited 2022 Nov 13]; 9–1: 210–220. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-otsenivaniya-konkurentosposobnosti-vypusknikov> (In Russ.)
23. Safontsev S. A., Cherniy O. V. Competence model of academic subject. *Shkol'nye tekhnologii = School Technologies* [Internet]. 2012 [cited 2022 Apr 26]; 1: 48–58. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-kompetentsiy-uchebnoy-distipliny> (In Russ.)

24. Eltunova I. B. Professional competency assessment system model. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* = *Modern Problems of Science and Education* [Internet]. 2015 [cited 2022 Apr 26]; 1–1. Available from: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=17261> (In Russ.)

25. Heldáková L., Ďurková M. Socio-demographic factors and the level of teachers' motivation in Slovak national schools in Hungary. *Integration of Education*. 2021; 25 (3): 387–400. DOI: 10.15507/1991-9468.104.025.202103.387-400

26. Martynenko O. O., Yakimova Z. V., Nikolaeva V. I. Methodological approaches to assessing graduates' competencies. *Vyshee obrazovanie v Rossii* = *Higher Education in Russia* [Internet]. 2015 [cited 2022 Nov 13]; 12: 35–45. Available from: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskiy-podhod-k-otsenke-kompetentsiy-vypusknikov> (In Russ.)

27. Ibragimov G. I., Ibragimova E. M. Competence assessment: Challenges and solutions. *Vyshee obrazovanie v Rossii* = *Higher Education in Russia* [Internet]. 2016 [cited 2022 Apr 26]; 1: 43–53. Available from: <https://vovr.elpub.ru> (In Russ.)

28. Karhumäki M. Competence assessment and competence development: Case Pori Energia [Internet]. 2015 [cited 2022 Apr 26]. 37 p. Available from: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/96689/Karhumaki_Markus.pdf?sequence=1

29. Alwast A., Vorhölter K. Measuring pre-service teachers' noticing competencies within a mathematical modeling context – an analysis of an instrument. *Educational Studies in Mathematics* [Internet]. 2022 [cited 2022 Apr 26]; 109 (2): 263–285. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10649-021-10102-8>

30. Hauser F., Reuter R., Mottok J. Research competence: Modification of a questionnaire to measure research competence at universities of applied sciences. In: *Education 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*; 2018. DOI: 10.1109/EDUCON.2018.8363216

31. Brodersen R. M., Randel B. Measuring student progress and teachers' assessment of student knowledge in a competency-based education system (REL 2017–238) [Internet]. Washington, DC: U.S. Department of Education, Institute of Education Sciences, National Center for Education Evaluation and Regional Assistance, Regional Educational Laboratory Central; 2017 [cited 2022 Nov 13]. Available from: <http://ies.ed.gov/ncee/edlabs>

32. Redman A., Wiek A., Barth M. Current practice of assessing students' sustainability competencies: A review of tools. *Sustainability Science* [Internet]. 2021 [cited 2022 Nov 13]; 16 (1): 117–135. Available from: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11625-020-00855-1>

33. Scheffel M., Drachsler H., Stoyanov S., Specht M. Quality indicators for learning analytics. *Journal of Educational Technology & Society* [Internet]. 2014 [cited 2022 Nov 13]; 17 (4): 117–132. Available from: <https://www.learntechlib.org/p/168000/>

34. Avella J. T., Kebritchi M., Nunn S. G., Kanai T. Learning analytics methods, benefits, and challenges in higher education: A systematic literature review. *Journal of Asynchronous Learning Networks* [Internet]. 2016 [cited 2022 Nov 13]; 20 (2): 13–29. Available from: <https://www.learntechlib.org/p/193384/>

35. Alzahrani A. Sh., Tsai Y.-S., Iqbal S., Marcos P. M. M., Drachsler H., Kloos C. D., Al-johani N., Gasevic D. Untangling connections between challenges in the adoption of learning analytics in higher education. *Education and Information Technologies*. 2022. DOI: 10.1007/s10639-022-11323-x

36. Leitner P., Khalil M., Ebner M. Learning analytics in higher education – a literature review. In: Peña-Ayala A. (Ed.). *Learning analytics: Fundamentals, applications, and trends*. Springer International Publishing; 2017. p. 1–23. DOI: 10.1007/978-3-319-52977-6_1

37. Bamiah M. A., Brohi S. N., Rad B. B. Big data technology in education: Advantages, implementations, and challenges. *Journal of Engineering Science and Technology. Special Issue on ICCSIT 2018* [Internet]. 2018 [cited 2022 Apr 26]; July: 229–241. Available from: <https://jestec.taylors.edu.my/>

38. Ray S., Saeed M. Applications of educational data mining and learning analytics tools in handling big data in higher education. In: Alani M. M., Tawfik H., Saeed M., Anya O. (Eds.). *Applications of big data analytics*. Cham: Springer; 2018. p. 135–160. DOI: 10.1007/978-3-319-76472-6_7

39. Belyaeva E. O., Kataev S. G., da Silva T., Konstantinova E. Quantitative estimation of competence level formation and expert's model. *Nauchno-pedagogicheskoe obozrenie = Pedagogical Review*. 2018; 4 (22):110–122. DOI: 10.23951/2307-6127-2018-4-110-122 (In Russ.)

40. Kataev K. S. The model of forecast of problem solving. In: KORUS 2004. Science and Technology Science and Technology: proceedings of the 8th Russian-Korean International Symposium on Science and Technology; 2004; Tomsk. Vol. 3. 2004. p. 236–238. DOI: 10.1109/KORUS.2004.1555735

41. Kataev K. S. Prediction of the dynamics of the decision of the individual as a representative of the group. In: *Novye informacionnye tehnologii v issledovanii slozhnyh struktur: doklady VI Vserossiyskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem = New Information Technologies in the Study of Complex Structures: Proceedings of the VI All-Russian Conference with International Participation* [Internet]; 2006 Sept 5–8; Shushenskoe, Shushensky Bor National Park. Tomsk; 2006 [cited 2022 Nov 13]; p. 214–222. Available from: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000378825> (In Russ.)

42. Alekseeva E. O., Kataev S. G. Competence-based model of a pedagogical university graduate of physics speciality. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta = Tomsk State Pedagogical University Bulletin*. 2014; 11 (152): 178–181. (In Russ.)

43. Voronkova Ya. Yu., Radyuk O. M., Basinskaya I. V. “Bol'shaja pjaterka”, ili pjatifak-tornaja model' lichnosti = The “big five” or five-factor model of personality. In: Tkach E. N. (Ed.). *Smysl, funkcii i znachenie raznyh otraslej prakticheskoj psihologii v sovremennom obshhestve: sbornik nauchnyh trudov = Meaning, functions and significance of different branches of practical psychology in modern society: Collection of scientific papers* [Internet]. Khabarovsk: Pacific National University; 2017 [cited 2022 Nov 13]. p. 39–45. Available from: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/179466/1/%C2%AB%D0%91%D0%9E%D0%9B%D0%AC%D0%A8%D0%90%D0%AF%D0%9F%D0%AF%D0%A2%D0%81%D0%A0%D0%9A%D0%90%C2%BB%20%D0%B8%D0%BB%D0%B8%20%D0%BF%D1%8F%D1%82%D0%B8%D1%84%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C%20%D0%B-B%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8%20%D0%A5%D0%B0%D0%B1%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%202017.pdf> (In Russ.)

44. Sergeeva A. S., Kirillov B. A., Dzhumagulova A. F. Translation and adaptation of short five factor personality questionnaire (TIPI-RU): Convergent validity, internal consistency and test-retest reliability evaluation. *Eksperimental'naja psihologija = Experimental Psychology*. 2016; 3 (9): 138–154. DOI: 10.17759/expsy.2016090311 (In Russ.)

45. Kataev S. G., Loboda Yu. O., Homyakova E. A. The indicator method of value competence. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta = Tomsk State Pedagogical University Bulletin*. 2009; 11 (89): 70–73. (In Russ.)

46. Kataev S., Skripko Z., Alekseeva E. The analysis of degree of formation of competences on the basis of model of the expert and cluster approach. In: Mkrttchian V., Bershadsky A., Bozhday A., Kataev M. (Eds.). *Handbook of research on estimation and control techniques in e-learning systems*. Hershey: IGI-Global; 2015. p. 96–110. DOI: 10.4018/978-1-4666-9489-7.ch008

Информация об авторах:

Катаев Константин Сергеевич – младший научный сотрудник лаборатории киберсоциализации и формирования цифровой образовательной среды, Томский государственный педагогический университет; SPIN-код 9575-7107; Томск, Россия. E-mail: kataev_k@mail.ru

Катаев Сергей Григорьевич – доктор технических наук, профессор кафедры физики и методики обучения физики, заведующий лабораторией педагогических измерений и качества образования, Томский государственный педагогический университет; ORCID 0000-0002-8019-4399, ResearcherID AAH-9816-2021; Томск, Россия. E-mail: sgkataev2010@yandex.ru

Каменская Ирина Валентиновна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики и методики обучения физики, Томский государственный педагогический университет; AuthorID 540425; Томск, Россия. E-mail: kamenskayaiv@tspu.edu.ru

Вклад соавторов:

К. С. Катаев – теоретический анализ проблемы исследования в зарубежной науке, сбор информации, анализ данных, обобщение результатов.

С. Г. Катаев – постановка проблемы, разработка структуры системы, теоретический анализ результатов исследования,

И. В. Каменская – теоретический анализ проблемы исследования в отечественной науке.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 03.05.2022; поступила после рецензирования 17.01.2023; принята к публикации 08.02.2023.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Information about the authors:

Konstantin S. Kataev – Junior Researcher, Laboratory of Cyber-Socialisation and Formation of Digital Educational Environment, Tomsk State Pedagogical University; SPIN-code: 9575-7107; Tomsk, Russia. E-mail: kataev_k@mail.ru

Sergey S. Kataev – Dr. Sci. (Engineering), Professor, Department of Physics and Methods of Teaching Physics, Head of the Laboratory of Pedagogical Measurements and Quality of Education, Tomsk State Pedagogical University; ORCID 0000-0002-8019-4399, ResearcherID AAH-9816-2021; Tomsk, Russia. E-mail: sgkataev2010@yandex.ru

Irina V. Kamenskaya – Cand. Sci. (Physics & Mathematics), Associate Professor, Tomsk State Pedagogical University; AuthorID: 540425; Tomsk, Russia. E-mail: kamenskayaiv@tspu.edu.ru

Conflict of interest statement. The authors declare that there is no conflict of interest.

Received 03.05.2022; revised 17.01.2023; accepted 08.02.2023.

The authors have read and approved the final manuscript.

Información sobre los autores:

Konstantín Serguéevich Katáev: Investigador Junior del Laboratorio de Cibersocialización y Formación del Entorno Educativo Digital, Universidad Pedagógica Estatal de Tomsk; spin-code 9575-7107; Tomsk, Rusia. Correo electrónico: kataev_k@mail.ru

Serguey Grigórevich Katáev: Doctor en Ciencias Técnicas, Profesor del Departamento de Física y Métodos de Enseñanza de la Física, Jefe del Laboratorio de Mediciones Pedagógicas y Calidad de la Educación, Universidad Pedagógica Estatal de Tomsk; ORCID 0000-0002-8019-4399, ResearcherID AAH-9816-2021; Tomsk, Rusia. Correo electrónico: sgkataev2010@yandex.ru

Irina Valentínovna Kaménskaya: Candidata a Ciencias Físicas y Matemáticas, Profesora del Departamento de Física y Métodos de Enseñanza de la Física, Universidad Pedagógica Estatal de Tomsk; AuthorID 540425; Tomsk, Rusia. Correo electrónico: kamenskayaiv@tspu.edu.ru

Contribución de coautoría:

K. S. Katáev: Análisis teórico del problema de investigación en ciencias en el extranjero, recopilación de información, análisis de datos, generalización de resultados.

S. G. Katáev: Planteamiento del problema, desarrollo de la estructura del sistema, análisis teórico de los resultados del estudio.

I. V. Kaménskaya: Análisis teórico del problema de la investigación en las ciencias propias de Rusia.

Información sobre conflicto de intereses. Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

El artículo fue recibido por los editores el 03/05/2022; recepción efectuada después de la revisión el 17/01/2023; aceptado para su publicación el 08/02/2023.

Los autores leyeron y aprobaron la versión final del manuscrito.