УДК 004.94

Р. Р. Загидуллин, д-р техн. наук, проф. каф. polysoft@list.ru,
Уфимский государственный авиационный технический университет,
Д. С. Занин, канд. пед. наук, исполнительный директор,
First Business School, Уфа

Определение интегральной оценки профессиональной квалификации студента вуза на различных этапах обучения

Представлена численная методика определения интегрального показателя готовности специалиста (бакалавра, магистра) с точки зрения требований профессионального стандарта. Данная методика может быть использована в качестве инструмента сравнения подготовки студентов различных вузов и текущего показателя, востребованного в процессе обучения, как для преподавателей, руководства вузов, так и для самих студентов. Эта оценка может быть реализована на сервере университета, а также с помощью облачных технологий и базируется на концепции цифрового пространства РФ.

Ключевые слова: *нормирование оценок, ранжирование дисциплин, математическая модель, весовые коэффициенты, значимость трудовой функции, коэффициент значимости дисциплины, интегральная оценка специалиста, интегральная оценка профессиональной квалификации*

Введение

В процессе обучения часто возникает задача определения как итогового, так и промежуточного показателя уровня подготовленности студента с точки зрения требований реального сектора экономики (работодателей). Требования по подготовке специалистов лишь описательно представлены в государственных образовательных стандартах (ГОС) и отражены в стандартных показателях уровней квалификации [1—3], которые, в конечном итоге складываются из того множества дисциплин, которые освоил студент в процессе обучения. В то же время как сами уровни, так и их содержание (компетенции), носят описательный характер, требующий численной оценки. Эти численные данные в дальнейшем могут быть полезны в различных случаях как при сравнении успеваемости отдельных студентов (внутри группы, факультета), так и при сравнении между вузами.

1. Постановка задачи

В течение L лет любой i-й студент (бакалавр, магистр) из всего множества студентов вуза $S\{s = 1, ..., n\}$ изучает множество неповторяющихся дисциплин $D\{D_k, k = 1, ..., m\}$. В этом множестве дисциплин присутствуют все дисциплины, по которым в итоге выставляются экзаменационные и зачетные оценки (дифференцированные и недифференцированные зачеты).

По каждой из дисциплин учащийся в конце курса или — j-го года обучения ($j \in L(1, ..., 4) \vee \vee L(1, ..., 6)$), вне зависимости от числа семестров, отводимых на освоение дисциплины, получает оценку $b(D_k)$ — отлично, хорошо, удовлетворительно или неудовлетворительно. При этом использование множества $L(1, ..., 4)$ означает, что оценка ищется для бакалаврской ступени обучения, а использование множества $L(1, ..., 6)$ означает, что оценка ищется для полного цикла обучения (бакалаврского + магистратура).

Каждая k-я дисциплина из множества $D\{D_k, k = = 1, ..., m\}$ в какой-то мере уникальна и отличается от любой другой дисциплины приоритетом (важностью) с точки зрения требований к специалисту согласно ГОС — $\alpha(D_k)$.

Таким образом, любой i-й студент в любой момент времени всего процесса обучения характеризуется неким вектором

$$F(i, j, b(D_k, k = 1, ..., m). \qquad (1)$$

Необходимо на базе вектора (1), представленного в общем виде, составить интегральную оценку подготовки специалиста в численном виде, которая могла бы быть вычислена на любой момент времени процесса обучения.

Введем следующее тождество для численного значения нашего вектора F:

$$F(100\ \%) \equiv F(1), \qquad (2)$$

из которого следует, что значение F мы будем вычислять для вещественного интервала [0...1], которое в дальнейшем всегда можно перевести в процентное отношение.

Рассмотрим предлагаемое решение задачи, которое состоит из нескольких процедур.

2. Процедура нормирования оценок

Положим, что любая оценка из ранее озвученного кортежа {отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно} для каждой дисциплины из D может быть представлена в виде следующих вещественных чисел:

$$\begin{aligned} &b_k(\textit{отлично} = \frac{5}{5});\\ &b_k(\textit{хорошо} = \frac{4}{5});\\ &b_k(\textit{удовлетворительно} = \frac{3}{5});\\ &b_k(\textit{неудовлетворительно} = \frac{0}{5}). \end{aligned} \qquad (3)$$

Значение оценки "неудовлетворительно", представленное в виде $\frac{0}{5}$, обусловлено тем, что данная оценка, по сути, означает, что k-ю дисциплину из D студент не знает и, естественно, знания по ней отсутствуют, а значит, и учитывать эту оценку не имеет смысла до тех пор, пока студент не пересдаст данную дисциплину на лучшую оценку.

Те же значения, которые представлены в (3), касаются и дифференцированных зачетов. Если же зачет не является дифференцированным, то его оценка может приобретать только два значения — "1" в случае успешной сдачи и "0" в случае неуспешной сдачи.

Таким образом, на любой момент времени обучения любой i-й студент по любой k-й дисциплине может иметь оценку от 0 до 1. При этом важно отметить, что значение "0" не всегда означает, что он получил по данной дисциплине оценку "неудовлетворительно". Например, если в учебном году изучается десять дисциплин из 60 по полному курсу (для множества $L(1, ..., 6)$), то студент, благополучно сдавший все экзамены за первый курс, имеет по оставшимся 50 дисциплинам оценку, равную "0", так как он еще не приступал к их изучению. В то же время, если учебное заведение поддерживает систему подготовки дисциплин и сдачи по ней экзаменов и зачетов экстерном, то студент может иметь оценку по дисциплине, читаемой на старших курсах, отличную от "0".

Таким образом, любой i-й студент из всего множества S в процессе обучения может характеризоваться множеством оценок по всем дисциплинам:

$$S_i(b_k,\ k = 1,..., m). \qquad (4)$$

3. Ранжирование дисциплин

Для ранжирования дисциплин будем использовать метод, который применяется для ранжирования частных критериев в функционале [4], который представим с учетом весовых оценок α_k при каждой дисциплине, которые отражают важность данной дисциплины с точки зрения компетенций специалиста:

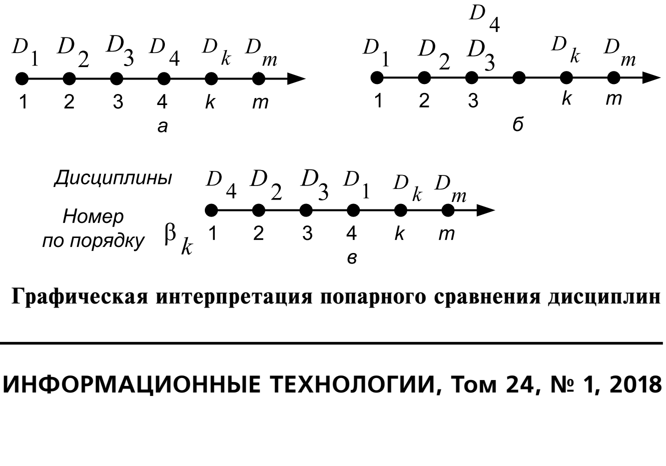
$$D = (D_1\alpha_1,\ D_2\alpha_2,\ ...,\ D_m\alpha_m), \qquad (5)$$

$$\alpha_1 + \alpha_2 + ... + \alpha_m = 1, \qquad (6)$$

где (6) — уравнение нормировки.

Для этого все дисциплины множества $D(D_k, k = 1, ..., m)$ в целях определения весовой оценки α_k сравниваются между собой попарно, что существенно повышает достоверность назначения α_k по сравнению со случаем, когда α_k изначально определяется как среднее арифметическое от мнения группы экспертов (экспертная оценка). Графическая интерпретация попарного сравнения дисциплин представлена на рисунке.

Представим натуральный ряд чисел от единицы до m, на котором расположим наши дисциплины D_k. Положим, что чем большую важность имеет та или иная дисциплина D_k в множестве $D(D_k,\ k = 1, ..., m)$, тем большее значение имеет ее местоположение на этой оси и тем большее значение имеет коэффициент α_k. При этом могут возникнуть самые различные случаи упорядочения. Например, если коэффициент α_k каждой последующей дисциплины больше коэффициента предыдущей дисциплины, то номера дисци-



Графическая интерпретация попарного сравнения дисциплин

плин будут совпадать с их номером по порядку расположения на оси (рисунок *а*).

Возможен случай, когда некоторые коэффициенты ряда дисциплин одинаковы (рисунок *б*). Отметим, что номер дисциплины не имеет никакого отношения к ее номеру по порядку расположения на оси, который обозначим через β_k (рисунок *в*). При этом номер β_k будет выполнять еще и роль веса дисциплины, так как изначально известно, что чем большую важность имеет та или иная дисциплина D_k, тем большее значение имеет ее местоположение на числовой оси.

Таким образом, вводим возможность экспертного попарного сравнения коэффициентов дисциплин по принципу "больше или равно", например, ($\alpha_k > \alpha_l$), ($\alpha_k = \alpha_l$); k, $l \in [1, ..., m]$, т. е. с минимальной долей неопределенности.

Такой вариант назначения оценок наиболее характерен для случаев с большим числом различных по своей природе дисциплин. В данном случае эксперты могут просто расположить дисциплины D_k на оси чисел так, как это выполнено на рисунке. Такое расположение дисциплин можно формально отразить заполнением следующей матрицы оценок предпочтения между дисциплинами

$$B = \begin{Bmatrix} \beta_k > \beta_l \\ \beta_k = \beta_l \end{Bmatrix}; \beta_k \in D_k, \beta_l \in D_l; k, l \in [1, \ldots, m], \quad (7)$$

т. е. необходимо указать, какие дисциплины предпочтительнее других или равны им по значимости. Если $\beta_k > \beta_l$, то дисциплина D_k имеет вес больший, чем D_l, если $\beta_k = \beta_l$, то значения дисциплин D_k и D_l одинаковы.

Рассмотрим далее метод получения весовых коэффициентов α_k с учетом матрицы (7) для интересующего нас случая целочисленного ранжирования.

Необходимо выстроить все частные дисциплины из множества

$$D = (D_1, D_2, ..., D_m) \quad (8)$$

по принципу перечисления, и каждая частная дисциплина будет иметь какую-либо целочисленную оценку, равную значимости в силу отношений (7). При этом какая-либо минимальная оценка $x_k = 1$ соответствует дисциплине с минимальной значимостью, и некоторые дисциплины могут иметь равные оценки в случае равенства их значимости в (7).

При требовании целочисленности к оценкам x_k получим следующую модель в виде задачи целочисленного линейного программирования (ЗЦЛП) с неизвестными значениями x_k:

$$W = \sum_{k=1}^{m} x_k \to \min; \quad (9)$$

$$\begin{cases} x_k - x_l \geqslant 1, & \beta_k > \beta_l; k, l \in [1, \ldots, m]; \\ x_k - x_l = 0, & \beta_k = \beta_l; k, l \in [1, \ldots, m]; \end{cases} \quad (10)$$

$$x_k \geqslant 1; k = [1, \ldots, m]. \quad (11)$$

После нахождения значений x_k вычисляются искомые значения весовых коэффициентов

$$\alpha_k = \frac{x_k}{\sum_{k=1}^{m} x_k} \quad (12)$$

при выполнении условия нормировки (6).

Данный метод дает однозначное распределение весовых коэффициентов согласно "баллам" — оценкам x_k, которые получили те или иные частные дисциплины в процессе ранжирования, и предназначен для тех случаев, когда удается лишь попарно сравнить значимость дисциплин, входящих в (8).

Разберем модель (9)—(12) более подробно.

Целевая функция W, по сути, выполняет роль ограничения сверху, так как при ее отсутствии получим бесконечное число решений. Выражение (10) в общем случае представляет собой не что иное, как систему линейных алгебраических неравенств вида

$$a_k x_k - a_l x_l \geqslant b_r, \quad (13)$$

где значения a_k равны либо 1, либо −1, а значения b_r равны 1. Согласно (7) могут встречаться и равенства типа $a_i x_i - a_j x_j = 0$, но акцентируем внимание именно на том, что основное в (10) — это неравенства. Тем более что система (10) должна содержать хотя бы одно неравенство, в противном случае задача нахождения коэффициентов α_k сводится к весьма тривиальному решению $\alpha_k = 1/m$ для всех k. Число всех уравнений (неравенств и равенств) в (10) определится как

$$u = \sum_{k=1}^{m} (m - k), \quad (14)$$

где m — число дисциплин.

Таким образом, значение коэффициента α_k в (12) вычисляется по аналогии с критерием оптимальности Шепли [5], когда выигрыш каждого игрока равен его среднему вкладу в благосостояние некой общей коалиции, по сути — математическому ожиданию. По той же аналогии с распределением выигрышей в (9)—(12) оговаривается, что все значения переменных x_k должны быть не меньше единицы, тем более, что изначально мы воспользовались числовой осью, где единица — минимальное знакоместо для частных дисциплин (см. рисунок).

Задача (9)—(12) легко решается с помощью различных математических пакетов, например, с помощью пакета символьной математики Maple [6], что показано в работе [4].

Для облегчения сравнения пар дисциплин (7) удобнее всего использовать вспомогательный метод, позволяющий сравнивать данные пары с точки зрения выполняемых трудовых функций.

Допустим, что для той или иной профессии имеется некое конечное число трудовых функций $V(1, ..., v)$.

Для каждой трудовой функции введем табл. 1 с перечислением критериев и коэффициентов значимости трудовой функции профессии.

Для каждого критерия имеется свой коэффициент значимости $t_з$, например, для l-й трудовой функции — $t_{зl}$.

Коэффициенты будут иметь свои веса (от 16 до 1), определяющие важность критерия. При анализе дисциплины с точки зрения трудовой функции коэффициент может быть как натуральным числом из последовательности {16, 8, 4, 2, 1}, если дисциплина отвечает критерию в полной мере, так и значением "0", если дисциплина не отвечает данному критерию. Представленное распределение весов построено по следующему принципу.

Таблица 1

Таблица критериев значимости трудовой функции профессии

№ дисциплины	Критерии значимости трудовой функции l ($l \in V$)	Коэффициент значимости
1	Дисциплина полностью осваивает трудовую функцию с получением конкретного продукта и предусматривает освоение смежных направлений и производство инновационных продуктов	$t_{зl1} \in \{16, 0\}$
2	Дисциплина предусматривает практическое освоение трудовой функции и реализуется на практике с учетом полученного производственного продукта	$t_{зl2} \in \{8, 0\}$
3	Дисциплина предусматривает практическое и лабораторное освоение по данной трудовой функции	$t_{зl3} \in \{4, 0\}$
4	Дисциплина предусматривает теоретическое освоение (знания) по данной трудовой функции	$t_{зl4} \in \{2, 0\}$
5	Дисциплина не предусматривает освоение данной трудовой функции (соответственно слабо связана с получением данной квалификации)	$t_{зl5} \in \{1, 0\}$
	Сумма по дисциплине	$\sum_{z=1}^{5} t_{зlz}$

Наиболее важным критерием с точки зрения трудовой функции является критерий $t_{зl1}$, наименее важным — критерий $t_{зl5}$. При этом критерий $t_{зl1}$, по сути, является поглощающим к остальным критериям, т. е. если k-я дисциплина по отношению к l-й трудовой функции имеет коэффициент $t_{зlk1} = 16$, то априори считается, что она удовлетворяет всем остальным критериям. Но если по результатам анализа окажется, что $t_{зlk1} = 0$, то сумма всех остальных коэффициентов критериев не должна превышать значения этого коэффициента. То есть должно выполняться следующее условие по подмножествам нашей последовательности:

$$\begin{gathered} t_{зlk1} > (t_{зlk2} + t_{зlk3} + t_{зlk4} + t_{зlk5}), \\ t_{зlk2} > (t_{зlk3} + t_{зlk4} + t_{зlk5}), \\ t_{зlk3} > (t_{зlk4} + t_{зlk5}),\ t_{зlk4} > t_{зlk5}. \end{gathered} \tag{15}$$

Для каждой k-й дисциплины будет множество таких таблиц (см. табл. 1), соответствующих множеству трудовых функций V. По каждой k-й дисциплине определяется общая сумма коэффициентов l-й трудовой функции $\sum_{z=1}^{5} t_{зlz}$, а для всего множества трудовых функций V коэффициент значимости k-й дисциплины $t_{зk}$ определится как сумма

$$t_{зk} = \sum_{l=1}^{v} \sum_{z=1}^{5} t_{зlzk}, k = 1, \ldots, m, \tag{16}$$

где v — число трудовых функций.

Следовательно, по каждой k-й дисциплине мы получаем суммарную оценку, которая была получена при сравнительном анализе дисциплины с основными критериями (см. табл. 1), множества трудовых функций, определяющих профессиональную подготовленность.

Тогда выражение (7) можно переписать следующим образом:

$$\begin{gathered} B = \begin{Bmatrix} \beta_k > \beta_l, t_{зk} > t_{зl} \\ \beta_k = \beta_l, t_{зk} = t_{зl} \end{Bmatrix}; \\ \beta_k \in D_k, \beta_l \in D_l; k, l \in [1, \ldots, m]. \end{gathered} \tag{17}$$

Таким образом, благодаря анализу, представленному выше (см. табл. 1), и значения (16) становится не только легче сравнивать дисциплины по важности в (7), но и оценивать это сравнение с точки зрения множества трудовых функций V для любой профессии, для которой можно построить это множество. При этом существенно повышается достоверность сравнения дисциплин путем замены в (7) оценки экспертной природы на подробный анализ дисциплин с точки зрения критериев значимости трудовой функции профессии.

При создании системы неравенств (7) и (17) могут возникнуть определенные проблемы. Дело в том, что ввиду большого числа дисциплин появляется большое число неравенств, а значит, велика вероятность получения хотя бы в одном неравенстве случайной ошибки, что может привести к появлению несовместной системы неравенств, т. е. система не будет решаться. Для этого случая необходимо использовать алгоритм, представленный в работе [4]. Данный алгоритм снимает проблему совместности линейных алгебраических неравенств и имеет весьма невысокую вычислительную сложность.

4. Интегральная оценка готовности специалиста

Определив на предыдущих этапах (см. пп. 2 и 3) экзаменационные оценки и получив коэффициенты значимости α_k для всех дисциплин, определим на основе множества (4) и оценки α_k интегральную оценку готовности i-го студента как специалиста на основе следующей зависимости:

$$F_i = \sum_{k=1}^{m} b_k \alpha_k. \qquad (18)$$

Таким образом, на основе общего описательного представления (4) мы получили численный вид интегральной оценки, которая может быть вычислена для любого студента. Данная оценка, согласно (3) и (6), имеет максимальное значение, равное "1", и поэтому, согласно коммутативности выражения (2), может быть переведена в процентное отношение, например,

$$F_i = 0{,}95 \equiv F_i = 95\ \%.$$

Необходимо дополнить, что матрица (7), а также соответствующий ей анализ с помощью табл. 1 составляются выпускающей кафедрой на основе анализа той или иной дисциплины D_k из всего множества дисциплин D, множества компетенций, представленных в ГОС и требований соответствующего уровня квалификации [1], а также анализа дисциплины по отношению к трудовым функциям (см. табл. 1). Результирующие интегральные оценки F_i вычисляются деканатами факультетов и могут быть размещены на общевузовском сервере, доступном не только для преподавателей и студентов, но также для работодателей.

Интегральная оценка готовности специалиста, полученная с помощью предложенной методики, резко отличается от традиционного способа определения итоговой оценки как средней арифметической величины от суммы оценок всех дисциплин, поскольку за счет коэффициентов α повышает значения баллов тех дисциплин, которые являются более важными и определяют основной базис той или иной специальности или направления. Кроме того, необходимо отметить, что процедуры попарного сравнения дисциплин по важности, что представлено выражениями (7) и (17), должны осуществлять ведущие специалисты кафедры, отвечающие за выпуск специалистов по тому или иному направлению или специальности. В этом случае они выполняют роль экспертов.

5. Интегральная оценка профессиональной квалификации

В рамках предложенного системного подхода можно попытаться оценить таким же образом профессиональную квалификацию студента на различных этапах обучения.

В профессиональном стандарте есть такое понятие, как квалификация (необходимый набор знаний, умений, опыта для выполнения трудовой функции), являющаяся некой единицей стандарта и имеющая девять уровней. Предполагается, что в рамках обучения по максимальной программе (магистратура) студент, успешно закончивший магистратуру, квалифицируется шестым уровнем. Каждый уровень определяется конечным множеством таких понятий, как:

Q: { Полномочия и ответственность,
Характер умений, Характер знаний}. (19)

В данном случае, в отличие от множества критериев, приведенных в табл. 1, элементы множества (19) являются ситуационными по отношению к занимаемой должности и конкретным требованиям работодателя. Для руководящего звена важнее "Полномочия и ответственность", а для остальных элементов множества характер знаний или умений определяется содержанием уровня "6" национальной рамки квалификации [1]. По сути дела мы должны дифференцировать значение F_i, полученное в (18) на три следующих составляющих

$$F_i = F_i^1 + F_i^2 + F_i^3. \qquad (20)$$

В принципе, в (20) нас вполне устроят процентные значения для каждого элемента множества $(F_i^1 + F_i^2 + F_i^3)$, поскольку именно эти типы данных чаще всего важны работодателям. Рассмотрим методику их получения.

Любая дисциплина в ГОС определена множеством компетенций $G(1, ..., g)$, в которых указаны в той или иной мере приведенные выше элементы множества (19). Составим табл. 2, где будем сравнивать компетенции той или иной дисциплины с элементами множества (19).

Если на пересечении той или иной дисциплины и столбца с соответствующим значением (16)

Таблица 2

Анализ компетенций

№	Дисциплины	Компетенции	Полномочия и ответственность	Характер умений	Характер знаний
1	Дисциплина 1	Компетенция 1_1	{0, 1}	{0, 1}	{0, 1}
		...	{0, 1}	{0, 1}	{0, 1}
		Компетенция 1_g	{0, 1}	{0, 1}	{0, 1}
...	...	...	...	...	...
2	Дисциплина 2	Компетенция 1_1	{0, 1}	{0, 1}	{0, 1}
...	...	...	{0, 1}	{0, 1}	{0, 1}
		Компетенция 1_g	{0, 1}	{0, 1}	{0, 1}
k	Дисциплина k	Компетенция 1_1	{0, 1}	{0, 1}	{0, 1}
...	...	...	{0, 1}	{0, 1}	{0, 1}
		Компетенция 1_g	{0, 1}	{0, 1}	{0, 1}
			Q_1	Q_2	Q_3

рассматриваемая компетенция дополняет этот элемент, т. е. является важной, то ставится оценка "1", в противном случае — "0". В итоге для каждого элемента множества (19) мы имеем суммы компетенций Q_i (i = 1, 2, 3):

$$Q_i = \sum_{q=1}^{1} \sum_{j=1}^{k} Q_{jq}, i \in \{1, 2, 3\} \qquad (21)$$

с общей суммой

$$Q = \sum_{i=1}^{3} Q_i. \qquad (22)$$

Зная частные значение (21) и общую сумму (22) для каждого значения Q_i можно определить процентное отношение относительно (22). Например, если Q_i = 120, а частные значения образуют множество {45, 35, 40}, то получим множество

$$Q\{Q_1 = 37{,}5\ \%,\ Q_2 = 29{,}1\ \%,\ Q_3 = 33{,}3\ \%\}.$$

В последующем, относительно нашего раннего примера (см. п. 4) — F_i = 0,95 ≡ F_i = 95 %, можно использовать следующую запись, содержащую по каждому i-му студенту информацию как по интегральной оценке, так и по ее процентной дифференциации относительно уровня квалификации Q, например

$$F_i(0{,}95) = F_i^1 + F_i^2 + F_i^3 = \{F_i^1(Q_1 = 37{,}5\%),\ F_i^2(Q_2 = 29{,}1\%), F_i^3(Q_3 = 33{,}3\%)\}. \qquad (23)$$

В выражении (23) в дальнейшем можно учесть в виде параметра F_i^4 также такие личностные особенности психологии специалиста, как лидерство и способность к руководству коллективом. Это очень важный вопрос с точки зрения, прежде всего, работодателя, поскольку не каждый высококлассный специалист может быть еще и талантливым руководителем. При этом F_i^4 необходимо определять по методикам психологов. Главное при этом — выйти на численные показатели и не пытаться интегрировать все в один показатель (необходимо оставить выражение (23) как множество ввиду разнородности показателей).

Выводы

В данной работе впервые предложен метод, когда оценка готовности специалиста, представленная лишь описательно, за счет нормирования множества экзаменационных и зачетных оценок и за счет предложенной математической модели класса ЗЦЛП, позволяющей вычислить весовые оценки важности на множестве дисциплин, с учетом множества компетенций, приобретает численный вид в рамках концепции цифрового представления информации в РФ. При этом учитываются успеваемость студента и количественный вклад дисциплины в квалификацию студента с точки зрения освоения всех трудовых функций, предусмотренных профессиональными стандартами, что может быть использовано в дальнейшем для сравнения, последующего численного анализа подготовки специалистов и анализа работодателем при приеме на работу. Эта информация может быть доступна в режиме on-line как на сервере университета, так и с помощью облачных технологий как студентам и преподавателям, так и потенциальным работодателям.

Список литературы

1. **Ливанов Д. А., Топилин М. А., Шохин А. Н.** Национальная рамка квалификаций в Российской Федерации. 2012. URL: www.misis.ru/Portals/0/UMO/Proekt%20NRK.docx
2. **Федеральный** закон № 122-ФЗ от 02.05.2015 "О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации и статьи 11 и 73 Федерального закона "Об образовании в Российской Федерации".
3. **Федеральный** закон № 238-ФЗ от 03.07.2016. "О независимой оценке квалификации".
4. **Загидуллин Р. Р.** Планирование машиностроительного производства. Старый Оскол. Изд-во ТНТ, 2013. 392 с.
5. **Оуэн Г.** Теория игр. М.: Мир, 1971. 230 с.
6. **Говорухин В. Н., Цибулин В. Г.** Введение в Maple. Математический пакет для всех. М.: Мир, 1997. 208 с.

R. R. Zagidullin, Prof. of the Department ATP USATU, e-mail: polysoft@list.ru;
D. S. Zanin, Executive Director, First Business School, Ufa State Aviation Technical University

Determination of Integral Assessment of Professional Qualifications University Student at Different Stages Training

The article presents a numerical method for determination of the integral index of professional readiness (BA, MA) with respect to a professional standard. This technique can be used both as a tool for comparing the training of students from various universities and the current index in demand in the learning process, both for teachers, university management, and for the students themselves. This assessment can be accessed both on the university server and using cloud technologies. Is based on the concept of the digital space of the Russian Federation.

Keywords: *rationing estimates ranging disciplines, mathematical model, the weights, the importance of labor function, the significance of the coefficient of discipline, integral evaluation specialist, an integrated assessment of professional qualifications*

References

1. **Livanov D. A., Topilin M. A., Shohin A. N.** Nacional'naja ramka kvalifikacij v Rossijskoj Federacii. Moscow, 2012. URL: www.misis.ru/Portals/0/UMO/Proekt%20NRK.docx (in Russian).
2. **Federal'nyj** zakon. Federal'nyj zakon № 122-FZ ot 02.05.2015 "O vnesenii izmenenij v Trudovoj kodeks Rossijskoj Federacii i stat'i 11 i 73 Federal'nogo zakona "Ob obrazovanii v Rossijskoj Federacii" (in Russian).
3. **Federal'nyj** zakon № 238-FZ ot 03.07.2016. "O nezavisimoj ocenke kvalifikacii". (in Russian).
4. **Zagidullin R. R.** Planirovanie mashinostroitel'nogo proizvodstva. Staryj Oskol. Izd-vo TNT, 2013. 392 p. (in Russian).
5. **Oujen G.** Teorija igr. Moscow, Mir, 1971. 230 p. (in Russian).
6. **Govoruhin V. N., Cibulin V. G.** Vvedenie v Maple. Matematicheskij paket dlja vseh. Moscow, Mir, 1997. 208 p. (in Russian).

УДК 519.876.5

А. С. Чирцов, д-р техн. наук, проф., e-mail: alex_chirtsv@mail.ru,
СПбГЭУ "ЛЭТИ" им. В. И. Ульянова (Ленина), РПГУ им. Герцена,
Д. А. Козуненко, Заместитель Генерального директора по информационным технологиям,
e-mail: kozunenko@svega-computer.ru, ООО "СВЕГА-Компьютер"

Использование технологий создания стереоскопических изображений при численном моделировании сложных физических систем для лекционных демонстраций и учебных исследований

Рассматриваются варианты эффективного использования простой и широкодоступной для системы образования технологии создания стереоскопических изображений для визуализации результатов интерактивного компьютерного моделирования сложных систем и происходящих в них процессов, основанного на принципах физического объектно-ориентированного моделирования. Анализируются возможности использования подхода для организации массового индивидуализированного образования в области точных наук, включающего привлечение наиболее подготовленных и мотивированных обучаемых к активным формам творческого изучения учебного материала с элементами самостоятельного научного исследования. Описанный подход иллюстрируется на примере использования рассматриваемых технологий для сопровождения курса релятивистской электродинамики.

Ключевые слова: *3D-моделирование, стереоскопическая визуализация, объектно-ориентированное моделирование, популяризация современной физики, релятивистская электродинамика, пространство Минковского, 4D-визуализации, моделирование сложных систем*

Введение

Исторические, культурные и общечеловеческие последствия беспрецедентного скачка в развитии информационных, мультимедийных и телекоммуникационных технологий, произошедшего на рубеже XX и XXI тысячелетий, пока не поддаются адекватной оценке. Компьютерные технологии проникают во все области жизни и деятельности нашей цивилизации, открывая