

Д. Р. Николаева,  
Тюменский индустриальный университет

## ПРАВИЛА ПОСТРОЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ

### Аннотация

В статье обосновываются актуальность, значимость и необходимость разработки математической модели оценки профессиональных компетенций студентов вуза. Выделены этапы моделирования процесса оценки профессиональных компетенций. Определена и описана взаимосвязь профессиональных компетенций, их компонентов и дисциплин. Разработаны правила построения параметров многокомпонентной модели оценивания профессиональных компетенций.

**Ключевые слова:** компетентностный подход, профессиональная компетенция, математическая модель, компетентностно-дисциплинарная модель, личностные качества, профессиональная мотивация.

В настоящее время профессиональная подготовка студентов проводится на основе Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования третьего поколения (ФГОС ВО 3+), определяющих требования к результатам освоения основных образовательных программ (ООП) в терминах компетентностного подхода. В основе этих изменений лежит идея о переходе к оценке уровня подготовки студента высшего учебного заведения в форме измерения компетенций. Переход к новой форме оценки уровня подготовки студентов выявил потребность в разработке нового инструментария для измерения этого уровня.

Существующие методы оценки и организации контроля качества подготовленности студента, в том числе с применением автоматизированных систем, нашли отражение во многих работах педагогов-исследователей. Однако в этих работах отсутствует представление в явном виде математической модели, позволяющей произвести дифференцированный расчет, соответствующий требованиям ФГОС ВО и ООП для всех направлений, определить уровень сформированности профессиональных компетенций. *Под профессиональной компетенцией будем понимать комплексный интегрированный показатель, харак-*

*теризующий профессиональный уровень будущих выпускников, заключающийся в сочетании необходимых знаний, умений, опыта, ответственности и других личностных качеств (рис. 1).*

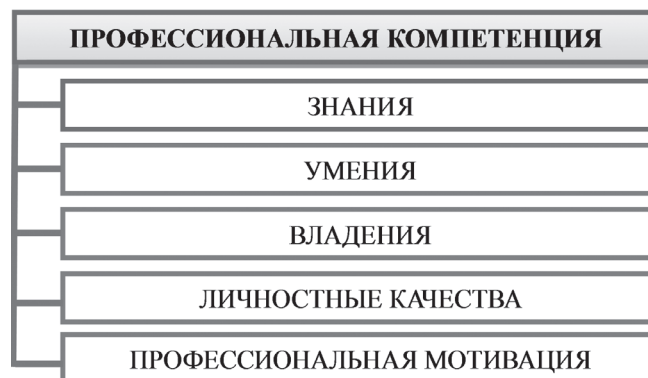


Рис. 1. Содержание профессиональной компетенции

Таким образом, *оценивание профессиональных компетенций* заключается в оценке сформированности их компонентов в виде усвоенных студентом «знаний-умений-владений» и личностных профессионально значимых сформированных мотивационных

### Контактная информация

Николаева Дарья Романовна, ст. преподаватель кафедры информатики и информационных технологий Тюменского индустриального университета; адрес: 625001, г. Тюмень, ул. Луначарского, д. 2; телефон: (345-2) 43-05-88; e-mail: Nikolaeva-d@mail.ru

D. R. Nikolaeva,  
Tyumen Industrial University

### RULES OF CONSTRUCTION OF PARAMETERS IN MATHEMATICAL MODEL FOR EVALUATING PROFESSIONAL COMPETENCIES

#### Abstract

The article substantiates the relevance, importance and need to develop a mathematical model of assessment of professional competencies of university students. Stages of modeling professional competencies assessment process are described. The relationship of professional competencies, their components and disciplines is identified and described. The rules of construction parameters of a multi-component model of assessment of professional competencies are developed.

**Keywords:** competence approach, professional competency, mathematical model, competence-disciplinary model, personal qualities, professional motivation.

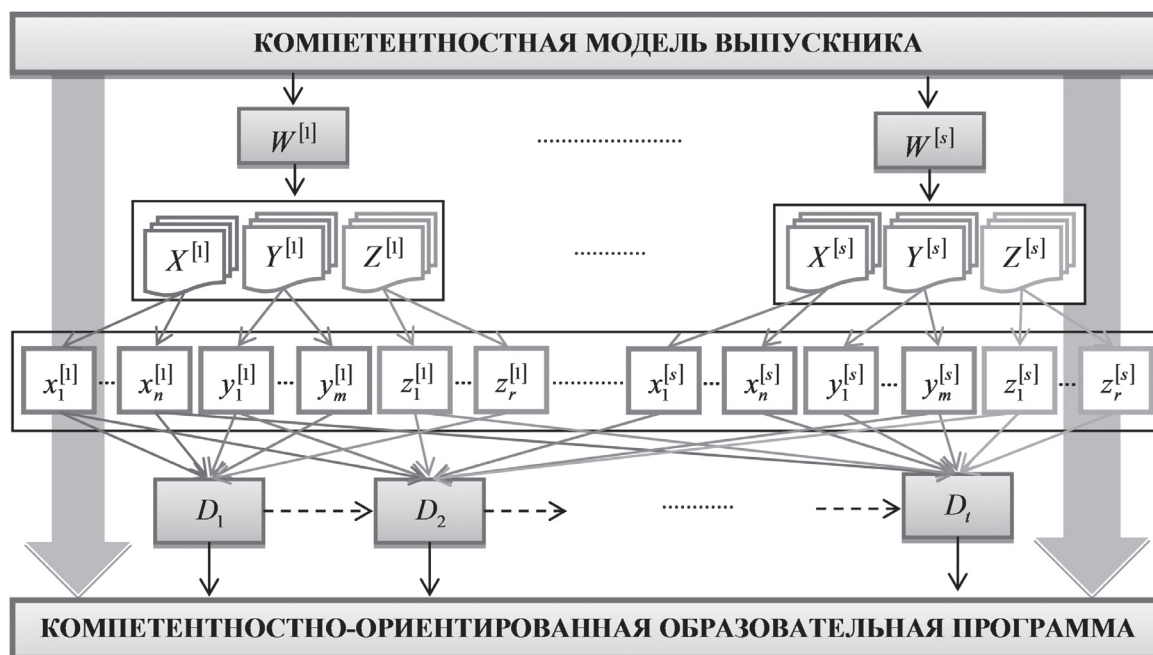


Рис. 2. Компетентностно-дисциплинарная модель («прямой ход»)

показателей, характеризующих готовность студента к реализации профессиональных функций.

Процесс разработки многокомпонентной математической модели оценивания профессиональных компетенций студентов заключается в последовательном формировании оценки, которое состоит из двух этапов: прямой ход и обратный ход.

**На первом этапе** (подготовительном) выполняется разработка компетентностно-дисциплинарной модели, определяющей взаимосвязь компетентностной модели выпускника и компетентностно-ориентированной образовательной программы на основе ФГОС ВО (рис. 2).

Компетентностная модель выпускника определяет набор профессиональных компетенций  $W = \{W^{[i]}\}$ , ( $i = 1 : s$ ), которыми студент должен овладеть в процессе обучения. Каждая профессиональная компетенция  $W^{[i]} = \{X^{[i]}, Y^{[i]}, Z^{[i]}\}$  состоит из множеств «знаний»  $X^{[i]} = \{x_1^{[i]}, \dots, x_n^{[i]}\}$ , «умений»  $Y^{[i]} = \{y_1^{[i]}, \dots, y_m^{[i]}\}$ , «владений»  $Z^{[i]} = \{z_1^{[i]}, \dots, z_r^{[i]}\}$ , которые, в свою очередь, задают структуру изучаемых дисциплин  $D = \{D_j\}$ , ( $j = 1 : t$ ). Упорядоченное множество всех дисциплин направления определяет содержание компетентностно-ориентированной образовательной программы. Предлагаемая модель дает возможность представить структуру процесса формирования профессиональных компетенций и дисциплин в системе образования через взаимосвязь их компонентов — «знаний-умений-владений».

**Второй этап** моделирования многокомпонентной математической модели оценивания профессиональных компетенций определяется как «обратный ход» и состоит из трех ступеней.

**Первая ступень** — сбор и подготовка исходной информации о результатах учебных достижений студента за весь период обучения, включая результаты творческой, интеллектуальной, научно-исследовательской и других видов деятельности.

**Вторая ступень** моделирования процесса оценивания заключается в разработке методики численной оценки компонентов математической модели, определяющих интегральную оценку профессиональных компетенций, а именно:

- степени участия каждой дисциплины в формировании отдельно взятой компетенции;
- суммарной оценки по дисциплинам, формирующим профессиональные компетенции;
- расчета весовых коэффициентов факторов, определяющих личностные качества студента на основе экспертной оценки [3];
- суммарной оценки личностных качеств студента и его профессиональной мотивации.

**На третьей ступени** моделирования определяются:

- метод построения математической модели оценивания профессиональных компетенций [1];
- интерпретация результатов моделирования (выполняются проверка на адекватность и качество модели с помощью соответствующего инструмента, анализ и визуализация полученных данных, даются рекомендации по корректировке процесса формирования компетенций).

Анализ существующих подходов к оценке профессиональных компетенций, многокомпонентность ее содержания и междисциплинарный характер понятия профессиональной компетенции позволили выявить обобщенную многокомпонентную математическую модель оценивания профессиональной компетенции, результат которой определяют:

- 1) общие оценки за учебные достижения студента;
- 2) оценки его личностных качеств;
- 3) оценки профессиональной мотивации к обучению,

что полностью соответствует требованиям ФГОС ВО:

$$\overline{W}_T^{[i]} = f(\overline{\varphi}_T^{[i]}, \overline{\sigma}_T^{[i]}, \overline{\theta}_T), \quad (i = \overline{1 : s}, T = \text{const}), \quad (1)$$

где:

$\overline{W}_T^{[i]}$  — общая оценка  $i$ -й профессиональной компетенции в  $T$ -м периоде;

$\overline{\varphi}_T^{[i]}$  — общая оценка учебных достижений для  $i$ -й профессиональной компетенции в  $T$ -м периоде;

$\overline{\sigma}_T^{[i]}$  — общая оценка личностных качеств для  $i$ -й профессиональной компетенции в  $T$ -м периоде;

$\overline{\theta}_T$  — общая оценка профессиональной мотивации для  $i$ -й профессиональной компетенции в  $T$ -м периоде.

**Первый аргумент — оценка результатов учебной деятельности студента** — представляет собой свертку частных оценок-компонентов профессиональной компетенции, которые изучаются и измеряются в разных дисциплинах, определенных компетентностно-ориентированной образовательной программой (КООП) направления, формирующих измеряемую профессиональную компетенцию:

$$\begin{cases} \overline{\varphi}_T^{[i]} = \frac{1}{\varphi_{\max}} \sum_{j=1}^{\tau} \overline{\varphi}_{D_j}^{[i]}, \quad (j = \overline{1 : t}, i = \overline{1 : s}), \\ \overline{\varphi}_{D_j}^{[i]} = \sum_{k=1}^a \sum_{l=1}^{n_1} \alpha_{jk}^{[i]} \overline{x}_{jk}^{[i]} + \sum_{k=1}^b \sum_{l=1}^{n_2} \beta_{jk}^{[i]} \overline{y}_{jk}^{[i]} + \sum_{k=1}^c \sum_{l=1}^{n_3} \gamma_{jk}^{[i]} \overline{z}_{jk}^{[i]}, \quad (2) \\ \alpha_{jk}^{[i]} = \frac{q(x)_{jk}^{[i]}}{t}, \quad \beta_{jk}^{[i]} = \frac{q(y)_{jk}^{[i]}}{t}, \quad \gamma_{jk}^{[i]} = \frac{q(z)_{jk}^{[i]}}{t}, \end{cases}$$

где:

$\overline{\varphi}_{D_j}^{[i]}$  — оценка совокупности «знаний-умений-владений» по  $j$ -й дисциплине, участвующей в формировании  $i$ -й профессиональной компетенции;

$\varphi_{\max}$  — максимальная оценка из всех результатов учебной деятельности студента;

$\alpha_{jk}^{[i]}, \beta_{jk}^{[i]}, \gamma_{jk}^{[i]}$  — коэффициенты значимости компонентов «знания-умения-владения»  $j$ -й дисциплины, участвующей в формировании  $i$ -й профессиональной компетенции;

$q(x)_{jk}^{[i]}, q(y)_{jk}^{[i]}, q(z)_{jk}^{[i]}$  — количество дисциплин, участвующих в формировании соответствующих компонентов «знания-умения-владения»  $i$ -й профессиональной компетенции;

$t$  — количество всех дисциплин, определенных КООП;

$s$  — количество всех профессиональных компетенций направления;

$n_1, n_2, n_3$  — количество компонентов оценивания  $j$ -й дисциплины;

$\tau$  — количество дисциплин, формирующих  $i$ -ю профессиональную компетенцию.

Коэффициент значимости компонентов, определяемый как отношение количества дисциплин, формирующих данный компонент, к числу всех дисциплин, определенных КООП, вводится в расчетную формулу (2), чтобы придать большую значимость компонентам, формируемым с участием большего количества дисциплин.

**Второй аргумент — оценка личностных качеств студента.** При компетентностном подходе развитие личностных качеств студента выступает обязательным условием и результатом успешного

формирования профессиональных компетенций, поэтому их оценка является одним из обязательных составляющих при оценивании профессиональных компетенций и рассматривается в математической модели оценивания как один из аргументов функции оценки профессиональных компетенций.

Оценка личностных качеств студента, как и оценка его учебных достижений, является экспертной оценкой и осуществляется непосредственно в процессе обучения. Кроме профессорско-преподавательского состава в качестве экспертов могут выступать лица, ответственные за различные виды деятельности (творческую, интеллектуальную, научно-исследовательскую и др.).

**Алгоритм оценки личностных качеств студента состоит из следующих подготовительных этапов:**

1. Среди представленного множества качеств личности необходимо выбрать наиболее значимые.
2. Определить компетентность экспертов.
3. Определить коэффициенты значимости выбранных факторов (качеств).
4. Подготовить исходную информацию о результатах внеучебной деятельности студента.
5. Выполнить расчет общей оценки личностных качеств студента для профессиональной компетенции в определенном учебном периоде:

$$\begin{cases} \overline{\sigma}_T^{[i]} = \frac{1}{\tau} \sum_{j=1}^l \sum_{k=1}^{\tau} \psi_k \overline{F}_{jk}^{[i]}, \quad (i = \overline{1 : s}, j = \overline{1 : l}, k = \overline{1 : \tau}), \\ \Psi^{(N)} = Y \cdot H^{(N-1)}, \\ H^{(N)} = \frac{1}{\lambda^{(N)}} Y' \cdot \Psi^{(N)}, \\ \lambda^{(N)} = |Y' \cdot \Psi^{(N)}|, \end{cases} \quad (3)$$

где:

$\overline{F}_{jk}^{[i]}$  — оценка факторов, характеризующих личностные качества студента, формирующих  $i$ -ю профессиональную компетенцию в  $T$ -м периоде;

$\Psi^{(N)} = (\psi_k)$  — матрица-столбец коэффициентов значимости факторов  $n$ -й итерации;

$Y = (v_{ij})$  — матрица индивидуальных весов факторов (экспертная оценка);

$Y'$  — транспонированная матрица индивидуальных весов факторов;

$H^{(N)}$  — матрица-столбец компетентности экспертов после  $n$  итераций;

$\lambda^{(N)}$  — модуль вектора компетентности экспертов (нормирующий множитель);

$\tau$  — количество дисциплин, формирующих  $i$ -ю профессиональную компетенцию;

$l$  — количество оцениваемых факторов.

**Третий аргумент в многокомпонентной математической модели оценивания профессиональных компетенций — это оценка профессиональной мотивации студента к будущей профессиональной деятельности.** Самый простой анализ профессиональной мотивации студента, проведенный своевременно, и вовремя принятые меры ее повышения могут повлиять на процесс обучения, а соответственно, и на развитие и формирование профессиональных компетенций.

Существует множество различных методик диагностики мотивации профессиональной деятель-

ности. Наиболее популярной является методика Замфира, в основу которой положена концепция о внутренней и внешней мотивации [2]. На основании данной методики адаптирована теоретико-множественная модель оценивания профессиональной мотивации студентов:

$$\Theta = \{\Theta^{[BM, ВПМ, BOM]}, \bar{\theta}_T^{[BM]}, \bar{\theta}_T^{[ВПМ]}, \bar{\theta}_T^{[BOM]}, T\}, \quad (4)$$

где:

$\Theta^{[BM, ВПМ, BOM]} = \{\theta_{\eta}\}$ , ( $\eta = \overline{1: g}$ ) — множество вопросов анкеты, направленных на выявление внутренней, внешней положительной, внешней отрицательной мотивации студента к будущей профессиональной деятельности;

$\bar{\theta}_T^{[BM]}$  — оценка внутренней мотивации студента;

$\bar{\theta}_T^{[ВПМ]}$  — оценка внешней положительной мотивации;

$\bar{\theta}_T^{[BOM]}$  — оценка внешней отрицательной мотивации;

$T$  — учебный период (год, семестр и т. д.);

$\bar{\theta}_T^{[BM]} \geq \bar{\theta}_T^{[ВПМ]} > \bar{\theta}_T^{[BOM]}$  — условие оценивания профессиональной мотивации;

$0 \leq \bar{\theta}_T^{[BM]} \leq 1$  — интервал оценки профессиональной мотивации.

Таким образом, задача оценивания уровня сформированности профессиональных компетенций студента сводится к поэтапному представлению результатов учебной и других видов деятельности, а математическая модель оценивания профессиональных компетенций представляет собой интегральную оценку результатов учебной деятельности студента с учетом его индивидуальных личностных и мотивационных характеристик.

#### Литературные и интернет-источники

1. Борзых В. Э., Шалкина Т. Н., Николаева Д. Р. Метод математического моделирования процесса оценивания профессиональных компетенций выпускников ВУЗа // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1. <http://www.science-education.ru/121-17882>

2. Психологическая диагностика в профессиональной сфере. Лаборатория возрастной психофизиологии Института психологии им. Г. С. Костюка. [http://prof-diagnost.org/prof\\_reg.php](http://prof-diagnost.org/prof_reg.php)

3. Шалкина Т. Н., Николаева Д. Р. Использование метода экспертных оценок при оценке готовности выпускников к профессиональной деятельности // Актуальные вопросы современной науки: Материалы XVI Международной научно-практической конференции. М.: Перо, 2012.

## НОВОСТИ

### В США разрешено к продаже первое лекарство, распечатываемое на 3D-принтере

Управление по продуктам питания и лекарственным средствам США дало разрешение на продажу первого лекарства, изготавливаемого на 3D-принтере. В компании Argesia Pharmaceuticals, выпустившей лекарство, готовы в дальнейшем расширить предложение. Как объясняют в Argesia, изготовление таблеток методом 3D-печати не дает преимуществ с точки зрения эффективности производства, но предостав-

ляет больше возможностей контролировать структуру и состав лекарства по сравнению с традиционной формовочной технологией. В частности, таблетка, изготовленная путем 3D-печати, лучше растворяется, и ее проще проглотить. Эксперты считают, что возможно, когда-нибудь на 3D-принтерах начнут изготавливать индивидуальные лекарства прямо в аптеках согласно предписанию врача.

### 3D-биопринтер восстанавливает потерянные зубы

В Университете Гриффита работают над способом восстановления утраченных зубов и участков челюстной кости с помощью технологии 3D-биопечати. По словам исследователей, последние достижения в области тканевой инженерии позволяют получить новую «родную» костную и зубную ткань для имплантации в челюсть пациента. Вначале проводится сканирование пораженной области, затем с помощью САПР разрабатывается имплантат. После этого на специали-

зированном биопринтере в рамках единого процесса изготавливаются костная ткань, связки и цементное вещество зуба. Сейчас подобные имплантаты обычно формируются из собственных тканей пациента, но их может не хватать. По словам исследователей, их способ будет гораздо менее инвазивным и с меньшими рисками осложнений. В настоящее время он проходит доклинические испытания, тесты на людях возможны в ближайшие год-два.

### Большинство пользователей врет в соцсетях

Большинство людей приукрашивает информацию о себе в социальных сетях, установили в британском агентстве Custard, специализирующемся в области цифрового маркетинга. Любопытно, что мужчины более склонны к искажению действительности, общаясь в онлайне: приукрашивают реальность 59 % мужчин и 55 % женщин. Кроме того, в агентстве попытались выяснить, что более всего раздражает пользователей в соцсетях. Чаще все опрошенные жаловались на непрерывное об-

новление статусов (43 %) и селфи (40 %), восторженные посты о своих детях (30 %), необоснованные и резкие критические замечания (29 %), фотографии еды (28 %) и слишком большое количество постов (28 %). Кроме того, пользователей раздражают посты с занятиями в фитнесе, бурные похвалы в адрес своих близких (23 %), оскорбительные картинки (21,5 %), призывы к благотворительным действиям (14,5 %), хвастовство (13 %) и фотографии с кошками (9 %).

(По материалам международного компьютерного еженедельника «Computerworld Россия»)