

# ПРИМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ КОМПЕТЕНЦИЙ ДЛЯ ПРОГРАММ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ В ОБУЧАЮЩЕЙСЯ ОРГАНИЗАЦИИ

## APPLICATION OF THE COMPETENCE STRUCTURE FOR MANAGEMENT DECISION SUPPORT PROGRAMS IN THE FIELD OF EDUCATION IN A LEARNING ORGANIZATION

**S. Aksenov  
I. Gayfullin**

*Summary.* This article presents the concept of a unified information model for the presentation of university educational data, aimed at developing new approaches to data-based management. The authors propose to use measurable quantitative and qualitative indicators of the educational process as input data, based on the introduction of a competence model into the accounting information system of the university and an optimization model for building a set of achievement indicators. This innovative method of improving learning outcomes differs in that it provides greater transparency and timeliness of management decision-making, as well as ensures the relevance of the portfolio of students and graduates.

*Keywords:* university management information system, competence, indicators of competence achievement, competence model, model for building indicators of competence achievement, management decisions, decision-making level, electronic information educational environment, learning management subsystem, accounting system, learning outcomes.

В настоящее время эффективное принятие управленческих решений в университетах в значительной степени зависит от агрегированных данных, получаемых из ключевых информационных систем бухгалтерского учета вуза. Независимо от степени автоматизации в университете, фундаментальные процессы, связанные с взаимодействием преподавателя и студента, должны происходить в рамках электронной информационно-образовательной среды (ЭИОС) в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами. Следовательно, сегодня каждый университет включает в свою структуру ЭИОС как минимум две подсистемы:

1. Подсистема управления обучением (LMS) — это программная платформа, используемая для контроля за учебными курсами в рамках системы образования.

**Аксенов Сергей Геннадьевич**

Доктор экономических наук, профессор,  
ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий  
beregrpilya@mail.ru

**Гайфуллин Ильдар Рустемович**

ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий  
pavel1112w@mail.ru

*Аннотация.* В данной статье представлена концепция единой информационной модели представления университетских образовательных данных, направленная на развитие новых подходов к управлению, основанному на данных. Авторы предлагают использовать измеримые количественные и качественные показатели образовательного процесса в качестве входных данных, основываясь на внедрении модели компетенций в бухгалтерскую информационную систему университета и оптимизационной модели для построения набора показателей достижений. Этот инновационный метод повышения результатов обучения отличается тем, что обеспечивает большую прозрачность и своевременность принятия управленческих решений, а также обеспечивает актуальность портфолио студентов и выпускников.

*Ключевые слова:* информационная система управления университетом, компетенция, индикаторы достижения компетенций, компетентностная модель, модель построения индикаторов достижения компетенций, управляющие решения, уровень принятия решений, электронная информационная образовательная среда, подсистема управления обучением, учетная система, результаты обучения.

2. Подсистема, которая отслеживает результаты промежуточных оценок и завершения основной образовательной программы (система учета).

В данной статье не рассматриваются конкретные программные продукты, используемые для реализации вышеупомянутых подсистем. Ключевым требованием для внедрения предлагаемого подхода к управлению на основе данных является наличие единой информационной модели для представления образовательных данных в университете.

Государственные университеты в России с трудом справляются с количеством выпускников, особенно по программам в области информационных технологий (ИТ). Федеральный проект «Кадры для цифровой экономики» нацелен на ежегодный набор 120 000 сту-

дентов к 2024 году, но растущие критерии приема вызывают опасения по поводу снижения качества подготовки выпускников и удержания студентов. В этой статье предлагается динамичный подход к оценке качества образования в области информационных технологий с использованием показателей универсальной образовательной информационной системы (EIOS), фокусирующийся на ключевых количественных показателях, таких как контрольные показатели приема и выпуска, которые отражают эффективность образования в достижении государственных целей обучения.

Несмотря на то, что университеты эффективно управляют количественными показателями, они часто отдают предпочтение этим показателям при принятии управленческих решений, пренебрегая оценкой качества образования. Эта проблема усугубляется увеличением числа конкурсов, основанных на измеримых критериях, и отсутствием общепринятых методов оценки качества образования. Следовательно, зависимость от количественных показателей вызывает опасения по поводу объективности качественных оценок, что приводит к снижению общего качества образования.

В данном исследовании предлагается использовать измеримые качественные характеристики для улучшения базовых образовательных программ, увязывая их с уровнями компетенций в учебной программе. С конца 2021 года этот подход, поддерживаемый инициативами по цифровой трансформации, направлен на создание образовательной модели, основанной на компетенциях, в режиме реального времени, в соответствии с действующими стандартами. Это облегчает мониторинг и оценку компетенций, позволяя своевременно корректировать траектории обучения будущих ИТ-специалистов и совершенствовать образовательную и управленческую практику в университетах.

Университетские системы учета выставляют оценки от «2 — неудовлетворительно» до «5 — отлично», но эти оценки субъективны и определяются отдельными преподавателями. Системы также не учитывают весомость оценок по дисциплинам, что делает некоторые «5» более значимыми, чем другие, исходя из средней успеваемости в классе. Эта проблема отражена в Едином государственном экзамене, где средние баллы ежегодно меняются в зависимости от сложности вопросов. Следовательно, качественные показатели часто представляются неадекватно и переводятся в количественные показатели.

Цифровая трансформация требует адаптации образовательного процесса с использованием адаптивных систем и современной модели компетенций в режиме реального времени. Эта модель построена на современных стандартах и тенденциях, делая упор на изме-

римость и оценку компетенций для улучшения развития персонала и карьерного роста, в том числе на руководящих должностях.

В данной статье предлагается метод оценки результатов обучения с использованием компетентностной модели, основанный на последних исследованиях, проведенных в России и за рубежом. В статье рассматривается критическая проблема субъективности при оценке, которая влияет на управление образовательными ресурсами. Человеческий фактор вносит неопределенность в процессы оценки. Для решения этих проблем в статье рекомендуется разработать методы и технологии, основанные на искусственном интеллекте, которые позволят справиться с этой неопределенностью и улучшить образовательные процессы. В нем также подчеркивается необходимость внедрения модели компетенций в университетские информационные системы бухгалтерского учета и предлагается оптимизировать компьютерную модель с помощью генетических алгоритмов для определения компетенций, что приведет к созданию новой дескрипторной модели компетенции.

Компетентность определяется как набор фундаментальных результатов обучения — знаний, навыков и умственных способностей (ZUN), которые служат основой для показателей достижения компетентности (IDC). Эти показатели организованы в виде «Активность» — «Объект контроля» — «Эпитеты» с исходными оценочными данными, полученными из оценок преподавателей. Модель позволяет интегрировать компоненты ZUN в IDC, облегчая создание автоматизированного инструмента оценки с использованием методов нечеткой логики. Классические механизмы нечеткой логики оптимизируют модель компетенций, представляя собой заключительный этап процесса.

Модель компетенций представлена в виде набора ориентированных графов с двумя вершинами ( $\langle \theta_k, \theta_l \rangle$ ,  $\Sigma_{kl}$ )  $\in G$ , где  $\theta_k, \theta_l \in \Theta$  — пара связанных ЗУН ( $k \neq l$ ) из общего множества ЗУН компетенции,  $\Sigma_{kl} \in \Sigma$  ориентированная связь от  $\theta_k$  к  $\theta_l$ . Тогда рабочая структура  $i$ -й компетенции приведена на рисунке 1.

$$M_i = \{g_\alpha(\langle \Theta_i \alpha_k, \Theta_i \alpha_l \rangle, \Sigma_i \alpha_{kl}), \\ g_\beta(\langle \Theta_i \beta_k, \Theta_i \alpha_l \rangle, \Sigma_i \beta \alpha_{kl}), \\ g_\gamma(\langle \Theta_i \gamma_m, \Theta_i \alpha_l \rangle, \Sigma_i \gamma \alpha_{ml}), \\ \Sigma_{ij} \alpha \beta, \Sigma_{ij} \alpha \beta \}, \\ g_\alpha, g_\beta, g_\gamma \in G_i, \{g_\alpha\} \cap \{g_\beta\} \cap \{g_\gamma\} = \emptyset$$

Рис. 1. Рабочая структура  $i$ -й компетенции

Здесь, по аналогии с базовой моделью (1):  $i M_i$  — структурная модель  $i$ -й компетенции;  $\theta_i \beta_k$ ,  $\theta_i \alpha_k$

$m\theta_i\gamma_k$  — соответственно базовый, образующий и дополнительный ЗУН;  $\Sigma_i, \alpha_{kl}$  — ориентированная связь от  $\theta\beta_k$  к  $\theta_i\alpha_l$ ;  $\Sigma_i, \beta_{kl}$  и  $\Sigma_i\beta_{\alpha_{ml}}$  — ориентированная связь соответственно от  $\theta\beta_k$  и от  $\theta\gamma_k$  к  $\theta\alpha_k$  (обратная связь запрещена);  $g_\alpha$  — двувершинные графы, представляющие ядерные связи;  $g_\beta$  и  $g_\gamma$  — двувершинные графы, связывающие периферийные компоненты с ядром;  $\Sigma_{ji}\alpha\beta$  — входящая внешняя связь, привносящая в структуру  $i$ -й компетенции базовый ЗУН как копию образующего ЗУН  $j$ -й компетенции,  $\Sigma_{ji}\alpha\beta$  — исходящая внешняя связь, транслирующая образующий ЗУН из ядра  $i$ -й компетенции в структуру  $j$ -й компетенции в качестве базового ЗУН. Дополнительные ЗУН  $\theta\gamma$  поддерживают развитие генеративных ЗУН и, благодаря однонаправленным отношениям с ними, создают основу компетентности, при этом ЗУН, включенный в эту основу, называется основным ЗУН. Справка показывает, что такой системный подход позволяет точно оценить уровень развития компетенций учащихся.

Оптимизационная модель построения набора ИДК. В основу ИДК ложится произвольный  $j$ -й базис  $B_{ij} \in V_i$   $i$ -й компетенции как связанная подструктура ЗУН, определенная на модели (1) и выражающая субспособность как агрегатную часть компетенции. Минимальное количество ИДК определяется объемом набора академических дисциплин, составляющих  $i$ -ой компетентности:  $N_{imin} = |\Pi_i|$ . аксимальное число ИДК определяется максимальным числом базисов компетенции:  $N_{i\text{вфч}} = |B_i|$ . Также выдвигается требование покрытия всеми ИДК осно-

$$N_i$$

$$\text{вы } i\text{-й компетенции: } U \theta'_{ik} = \theta_i\alpha \cup \theta_i\gamma.$$

$$k = 1$$

В модели используется классический генетический алгоритм, который имеет структуру с двоичным матричным кодированием хромосомы. Эта хромосома кодирует набор идентификаторов, соответствующих  $i$ -ой компетенцией. Число столбцов  $m = |\theta_i|$ , число строк  $n \in [N_{imin}, N_{imax}]$ . Ген с координатами  $(k, j)$  единичным значением задает наличие  $j$ -го ЗУН ( $j = \overline{1, m}$ ) в структуре  $k$ -го ИДК ( $k = \overline{1, n}$ ).

Исходные данные включают в себя трудовые функции, адаптированные к потребностям рынка труда, и учебные дисциплины. Параметры для генетических операторов регулируют моделирование компетенций, в результате чего получается структурированная модель, упорядоченная по показателям достижений. Интеграция этой модели в Образовательную информационную систему (IOS) позволит собирать данные о динамике обучения студентов, что поможет в принятии управленческих решений в университетах.

Предлагаемая структура управления включает в себя три уровня принятия решений: административный (ректорат, деканаты), управление контингентом (заведующие кафедры, руководители программ) и учебно-методический (преподаватели, руководители программ). Каждый уровень функционирует как подсистема в иерархии управления университетом, причем характеристики более высокого уровня являются производными от характеристик подсистем более низкого уровня.

Концепция использования компетентностной модели для принятия управленческих решений в университетах предполагает применение различных групп характеристик на каждом уровне. В данной статье предлагается использовать показатели, отражающие степень развития компетенций каждого студента в рамках образовательной программы. Хотя эти характеристики взаимосвязаны, их можно масштабировать на каждом уровне, аналогично количественным показателям в системе университетского учета (рис. 2).

Для установления качественных показателей важно, чтобы оценка знаний конкретного учащегося происходила на более низком учебно-методическом уровне, который опирается на подсистему LMS (см. рис. 3). На этом этапе управленческие решения принимаются руководителями образовательных программ и преподавателями. Далее, на уровне управления контингентом, результаты учащихся усредняются по группам. Здесь решения обычно принимаются деканами, заведующими кафедрами, а иногда и руководителями образовательных программ. На административном уровне различные отчеты и фильтры, как правило, настраиваются таким образом, чтобы помочь администрации университета в принятии тактических и стратегических управленческих решений.

По мнению многих университетов, интеграция с LMS еще не налажена, и учебные курсы настраиваются как часть учебного процесса наряду с системами бухгалтерского учета. Однако в ближайшем будущем ведущие университеты России будут внедрять эту интеграцию в той или иной степени по мере реализации своих программ цифровой трансформации. В идеале цифровые ресурсы, такие как инструменты оценки, электронные лабораторные практикумы и симуляторы, должны оценивать достижение соответствующих ИДК с помощью дескрипторов, которые затем будут способствовать формированию компетенций. Возможно также задавать вес  $V_i$  для каждого ИДК  $i$  соответствующей компетенции. Если количество ИДК в компетенции равно  $N$ , то по умолчанию вес может быть рассчитан как  $V_i = 1/N$ . Но методисты могут и самостоятельно задавать этот параметр, если считают, что ИДК неравнозначны.

В этом исследовании предлагается шкала для оценки каждого ИДК, состоящая из следующих значений:

Количественные показатели	Диапазон масштабирования	Уровни принятия решений	Периодичность фиксации показателя
Общее количество обучающихся	вуз	Административный	по запросу
	направление	Управление контингентом	по запросу
	профиль (группа)	Учебно-методический	по запросу
Набор студентов	вуз	Административный	1 раз в год
	направление	Управление контингентом	1 раз в год
	профиль (группа)	Учебно-методический	1 раз в год
Количество студентов по курсам	вуз	Административный	по запросу
	направление	Управление контингентом	по запросу
	профиль (группа)	Учебно-методический	по запросу
Перевод с курса на курс (количество переведенных студентов)	вуз	Административный	2 раза в год
	направление	Управление контингентом	2 раза в год
	профиль (группа)	Учебно-методический	2 раза в год
Количество отчисленных студентов по инициативе образовательной организации (неуспеваемость)	вуз	Административный	2 раза в год
	направление	Управление контингентом	2 раза в год
	профиль (группа)	Учебно-методический	2 раза в год
Количество отчисленных студентов по собственному желанию	вуз	Административный	по запросу
	направление	Управление контингентом	по запросу
	профиль (группа)	Учебно-методический	по запросу
Общее количество преподавателей	вуз	Административный	1 раз в год
	направление	Управление контингентом	1 раз в год
	профиль (группа)	Учебно-методический	1 раз в год
Общее количество преподавателей штатных	вуз	Административный	1 раз в год
	направление	Управление контингентом	1 раз в год
	профиль (группа)	Учебно-методический	1 раз в год
Общее количество преподавателей внешних совместителей	вуз	Административный	1 раз в год
	направление	Управление контингентом	1 раз в год
	профиль (группа)	Учебно-методический	1 раз в год
Количество выпускников	вуз	Административный	по запросу
	направление	Управление контингентом	по запросу
	профиль (группа)	Учебно-методический	по запросу
Количество образовательных программ, по которым осуществляет свою деятельность образовательная организация	вуз	Административный	1 раз в год
	институт (деканат)	Управление контингентом	1 раз в год
	кафедра	Учебно-методический	1 раз в год

Рис. 2. Масштабирование и периодичность фиксации количественных показателей в зависимости от уровня принятия решения

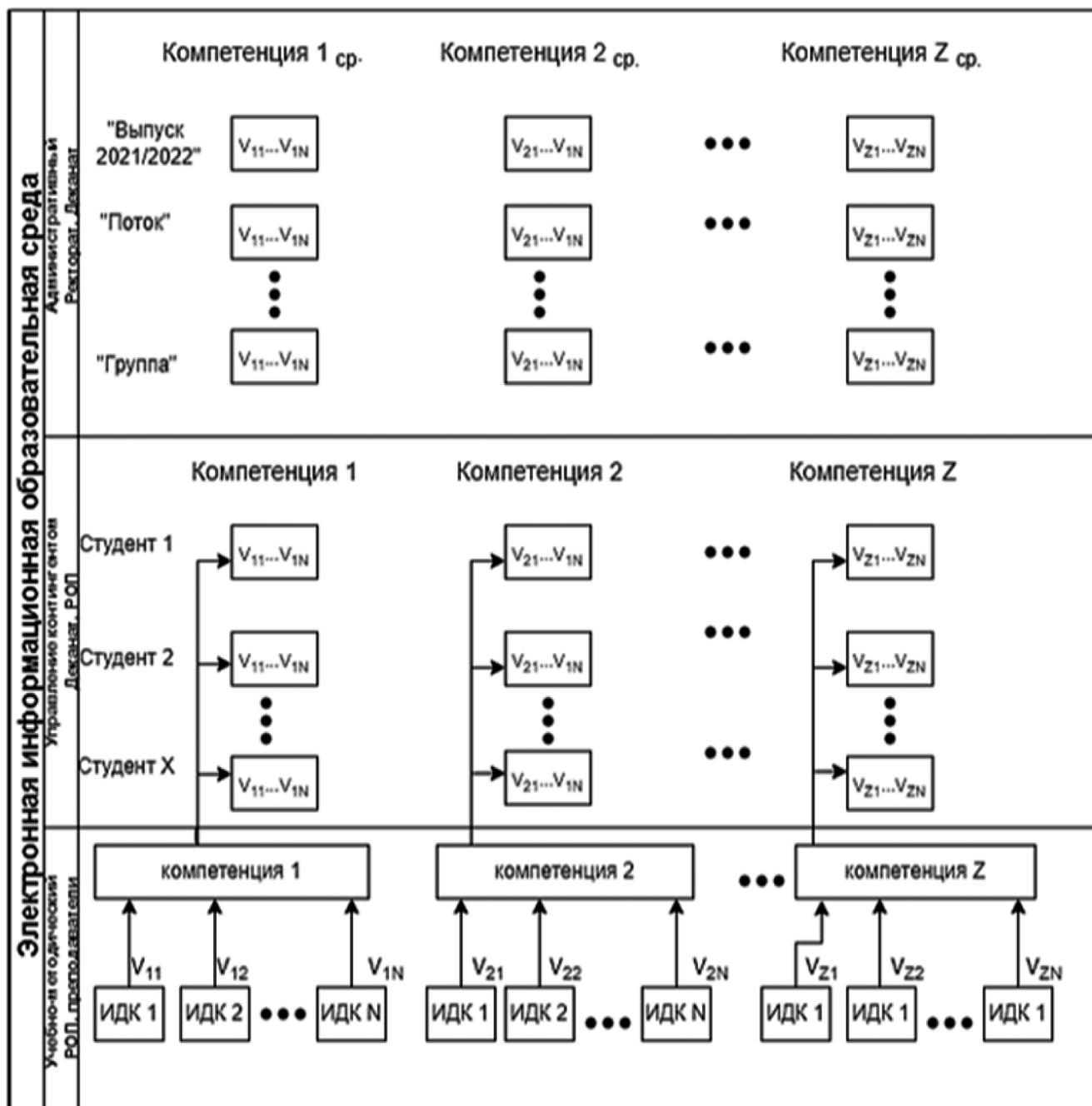


Рис. 3. Схема реализации построения компетентностной модели обучающегося в ЭИОС

«0 — не сформирован», «0,5 — низкий», «0,75 — средний» и «1 — высокий». Кроме того, можно оценить ИДК, используя интервальные оценки, в зависимости от того, как эти механизмы реализованы в LMS. Компетенция будет считаться сформированной, когда все связанные с ней показатели будут достигнуты на определенном этапе обучения. В этой шкале самое высокое значение, указывающее на сформированность компетентности, равно 1.

В нижней части рисунка приведена диаграмма, иллюстрирующая «включение» показателей для набора Z

компетенций, относящихся к соответствующей образовательной программе.

Интеграция модели компетенций в систему университетского учета дает ряд преимуществ по сравнению с простой регистрацией оценок:

1. Компетенции можно развивать по нескольким дисциплинам, используя оценки разных преподавателей.
2. Компетенции эффективно выявляют конкретные способности и личные качества, которые представляют ценность для работодателей, позволяя

отслеживать развитие студентов на протяжении всего периода их обучения.

3. Набор компетенций может быть расширен за счет признания достижений учащихся во внеклассной деятельности, интеграции их в соответствующие ИДК.

Концепция менеджмента в высшем образовании делает упор на ориентированный на результат подход, уделяя особое внимание организационному поведению на различных уровнях и мотивации руководителей, персонала и студентов. Внедрение комплексной системы оценки компетентности студентов в университете ETIOS повышает прозрачность управления и принятия реше-

ний. По мере роста ИТ-индустрии образовательные учреждения сталкиваются с трудностями в развитии необходимых компетенций. Предлагаемый подход позволяет руководству оценивать качество обучения в области ИТ и предоставляет инструменты для корректировки образовательных траекторий студентов.

Таким образом, университеты получают реальную возможность контролировать как количество, так и качество подготовки ИТ-специалистов, что позволяет им представлять работодателям объективное портфолио студентов и выпускников, отражающее компетенции, приобретенные ими на протяжении всего академического пути.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аксенов С.Г., Егорова О.В. Теоретические основы управления организационными системами // Научно-практический журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики». — 2024. — №8. С. 50–56.
2. Kunts E. Multiparameter Optimization Model for Designing Competence Achievement Indicators / E. Kunts // 17th International Asian School-Seminar. — 2021. — P. 49–54.
3. Il'ina T. Neoclassical Approach to Objectivization of Competency Assessment / T. Il'ina, V. Kanev, A. Polietaikin // International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences, SIBIRCON. — 2017. — P. 72–76.
4. Вольпян Н. Модели компетенций. Международный опыт в ИТ-сфере // Рождение разума. — Москва: ЛЕНАНД, 2013.
5. Ильин Д.Ю. Информационно-аналитический сервис формирования актуальных профессиональных компетенций на основе патентного анализа технологий и выделения профессиональных навыков в вакансиях работодателей / Д.Ю. Ильин, Е.В. Никульчев, Г.Г. Бубнов, Е.О. Матешук // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. — 2017. — № 2 (38). — С. 71–88.
6. Казакова Е.И. Оценка универсальных компетенций студентов при освоении образовательных программ / Е.И. Казакова, И.Ю. Тарханова // Ярославский педагогический вестник. — 2018. — № 5. — С. 127–135.
7. Кулешова Н.В. Методика разработки индикаторов достижения профессиональных компетенций и построения дескрипторной модели компетенций / Н.В. Кулешова, А.Н. Полетайкин // Качество высшего и среднего профессионального образования в условиях перехода на ФГОС нового поколения: материалы LX науч.-метод. конф. — Новосибирск: СибГУТИ, 2019. — С. 112–118.
8. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами / Д.А. Новиков. — 3-е изд. — Москва: Физматлит, 2012. — 604 с.
9. Патент на промышленный образец RU 120352. Схема организации цифрового фонда оценочных средств основной профессиональной образовательной программы / А.Н. Полетайкин, Н.В. Кулешова, Е.Ю. Кунц, В.В. Подколзин; заяв. и правообл. ФГБОУ ВО «Кубанский гос. ун-т». — 2020. — Бюл. № 7.
10. Полетайкин А.Н. Нечеткая дескрипторная модель оценивания выраженности индикаторов достижения компетенций / А.Н. Полетайкин, В.В. Подколзин, Н.В. Кулешова, Е.Ю. Кунц // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. — 2019. — № 3 (47). — С. 55–69. — DOI: 10.21672/2074-1707.2019.47.3.055-069.
11. Свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ 2019664222 РФ. Программа для построения оптимального набора индикаторов достижения компетенции / А.Н. Полетайкин, Е.Ю. Кунц; заяв. и правообл. ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет». — Бюл. № 11; зарегистр. 01.11.2019.

© Аксенов Сергей Геннадьевич (beregilya@mail.ru); Гайфуллин Ильдар Рустемович (pavel112w@mail.ru)

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»