

МОДЕЛЬ С ЛАТЕНТНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СТУДЕНТОВ ПО ДАННЫМ ТЕКУЩЕЙ УСПЕВАЕМОСТИ

В. В. Братищенко, К. А. Кешиков

Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Информация о статье

Дата поступления
6 июля 2016 г.

Дата принятия к печати
23 августа 2016 г.

Дата онлайн-размещения
31 октября 2016 г.

Ключевые слова

Компетенции; оценка компетенций; текущая успеваемость; автоматизированная система управления вузом; мобильные приложения; теория латентных переменных; Item Response Theory

Аннотация

В статье обосновывается подход к оцениванию компетенций на основе текущей успеваемости. Предлагается каждое задание разбить на компоненты и связать каждый из них с определенной компетенцией. Разработаны структуры данных системы учета текущей успеваемости и архитектура системы. С целью регистрации оценок создано приложение для мобильных устройств. Оценивание компетенций предлагается проводить с использованием теории латентных переменных (Item Response Theory), в связи с чем применяется модель с латентными переменными для оценок с многоуровневыми шкалами на основе биномиального распределения. Для предложенной модели методом максимального правдоподобия получены уравнения, связывающие латентные параметры и наблюдения, они лежат в основе численных алгоритмов оценивания латентных параметров. Кроме того, представлена методика проверки адекватности модели на основе дисперсионного анализа, с помощью неравенства Рао-Крамера найдены границы дисперсий оценок латентных параметров.

THE MODEL WITH LATENT PARAMETERS FOR EVALUATING STUDENTS' COMPETENCES ON THE BASIS OF THE CURRENT PROGRESS MARKS

Vladimir V. Bratishchenko, Konstantin A. Keshikov

Baikal State University, Irkutsk, Russian Federation

Article info

Received
July 6, 2016

Accepted
August 23, 2016

Available online
October 31, 2016

Keywords

Competences; competences evaluation; current progress; automatic college management system; higher education institution; mobile applications; theory of latent variables; Item Response Theory

Abstract

This paper justifies an approach to evaluating competences basing on the current academic performance. We propose to split each task into its components and link each component to a certain competence. The data structures and the system for accounting the current academic progress have been designed. The mobile application has been set up to register progress marks. The competence evaluation is estimated by means of the latent variable theory (Item Response Theory), which entails employment of the model with latent variables to introduce multi-level scale marks on the basis of the binomial distribution. Using the maximum likelihood method, we have obtained the equations for the latent variables and the current progress marks. The equations form the basis of the numerical algorithms for evaluating latent parameters. In addition, the model verification technique, based on the variance analysis, have been developed and, using the Cramer-Rao inequality, the variance bounds for the latent parameters estimates have been found.

В современных условиях перехода к Федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования (ФГОС ВО) появляются новые требования оценивания сформированности компетенций. В работе М. Б. Чельшкова «Аттестация выпускников вузов в рамках компетентного подхода» отмечают-

ся следующие особенности оценивания компетенций:

- междисциплинарный характер компетенций;
- иерархическая взаимосвязанность компетенций;
- проявление компетенций посредством системы индикаторов;

– сложность разработки междисциплинарных заданий для оценки компетенций [1].

Следует отметить, что разработка междисциплинарных заданий важна для итогового контроля обучения, однако она является отдельной сложной задачей [2]. Кроме этого, применение таких заданий в процессе освоения профессиональных навыков по дисциплинам проблематично.

В повседневной практике преподавания базовая единица — некоторое оцениваемое задание, которое зачастую связано не с одной, а с несколькими компетенциями. Оценка за такое задание является интегральной, т. е. оценивающей общий успех выполнения задания, поэтому она не может служить индикатором проявления компетенции. В данном исследовании предлагается подход, который предполагает выставление за задание нескольких оценок — за каждый отдельный компонент, связанный с определенной компетенцией. При этом появляется возможность получить индикаторы проявления компетенций, а оценка становится ориентированной на определение уровня освоения компетенций обучающимися.

Сложные, многоаспектные системы оценивания применяются достаточно широко. Для объемных работ (курсовые, дипломные работы) предлагаются системы оценивания из десятков пунктов, однако можно оценивать отдельные стороны заданий в соответствии с наборами компетенций. Это потребует более тщательной методической проработки. Такой подход целесообразно применять к заданиям текущей успеваемости, для которых можно сформулировать точные критерии проявления компетенций. С одной стороны, он сделает процесс оценивания проще, так как отпадет необходимость придумывать сложные и необъективные правила выставления общей оценки за задание, требующее применение разных компетенций; с другой стороны — сложнее, потому что возникнет технологическая проблема учета и обработки большого количества оценок.

Для решения этой технологической проблемы предлагается использование информационной системы учета текущей успеваемости, при этом вместо одной оценки за задание будут выставляться оценки за компоненты заданий.

Основными целями учета текущей успеваемости являются:

- оценивание компетенций и построение компетентностного профиля обучающегося;
- точное указание сильных и слабых сторон подготовки обучающегося в виде соответствующих оценок его компетенций;

– мотивация обучающихся на формирование компетенций;

– построение профилей компетенций, вычисление статистических характеристик их формирования;

– анализ организации учебного процесса с точки зрения полноты соответствия требованиям ФГОС к формируемым компетенциям;

– анализ методического обеспечения каждой дисциплины на соответствие заявленным целям по формированию компетенций;

– дополнительная мотивация студентов к активной работе и посещению занятий;

– повышение прозрачности оценивания;

– снижение трудоемкости формирования отчетности по текущей успеваемости.

Для достижения поставленных целей необходимо широко применять современные информационно-коммуникационные технологии. Наиболее трудоемкая процедура регистрации оценок должна выполняться немедленно на месте оценивания. Идеальным средством для этого представляются приложения, развернутые на мобильных устройствах — смартфонах, планшетах. Справочные данные таких приложений содержат списки обучающихся, графики работы, задания, оцениваемые компоненты (компетенции), соответствующие знания, умения и навыки; они просто должны появляться на экране для обеспечения ввода оценки «в одно касание». Большие объемы организационной информации и оценки текущей успеваемости целесообразно хранить в единой базе данных, связь с которой может быть обеспечена по сети WI-FI соответствующим программным обеспечением.

Централизованное хранение гарантирует высокий уровень надежности, безопасности и защиты информации, а также решит множество задач оперативного контроля за процессом обучения. Каждое должностное лицо (проректор, декан, заведующий кафедрой) будет получать информацию о состоянии учебного процесса в рамках должностных полномочий, а родители и студенты смогут получать данные о результатах успеваемости.

Информационная система учета текущей успеваемости состоит из следующих компонентов:

- автоматизированное рабочее место преподавателя — настольное Windows-приложение, с помощью которого преподаватель может создавать графики работы, задания и компоненты, выставлять оценки, контролировать посещаемость;

– мобильное приложение для операционной системы Android, позволяющее преподавателю с помощью планшета или смарт-

фона оперативно вносить в систему оценки и информацию о посещаемости;

- сервер баз данных для хранения информации и выполнения запросов;
- сервер Active Directory для предоставления сервисов авторизации и аутентификации пользователей;
- приложение на базе веб-сервера Microsoft IIS — Active Server Pages для .NET, необходимое для организации взаимодействия мобильного приложения с сервером базы данных и сервером Active Directory (рис.).

Разработанное мобильное приложение преподавателя Байкальского государственного университета (БГУ) обеспечивает автоматизацию таких функций, как учет текущей успеваемости, учет посещаемости и формирование отчетности по текущей успеваемости и посещаемости.

База данных автоматизированной системы управления БГУ [3] дополняется структурами хранения следующих данных:

- компетенции, сгруппированные по ФГОС ВО;
- набор заданий каждой дисциплины учебного плана;
- компоненты для каждого задания с указанием компетенции, знаний, умений и навыков;
- графики выполнения заданий;
- оценки, выставленные преподавателем за выполнение компонентов заданий;
- данные посещаемости занятий.

Преподаватель определяет задания, компоненты и график работы для каждой дисциплины определенного потока. Отдельный компонент задания имеет весовой коэффициент, который нужен для того, чтобы определить его значимость (вес) в общей оценке за задание. В процессе выполнения студентами заданий преподаватель вводит

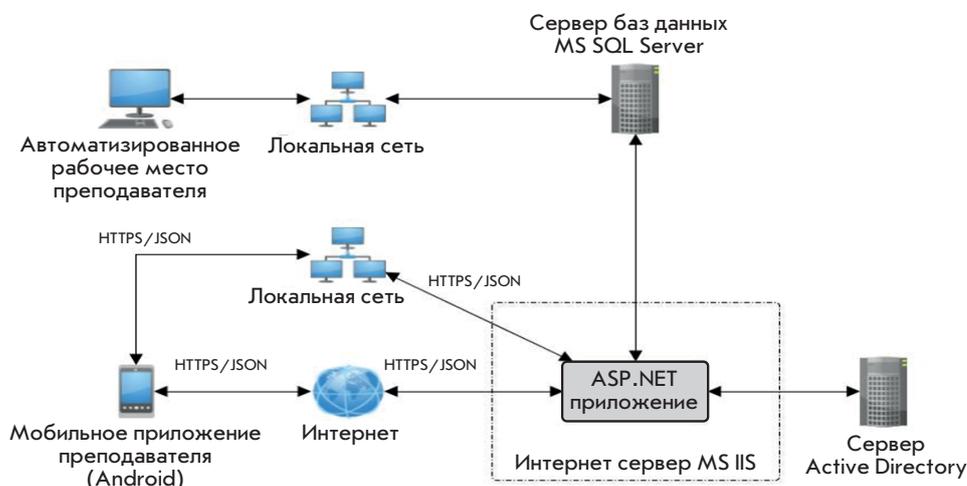
оценки за каждый компонент по стобалльной шкале, что позволяет привести оценивание в соответствие с рейтинговой оценкой БГУ.

Так как мобильное приложение преподавателя может работать не только в локальной сети, но и через Интернет, необходимо использовать защищенный метод передачи информации, например, протокол Hyper Text Transfer Protocol Secure (HTTPS).

После аутентификации мобильное приложение настраивается на контекст работы преподавателя: предлагает выбрать занятия в соответствии с его расписанием, формирует списки соответствующих групп студентов, демонстрирует набор заданий и компонентов для определенных групп и дисциплин. Почти все действия в мобильном приложении выполняются выбором на экране.

Таким образом, система учета текущей успеваемости позволит получить оценки за компоненты задания. Следующая задача — объединить оценки за компоненты для получения итоговых оценок по дисциплине или по компетенции. Это решается несколькими методами. Например, итоговую оценку можно получить как средневзвешенную оценку за компоненты дисциплины. Однако, если в рамках одной дисциплины этот подход вполне оправдан (когда оценивание проводит один и тот же преподаватель), то в отношении оценки компетенции такое усреднение скорее всего приведет к искажению результата, потому что разные преподаватели могут вкладывать свой смысл в одни и те же баллы, т. е. проводить измерения в разных шкалах, даже если они имеют одинаковые обозначения баллов.

Перспективным вариантом измерения является теория латентных переменных [4; 5], успешно применяемая для обработки результатов тестирований и исследований в социально-экономических системах.



Архитектура системы учета текущей успеваемости

Теория латентных переменных (Item Response Theory, IRT) вводит две основные характеристики: «подготовленность» студента и «сложность» задания. Данные характеристики влияют на вероятность правильного решения задания студентом (P), которая описывается функцией

$$P = P(\delta, \theta),$$

где δ — параметр, характеризующий «сложность» задания; θ — параметр, характеризующий «подготовленность» студента [5].

Характеристики «подготовленности» и «сложности» являются латентными, т. е. их нельзя измерять непосредственно.

Простейшая модель IRT была предложена Г. Рашем [6] и предназначена для описания вероятности правильного ответа на дихотомическое задание

$$P(\delta, \theta) = \frac{e^{\theta}}{e^{\theta} + e^{\delta}}.$$

Для оценки компетенций студентов параметр «подготовленности» можно интерпретировать как уровень сформированности компетенции.

Дихотомическое или тестовое задание имеет только два уровня в шкале оценки — 0 или 1, т. е. решение будет либо правильным, либо неправильным. В случае с балльной системой оценивания, оценка может иметь множество градаций.

В теории латентных переменных существуют различные модели, применимые к шкалам с множеством категорий:

- модель частичного оценивания (Partial credit model, PCM) [7; 8];
- модель рейтингового оценивания (Ratings scale model, RSM) [8; 9].

В модели PCM вероятность того, что оценка X_{ij} i -го студента за j -е задание равна k ($k \in \{0, \dots, N\}$, где N — количество уровней в шкале оценки), описывается следующей формулой:

$$P(X_{ij} = k) = \frac{e^{\sum_{u=0}^k (\theta_i - \delta_{ju})}}{\sum_{v=0}^{m_j} e^{\sum_{u=0}^v (\theta_i - \delta_{ju})}},$$

где θ_i — подготовленность i -го студента; δ_{ju} — пороговый параметр, который определяет сложность достижения u -го пункта шкалы; m_j — максимальная оценка j -го задания.

Модель PCM предполагает, что задание состоит из нескольких частей, сложность которых возрастает. При этом более сложная часть соответствует большей оценке.

В модели рейтингового оценивания RSM предполагается, что сложность достижения u -го пункта шкалы для всех заданий одина-

кова. В этой модели вероятность задается следующей формулой:

$$P(X_{ij} = k) = \frac{e^{\sum_{u=1}^k (\theta_i - (\delta_j + \tau_u))}}{\sum_{v=1}^K e^{\sum_{u=1}^v (\theta_i - (\delta_j + \tau_u))}},$$

где δ_j — характеристика трудности j -го задания; τ_u — характеристика u -го пункта шкалы оценивания каждого задания.

Модели PCM и RSM используются с многоуровневыми шкалами оценивания, их предлагалось применять и для оценивания компетенций по традиционным оценкам [8; 10], однако в случае использования таких моделей с большим количеством уровней (например, столбальной шкалой) потребуется оценка большого числа параметров, а, следовательно, и значительный объем исходных данных, чтобы оценка параметров была надежной. В упомянутых работах применение моделей PCM и RSM рассматривается только для оценок, имеющих не более пяти уровней.

Другим подходом является модификация модели Раша с помощью биномиального распределения [11]. Это распределение количества «успехов» в N независимых испытаниях. Предположим, что каждый уровень в шкале оценок это одно из N испытаний. Пусть k -значение оценки и $k \in \{0, \dots, N\}$, а p -вероятность «успеха» в испытании. Вероятность «неудачи» (q_{ij}) соответственно равна $1 - p$. Если предположить, что вероятность успеха описывается моделью Раша, то вероятность того, что i -й студент получит оценку k за j -е задание, описывается выражениями

$$P(X_{ij} = k) = C_N^k p_{ij}^k q_{ij}^{N-k},$$

$$p_{ij} = \frac{e^{\theta_i}}{e^{\theta_i} + e^{\delta_j}},$$

$$q_{ij} = 1 - p_{ij} = \frac{e^{\delta_j}}{e^{\theta_i} + e^{\delta_j}}.$$

В результате получим:

$$P(X_{ij} = k) = C_N^k \left(\frac{e^{\theta_i}}{e^{\theta_i} + e^{\delta_j}} \right)^k \left(\frac{e^{\delta_j}}{e^{\theta_i} + e^{\delta_j}} \right)^{N-k}, \quad (1)$$

где θ_i — параметр «подготовленности» i -го студента ($i = 1, \dots, n$); δ_j — параметр «сложности» j -го задания ($j = 1, \dots, m$).

В данной модели предполагается, что оценка зависит от «сложности» задания, «подготовленности» студента, а также множества других факторов, которые считаются случайными.

Для оценки параметров $\theta_1, \dots, \theta_n$ и $\delta_1, \dots, \delta_m$ можно использовать метод максимального правдоподобия. В работе «Параметрическая

модель экзаменационных оценок» [11] данный метод применен при $N = 3$, однако его можно применить и при любом N . Максимум логарифма функции правдоподобия

$$\ln(L) = \ln \left(\prod_{i,j=1}^{n,m} C_N^{x_{ij}} \left(\frac{e^{\theta_i}}{e^{\theta_i} + e^{\delta_j}} \right)^{x_{ij}} \left(\frac{e^{\delta_j}}{e^{\theta_i} + e^{\delta_j}} \right)^{N-x_{ij}} \right) = \sum_{i,j=1}^{n,m} \ln(C_N^{x_{ij}}) + (N-x_{ij})(\delta_j - \theta_i) - N \ln(1 + \exp(\delta_j - \theta_i))$$

достигается при выполнении условий

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^m x_{ij} &= N \sum_{j=1}^m p_{ij}, \quad i = 1, \dots, n, \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} &= N \sum_{i=1}^n p_{ij}, \quad j = 1, \dots, m. \end{aligned} \quad (2)$$

Вычисление оценок латентных параметров, удовлетворяющих (2), может быть выполнено численными методами по аналогии с бинарными шкалами [5]. Для проверки адекватности модели используется дисперсионный анализ. Прежде всего оценивается влияние «подготовленности» студента и «сложности» задания. Методики этих проверок совершенно одинаковы и отличаются индексами и порядком суммирования. Для оценки влияния «подготовленности» сравниваются усредненные выборочные дисперсии по студентам с межгрупповой дисперсией:

$$M_2 = \frac{1}{n(m-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (x_{ij} - \bar{x}_{i\cdot})^2, \quad \bar{x}_{i\cdot} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m x_{ij},$$

$$M_1 = \frac{m}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{x}_{i\cdot} - \bar{x}_{..})^2, \quad \bar{x}_{..} = \frac{1}{nm} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_{ij}.$$

В случае отсутствия влияния «подготовленности» студента на оценку, M_1 и M_2 являются разными оценками дисперсии одной и той же случайной величины. Статистика $F = M_1/M_2$ при условии одинакового нормального распределения и независимости вариаций среди оценок будет иметь распределение Фишера со степенями свободы $n-1$ и $mn-n$. Проверка влияния сложности выполняется аналогично: в группу попадают оценки одного задания. Такие исследования в отношении традиционных оценок высшей школы выявили значимое влияние обоих факторов [12].

Для проверки адекватности описания биномиальной латентной моделью механизма получения оценок за задания предлагается также использовать методику дисперсионного анализа в отношении нормированных остатков отклонений от математического ожидания:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - M[X_{ij}]}{\sqrt{D[X_{ij}]}}$$

$$= \left(x_{ij} - N \frac{e^{\theta_i}}{e^{\theta_i} + e^{\delta_j}} \right) / \sqrt{N \frac{e^{\theta_i + \delta_j}}{(e^{\theta_i} + e^{\delta_j})^2}}.$$

Если проверка не покажет статистически значимых различий между усредненными выборочными дисперсиями по группам с межгрупповой дисперсией, то это будет свидетельствовать об адекватности модели.

Задачу изучения адекватности модели и точности оценивания параметров можно решить различными способами. В работе «Применение латентных моделей для изучения экзаменационных оценок» [13] она решается путем проверки простой гипотезы о значениях параметров распределения $\theta_1, \dots, \theta_n$ и $\delta_1, \dots, \delta_m$ по критерию отношения правдоподобия. Кроме этого, для исследования адекватности моделей с латентными параметрами традиционно применяют Infit и Outfit статистики основанные на статистике χ^2 (хи-квадрат) [5].

Оценку точности определения параметров «подготовленности» студентов и «сложности» экзаменов предлагается выполнить с помощью неравенства Рао-Крамера. Для параметров модели информационная матрица Фишера будет иметь достаточно сложную структуру, с целью упрощения предположим, что все параметры, кроме «подготовленности» $\theta_{i\cdot}$, известны и совпадают с решением уравнений (2). Количество информации Фишера в этом случае совпадет с суммой дисперсий оценок i -го студента

$$\begin{aligned} I(\theta_i; \{X_{ij}\}) &= M \left[\left(\frac{d \ln(L)}{d \theta_i} \right)^2 \right] = \\ &= M \left[\left(\sum_{j=1}^m \left(X_{ij} - 100 \frac{e^{\theta_i}}{e^{\theta_i} + e^{\delta_j}} \right) \right)^2 \right] = \\ &= M \left[\left(\sum_{j=1}^m (X_{ij} - M[X_{ij}]) \right)^2 \right] = \sum_{j=1}^m D[X_{ij}]. \end{aligned}$$

Аналогично для параметра «сложности» δ_j количество информации будет совпадать с суммой дисперсий оценок j -го задания:

$$I(\delta_j; \{X_{ij}\}) = \sum_{i=1}^n D[X_{ij}].$$

Применяя неравенство Рао-Крамера получаем неравенства:

$$D[\hat{\theta}_i] \geq \frac{1}{\sum_{j=1}^m D[X_{ij}]}; \quad D[\hat{\delta}_j] \geq \frac{1}{\sum_{i=1}^n D[X_{ij}]}.$$

Они определяют нижнюю границу дисперсий соответствующих оценок. Подставляя в неравенства дисперсию биномиального

распределения (1) и оценки параметров вместо истинных значений, получаем следующие граничные значения:

$$D[\hat{\theta}_i] \geq \frac{1}{N \sum_{j=1}^m \frac{e^{\hat{\theta}_i} e^{\hat{\delta}_j}}{(e^{\hat{\theta}_i} + e^{\hat{\delta}_j})^2}}; \quad (3)$$

$$D[\hat{\delta}_j] \geq \frac{1}{N \sum_{i=1}^m \frac{e^{\hat{\theta}_i} e^{\hat{\delta}_j}}{(e^{\hat{\theta}_i} + e^{\hat{\delta}_j})^2}}.$$

Они могут использоваться для построения интервальных оценок с учетом сходимости распределения оценок максимального правдоподобия к нормальному.

Предложенную модель можно применять для получения оценок компетенций студентов по результатам текущей успеваемости. Кроме того, она позволит выявлять слишком «сложные» или «легкие» задания, что будет способствовать повышению качества оценивания и методического обеспечения преподавания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чельшкова М. Б. Аттестация выпускников вузов в рамках компетентного подхода / М. Б. Чельшкова // Вестник Костромского государственного университета им. Н. А. Некрасова. — 2012. — № 6. — С. 270–273.
2. Гусятников В. Н. Обеспечение качества образования на основе компетентного подхода / В. Н. Гусятников, И. В. Каюкова // Проблемы экономики и менеджмента. — 2012. — № 10 (14). — С. 139–145.
3. Современные информационно-телекоммуникационные технологии в управлении социально-экономическими системами / А. А. Суходолов, Т. Г. Озерникова, В. В. Братищенко [и др.]; под общ. ред. А. П. Суходолова. — Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2013. — 196 с.
4. Маслак А. А. Измерение латентных переменных в образовании и других социально-экономических системах: теория и практика / А. А. Маслак. — Славянск-на-Кубани : Изд. центр Славян.-на-Кубани гос. пед. ин-та, 2007. — 424 с.
5. Нейман Ю. М. Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов / Ю. М. Нейман, В. А. Хлебников. — М. : Прометей, 2000. — 168 с.
6. Rasch G. Probabilistic models for some intelligence and attainment tests / G. Rasch. — Chicago : The University of Chicago Press, 1980. — 199 p.
7. Masters G. N. A Rasch model for partial credit scoring / G. N. Masters // Psychometrika. — 1982. — Vol. 47. — P. 149–174.
8. Родионов А. В. Модификация рейтинговой параметрической модели оценки латентных факторов для измерения уровня сформированности компетенций / А. В. Родионов // Известия Иркутской государственной экономической академии. — 2014. — № 6. — С. 168–174. — DOI: 10.17150/1993-3541.2014.24(6).168-174.
9. Andrich D. A rating formulation for ordered response categories / D. Andrich // Psychometrika. — № 43. — pp. 357–374.
10. Родионов А. В. Применение IRT-моделей для анализа результатов обучения в рамках компетентного подхода [Электронный ресурс] / А. В. Родионов, В. В. Братищенко // Современные проблемы науки и образования. — 2014. — № 4. — Режим доступа: www.science-education.ru/118-13858.
11. Братищенко В. В. Параметрическая модель экзаменационных оценок / В. В. Братищенко // Качество. Инновации. Образование. — 2012. — № 3, вып. 82. — С. 32–35.
12. Братищенко В. В. Статистический анализ экзаменационных оценок [Электронный ресурс] / В. В. Братищенко // Известия Иркутской государственной экономической академии (Байкальский государственный университет экономики и права). — 2011. — № 3. — Режим доступа: <http://eizvestia.isea.ru/reader/article.aspx?id=8014>.
13. Братищенко В. В. Применение латентных моделей для изучения экзаменационных оценок / В. В. Братищенко // Применение математических методов и информационных технологий в науке, образовании и экономике. — Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2013. — Вып. 11. — С. 44–50.

REFERENCES

1. Chelyshkova M. B. The college graduates examination within the frames of the competence approach. *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo universiteta im. N. A. Nekrasova = Vestnik of Nekrasov Kostroma State University*, 2012, no. 6, pp. 270–273. (In Russian).
2. Gusyatinov V. N., Kayukova I. V. Support of educational quality based on competence approach. *Problemy ekonomiki i menedzhmenta = Issues of Economics and Management*, 2012, no. 10 (14), pp. 139–145. (In Russian).
3. Sukhodolov A. P., Ozernikova T. G., Bratishchenko V. V. et al. *Sovremennye informatsionno-telekommunikatsionnye tekhnologii v upravlenii sotsial'no-ekonomicheskimi sistemami* [Modern information and telecommunication technologies for the social and economic management]. Irkutsk, Baikal State University of Economics and Law Publ., 2013. 196 p.
4. Maslak A. A. *Izmerenie latentnykh peremennykh v obrazovanii i drugih social'no-ekonomicheskikh sistemah: teoriya i praktika* [Measuring Latent Variables in Education and Other Socio-Economic Systems: Theory and Practice]. Slavyansk-on-Kuban State Pedagogical University Publ., 2007. 424 p.
5. Neyman Ju. M., Khlebnikov V. A. *Vvedenie v teoriyu modelirovaniya i parametrizatsii pedagogicheskikh testov* [Introduction to Theory of Modelling and Parametrization of Training Tests]. Moscow, Prometey Publ., 2000. 168 p.

6. Rasch G. *Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests*. University of Chicago Press, 1980. 199 p.

7. Masters G. N. A Rasch model for partial credit scoring. *Psychometrika*, 1982, vol. 47, no. 2, pp. 149–174.

8. Rodionov A. V. Modification of the rating parametric model of latent factors estimation for assessing the level of competence formation. *Izvestiya Irkutskoi gosudarstvennoi ekonomicheskoi akademii = Izvestiya of Irkutsk State Economics Academy*, 2014, no. 6 (98), pp. 168–174. DOI: 10.17150/1993-3541.2014.24(6).168-174. (In Russian).

9. Andrich D. A rating formulation for ordered response categories. *Psychometrika*, vol. 43, pp. 357–374.

10. Rodionov A. V., Bratischenko V. V. Application of IRT-model for analysis training results within the competence approach. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern Problems of Science and Education*, 2014, no. 4. Available at: www.science-education.ru/118-13858. (In Russian).

11. Bratishenko V. V. Parametric model of examination grades. *Kachestvo. Innovatsii. Obrazovanie = Quality. Innovations. Education*, 2012, no. 3, pp. 32–35. (In Russian).

12. Bratishenko V. V. Statistic analysis of examination grades. *Izvestiya Irkutskoi gosudarstvennoi ekonomicheskoi akademii (Baykalskii gosudarstvennyi universitet ekonomiki i prava) = Izvestiya of Irkutsk State Economics Academy (Baikal State University of Economics and Law)*, 2011, no. 3. Available at: <http://eizvestia.isea.ru/reader/article.aspx?id=8014/>. (In Russian).

13. Bratishenko V. V. Application of the latent models to studying examination scores. *Primenenie matematicheskikh metodov i informatsionnykh tekhnologii v nauke, obrazovanii i ekonomike [Application of Mathematical Methods and Information Technologies in Science, Education and Economy]*. Irkutsk, Baikal State University of Economics and Law Publ., 2013, iss. 11, pp. 44–50. (In Russian).

Информация об авторах

Братищенко Владимир Владимирович — кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра информатики и кибернетики, Байкальский государственный университет, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11, e-mail: bvv@isea.ru.

Кешиков Константин Андреевич — аспирант, кафедра информатики и кибернетики, Байкальский государственный университет, 664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 11, e-mail: const2k@mail.ru.

Библиографическое описание статьи

Братищенко В. В. Модель с латентными параметрами для оценивания компетенций студентов по данным текущей успеваемости / В. В. Братищенко, К. А. Кешиков // Известия Байкальского государственного университета. — 2016. — Т. 26, № 5. — С. 811–817. — DOI: 10.17150/2500-2759.2016.26(5).811-817.

Authors

Vladimir V. Bratishchenko — PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Department of Informatics and Cybernetics, Baikal State University, 11 Lenin St., 664003, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: bvv@isea.ru.

Konstantin A. Keshikov — PhD Student, Department of Informatics and Cybernetics, Baikal State University, 11 Lenin St., 664003, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: const2k@mail.ru.

Reference to article

Bratishchenko V. V., Keshikov K. A. The model with latent parameters for evaluating students' competences on the basis of the current progress marks. *Izvestiya Baykal'skogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Baikal State University*, 2016, vol. 26, no 5, pp. 811–817. DOI: 10.17150/2500-2759.2016.26(5).811-817. (In Russian).