

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ
COMPUTER SCIENCE, COMPUTER ENGINEERING AND MANAGEMENT
УДК 004.93(004.4, 004.6, 303.732)
DOI:10.21822/2073-6185-2021-48-4-72-80

Оригинальная статья / Original Paper

Оценка компетенций в стандартах ФГОС 3++ на базе нечётко-логического подхода
О.В. Асташина

Рязанский государственный радиотехнический университет им В.Ф. Уткина,
390005, г. Рязань, ул. Гагарина, 59/1, Россия

Резюме. Цель. В статье рассматривается методика оценки компетенций в образовательных стандартах ФГОС 3++. **Метод.** Оценка компетенции осуществляется через индикаторы компетенций. Для оценки компетенции сложного многослойного объекта был использован математический аппарат теории нечётких множеств. **Результат.** Приведён пошаговый пример оценки компетенций. Представлен процесс трансформации входных переменных в нечёткие множества – оценки индикаторов компетенций. Разработана трапециевидная шкала лингвистических термов. Поэтапно представлены процессы фазификации, аккумуляции и дефазификации. Получена итоговая чёткая оценка по компетенции. **Вывод.** Введение нечётких чисел позволяет все вычисления производить достаточно гибко и получать в результате дефазификации объективную оценку сформированной компетенции.

Ключевые слова: компетенция, нечёткие множества, лингвистические термы, индикаторы компетенций

Для цитирования: О.В. Асташина. Оценка компетенций в стандартах ФГОС 3++ на базе нечётко-логического подхода. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2021; 48(4): 72-80. DOI:10.21822/2073-6185-2021-48-4-72-80

Assessment of competencies in the Federal state educational standard (FSES) 3++ based on a fuzzy-logical approach

O.V. Astashina

V.F. Utkin Ryazan State Radio Engineering University,
59/1 Gagarina Str., Ryazan 390005, Russia

Abstract. Objective. The article discusses the methodology for assessing competencies in the educational standards of the Federal State Educational Standard 3++. **Method.** Competence assessment is carried out through competency indicators. To assess the competence of a complex multilayer object, the mathematical apparatus of the theory of fuzzy sets was used. **Result.** A step-by-step example of competency assessment is given. The process of transformation of input variables into fuzzy sets is presented - assessments of competency indicators. A trapezoidal scale of linguistic terms has been developed. The processes of fuzzification, accumulation and defuzzification are presented step by step. A final clear assessment of competence was obtained. **Conclusion.** The introduction of fuzzy numbers allows all calculations to be performed quite flexibly and, as a result of defuzzification, to obtain an objective assessment of the formed competence.

Keywords: competence, fuzzy sets, linguistic terms, competence indicators

For citation: O.V. Astashina. Assessment of competencies in the Federal state educational standard (FSES) 3++ based on a fuzzy-logical approach. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2021; 48 (4): 72-80. (In Russ.) DOI:10.21822/2073-6185-2021-48-4-72-80

Введение. В сфере образования, в частности, главной на сегодняшний день парадигмой является компетентностный подход, прошедший эволюционный путь от широкого внедрения термина компетенции в научный оборот (1960 – 1990 гг.), разработки классификации

компетенций (1990-2010гг.), введения в действие ФГОС ВПО (2009-2011гг.), ФГО 3, ФГОС 3++ до формирования и автоматизации их оценки (текущий период).

Впервые категорию «компетенция» ввёл в научный лексикон лингвист Н. Хомский [1]. Его термин впоследствии был экстраполирован в другие области знания. Среди зарубежных исследователей компетентностного подхода в образовании следует назвать Дж. Равена, выделившего 37 основных компетенций и предложившего 2-ух мерную матрицу для оценки компетенций (по аналогии с таблицей химических элементов) [2]. Вклад в развитие компетентностного подхода внесла группа международных исследователей DeSeCo (2001 г.) (были выделены и проанализированы ключевые компетенции), европейский проект TUNING (создана модель для разработки и реализации программ высшего образования на базе компетентностного подхода)

Крупнейшим отечественным исследователем компетентностного подхода остаётся И.А. Зимняя. Её исследовательская группа занималась разработкой компонентной структуры компетенций и вплотную подошла к разработке процедуры оценивания компетенций. Математические модели оценки компетенций описаны в работах М. С.Тигиной [3], В.Н. Гусятникова [4], Е.В. Воробьева [5].

Однако, вопросы оценки компетенций, при всей их актуальности, остаются нерешёнными.

Постановка задачи. В ранее существовавших образовательных стандартах оценки по дисциплинам отражали достижения студентов по конкретным дисциплинам. Прямой корреляции между этими результатами обучения и профессиональными стандартами не существовало. В новых образовательных стандартах результатом образовательного процесса являются компетенции, соответственно, оценивать предстоит именно их. Оценке подлежат компетенции, приобретённые за период обучения в вузе.

В ФГОС3++ оцениваются не дисциплины, а индикаторы компетенций, выделенные для освоения этих дисциплин. Задача состоит в том, чтобы соотнести оценки, и достижения с индикаторами компетенций, и, соответственно, непосредственно компетенциями. Компетенции – «новые» системообразующие элементы системы образования, и оценивать их, пользуясь привычными методами и инструментарием, по меньшей мере, не правильно.

Методы исследования. Корреляция индикаторов компетенций с академическими дисциплинами и практиками

В ФГОС 3++ представлены 3 группы компетенций: универсальные (УК), общепрофессиональные (ОПК) и профессиональные (ПК). Компетенции формируются в ходе изучения дисциплин и прохождения практик. Причём, у каждой компетенции - К – есть своя группа индикаторов компетенций. A_i^k – оценка i индикатора по k компетенции (где i – количество индикаторов k -компетенции, $k=1$ K – количество компетенций в компетентностной модели).

Индикаторы компетенций относятся к дисциплинам и практикам, т.е. в ходе изучения дисциплин и прохождения практик предполагается достижение определённого индикатора компетенции, которой данный индикатор принадлежит. Один и тот же индикатор может характеризовать академические достижения в разных дисциплинах и практиках. Т.е. показатели одного индикатора компетенции достигаются в результате освоения разного набора дисциплин D и практик P в разные временные периоды обучения t . На рис. 1 схематично представлена связь компетенций, индикаторов, дисциплин и практик. Индикатор компетенции – это, фактически, показатель результатов обучения и показатель уровня освоения компетенции. Т.е. через индикаторы компетенции происходит оценка компетенции: из индикаторов компетенции складывается компетенция, её качественные и количественные оценки.

Дисциплины и практики в учебных планах имеют чётко определённой количественный показатель в виде отведённых на их освоение часов и зачётных единицах, что соответствует параметру V - объём или трудоёмкость дисциплин (практик).



Рис. 1. Связь индикаторов компетенций, дисциплин и практик
Fig. 1. Connection of indicators of competencies, disciplines and practices

Количественный или иной параметр оценки компетенций отсутствует. Предполагается воспользоваться Фондом оценочных средств, который составляют преподаватели отдельных дисциплин в рабочих программах. Здесь представлен весь арсенал педагогических измерений: балльно-рейтинговые, уровневые оценки компетенций и т.д. Измерение – определение значений частных показателей – единичных и комплексных. Широко применяющийся в современных педагогических измерениях принцип, предполагает, что эмпирические референты (результаты тестов, тестовых заданий) являются видимой оценкой результатов обучения.

Для оценки знаний по отдельным дисциплинам педагогические измерения уместны, так как четко определены характеристические свойства принадлежности элементов. Индикаторы компетенций по дисциплинам и практикам оценивают навыки и умения и уже здесь возникают вопросы: приемлема ли оценка нелинейных процессов при помощи линейных инструментов.

Каждая дисциплина и практика оцениваются по 5-балльной шкале, в рамках которой оцениваются компетенции. Т.е. оценки за дисциплины и практики в той или иной степени принадлежат компетенции (через индикатор компетенции), которую они формируют. С целью определения степени зависимости был задействован аппарат теории нечетких множеств. Выбранная методика обусловлена еще и тем фактом, что именно исследования Н. Хомского (ввел термин «компетенция» в научный оборот) по формальным грамматикам, послужила основой для введения лингвистических переменных в практику вычисления нечетких величин [9]. С помощью лингвистических переменных можно описывать объекты, точное измерение характеристик которых либо крайне трудоемко, либо вообще невозможно. Компетенции относятся к этой категории объектов.

Процедура оценивания компетенции с применением нечетко-логического подхода состоит из следующих этапов:

1. Фазификация: введение нечеткости;
2. Построение функций принадлежности, термов-множеств;
3. Нечеткий логический вывод: приведение к одному нечеткому множеству с каждой переменной вывода для каждого правила;
4. Аккумуляция: все нечеткие множества, назначенные к каждой переменной вывода (во всех правилах) объединяются вместе, чтобы сформировать одно нечеткое подмножество для каждой переменной вывода. При объединении используются операции \max (максимума) или sum (сумма).
5. Дефазификация: приведение к четкости нечеткого набора выводов и получение четкого числа или оценки компетенции. Метод приведения к четкости – метод центра тяжести.

Оценка компетенций. Необходимо определить в какой мере, в какой степени оценки по

индикаторам компетенций в дисциплинах и практиках принадлежат формируемой ими компетенции или в какой мере оценка по индикатору компетенций в дисциплине (практике) принадлежит итоговой оценке компетенции. Компетенция, как уже было сказано, оценивает совокупность умений, знаний и практического опыта, необходимых при решении профессиональных задач. Совокупность не есть сумма достижений студентов, и, применение аддитивной формы (средневзвешенное суммирование) для оценки компетенций допускает возможность «компенсации» уровня качества по одним параметрам за счет других, что снижает точность оценки. Воспользуемся методами теории нечётких множеств [6]: введём функцию принадлежности для лингвистической переменной (ЛП) «оценка индикатора компетенции».

Построение нечётких терм-множеств для лингвистической переменной. Процесс формирования лингвистической переменной (j) состоит из следующих этапов:

1. Определение множества термов ЛП и его упорядочение.
2. Построение числовой области определения ЛП, т.е. описание универсального множества U – (универсум) переменных, которые входят в определение лингвистической переменной.
3. Проведение опроса экспертов. Это основной этап при формировании ЛП. Опрос может быть прямым и косвенным. Возможно использование универсальных вербально-числовых шкал при наличии таковых.
4. Построение функций принадлежности для каждого термина ЛП на основе сформированного семантического правила, которое ставит в соответствие каждой нечеткой переменной ее смысл, т. е. нечеткое подмножество универсального множества.

Термы лингвистической переменной [8] представляют собой нечёткие множества. В нашем случае это термы ЛП «отлично развитая компетенция», «хорошо развитая компетенция», «удовлетворительно развитая компетенция», «плохо развитая компетенция», «очень плохо развитая компетенция». $T(j) = \{T_1, T_2, \dots, T_n\}$, причем каждое T_i - нечеткая переменная со значениями из универсального множества U с базовой переменной u . К термам лингвистической переменной предъявляется требование упорядоченности: $T_1 < T_2 < \dots < T_n$. Функции принадлежности нечетких множеств, составляющих количественный смысл базовых термов лингвистической переменной представлены на носителе $[0,1]$. Универсальное множество задано основными оценками из 5-балльной шкалы: $U = [1,2,3,4,5]$. Устанавливаем область определения для нечётких переменных-термов, нечётких значений термов на носителе $[0,1]$. Воспользовавшись универсальной вербально-числовой шкалой Харрингтона, имеем области определения для нечётких термов «отлично» – $1 - [0,8-1]$, «хорошо» – $[0,6-0,8]$, удовлетворительно – $[0,4-0,6]$, «плохо» – $[0,2-0,4]$ и «очень плохо» – $[0-0,2]$. Численные значения градации шкалы Харрингтона получены по результатам анализа большого массива статистических данных (табл.1).

Благодаря этому шкала Харрингтона универсальна и может в соответствующих модификациях (например, в виде шкалы баллов) использоваться для оценки многих модификаций качественных показателей.

Таблица 1. Универсальная вербально-числовая шкала Харрингтона
Table 1. Universal Verbal-Numeric Harrington Scale

Числовое значение (шкала отношений) Numerical value (ratio scale)	Содержательное описание (шкала наименований) Meaningful description (name scale)
0,8-1,0	Отлично Fine
0,64-0,8	Хорошо Good
0,37-0,64	Удовлетворительно Satisfactorily
0,2-0,37	Плохо Badly
0,0-0,2	Очень плохо Very bad

Для построения трапециевидных функций принадлежности нечётких лингвистических термов, введём формулу для вычисления коэффициента нечёткости τ для получения интервалов нечётких термов [7]. Граница перехода – самое нечёткое число на шкале $[0,1] - 0,5 (\varphi)$.

$$\tau = \frac{1}{2|T|} \times \frac{1}{\sqrt{\varphi}} \quad (1)$$

где $|T|$ – мощность терм-множества, φ – граница нечёткости.

При мощности терм-множества, равном 5 и φ равном 0,5 получаем коэффициент нечёткости 0,1.

В табл. 2 показано сопоставление трапециевидных нечётких чисел термов.

Таблица 2. Параметры термов

Table 2. Terms parameters

Терм Term	Очень плохо Very bad	Плохо Badly	Удовлетворительно Satisfactorily	Хорошо Good	Отлично Fine
Нечёткие числа Fuzzy numbers	(0,0,0,1, 0,2)	(0,1, 0,2, 0,3, 0,4)	(0,3, 0,4, 0,5, 0,6)	(0,5, 0,6, 0,7, 0,8)	(0,7, 0,8, 0,9,1)

Для описания термов лингвистической переменной уровня освоения компетенции используем трапециевидные функции принадлежности (рис. 2).

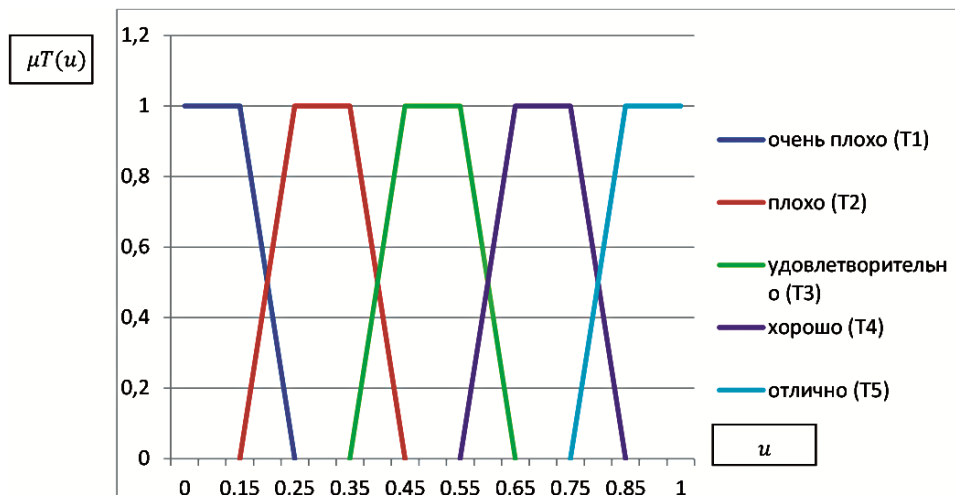


Рис. 2. Описание лингвистической переменной «оценка индикатора компетенций»

Fig. 2. Description of the linguistic variable "competence indicator score"

Зная четвёрку чисел (a, b, c, d) , задаём трапециевидную функцию принадлежности:

$$T(u) = \begin{cases} 1 - \frac{b-u}{b-a}, & a \leq u \leq b, \\ 1, & b \leq u \leq c, \\ 1 - \frac{u-c}{d-c}, & c \leq u \leq d, \\ 0, & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

Трапециевидная функция принадлежности $f_T(U; a, b, c, d)$ является функцией (L-R)-типа. Представление нечётких множеств термов функциями L-R типа удобно для ввода\вывода данных и для хранения данных.

Они задаются с помощью невозрастающих на множестве неотрицательных действительных чисел с функциями действительного переменного $L(x)$ и $R(x)$, причём $L(-x)=L(x)$, $R(-x)=R(x)$; $L(0)=R(0)=1$ – условие нормирования.

Применение нечетких множеств при оценке индикаторов компетенций позволяет избежать резкого перехода между соседними оценками, что делает оценку существенно точнее. Данная функция принадлежности порождает нормальные выпуклые нечёткие множества с носителем (a, d) , границами $(a,b) \cup (c,d)$ и ядром (b,c) . В результате оценки индикатора компетенции формируется нечеткое число в интервале от 0 до 1. При $U = \{u_1, u_2, u_3, u_4, u_5\}$, получаем следующие параметры термов функций принадлежности термов:

$$\begin{aligned} \mu T1(u_1) &= [0 - 0,2], \text{ с ядром } b, c [0;0,1] \\ \mu T2(u_2) &= [0,1 - 0,4], \text{ с ядром } b, c [0,2;0,3] \\ \mu T3(u_3) &= [0,3 - 0,6], \text{ с ядром } b, c [0,4-0,5] \\ \mu T4(u_4) &= [0,5 - 0,8], \text{ с ядром } b, c [0,6;0,7] \\ \mu T5(u_5) &= [0,7 - 1], \text{ с ядром } b, c [0,8;0,9] \end{aligned}$$

Приведение к нечёткости индикаторов компетенций. Оценка компетенций складывается из оценок за индикаторы компетенций, причём индикаторы компетенций принадлежат различным предметам и практикам и время их освоения рассредоточено во всём периоде обучения (по данной специальности). Задача состоит в том, чтобы определить в какой мере, в какой степени оценка j по индикаторам компетенций (в дисциплинах и практиках) i принадлежит формируемой компетенции K_{ij} .

За универсальное множество принимается 5-балльная шкала, на которой построены нечёткие терм-множества лингвистической переменной «оценка индикатора компетенции».

Пусть индикатор компетенции оценивается в нескольких дисциплинах и практиках. Индикатор компетенции будет представлять нечёткое число x_{ij} или нечёткое множество \tilde{A} и строится на входной переменной x_{ij} (действительное число (одна из оценок 5-балльной шкалы по дисциплинам)). Для построения функции принадлежности используем метод статистической обработки экспертной информации.

Функция принадлежности оценки индикатора A компетенции $\mu A(x_{ij})$ строится по формуле:

$$\mu A(x_{ij}) = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K (b_{ij}^k) \quad (2)$$

где K – количество дисциплин, b_{ij}^k – оценка по k -ой дисциплине u формируемой индикатором i компетенции, j – оценки в диапазоне от «отл» до «очень плохо». $b_{ij}^k \in \{1,2,3,4,5\}$, 1-5 – степень (уровень) освоения материала в дисциплинах k индикатора компетенции i .

Функция принадлежности $\mu A(x_{ij})$ указывает степень (уровень) принадлежности элемента x_{ij} подмножеству A . Для оценки компетенции использована функция принадлежности, принимающая значения в некотором упорядоченном множестве $M=[0,1]$

Обсуждение результатов. Допустим, что есть компетенция УК1 и три её индикатора УК1.1, УК1.2, УК 1.3. Индикаторы УК1.1.и УК1.2 оценивается в 7 академических дисциплинах и практиках, а индикатор УК1.3.в 6 академических дисциплинах и практиках. Требуется оценить УК1, если входные оценки ((j (оценка от 1-5)), выставлены преподавателями дисциплин по индикатору A_i следующим образом: Современная философия и методология науки – 5; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы – 5; Учебная практика – 4; Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) – 4, Научно-исследовательская работа – 4, Производственная практика – 3, Преддипломная практика – 3.

Тогда

$$\begin{aligned} \mu A_1(x_{ij3}) &= 2 \setminus 7 = 0,2 \\ \mu A_1(x_{ij4}) &= 3 \setminus 7 = 0,4 \\ \mu A_1(x_{ij5}) &= 2 \setminus 7 = 0,2 \end{aligned}$$

$$УК-1.1 = \tilde{A}_1 = \{0,2/3; 0,4/4, 0,2/5\}$$

Для индикатора компетенции УК 1.2.(A₂) j были выставлены преподавателями следующим образом: Современная философия и методология науки – 4; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы – 4; Учебная практика – 4; Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) – 3, Научно-исследовательская работа – 3, Производственная практика – 5, Преддипломная практика – 4.

Тогда

$$\mu_{A_2}(x_{ij3})=2/7=0,2$$

$$\mu_{A_2}(x_{ij4})=4/7=0,5$$

$$\mu_{A_2}(x_{ij5})=1/7=0,1$$

$$УК-1.2=\tilde{A}_2= \{0,2/ 3; 0,5/4, 0,1/5\}$$

Для индикатора компетенции УК 1.3.(A₃) входные j были выставлены преподавателями следующим образом: Современная философия и методология науки – 3; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы – 3; Научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) – 4, Научно-исследовательская работа – 4, Производственная практика –5, Преддипломная практика –5. Индикатор УК-1.3 оценивается 6 академическими дисциплинами.

Тогда

$$\mu_{A_2}(x_{ij3})=2/6=0,3$$

$$\mu_{A_2}(x_{ij4})=2/6=0,3$$

$$\mu_{A_2}(x_{ij5})=2/6=0,3$$

$$УК-1.3=\tilde{A}_3= \{0,3/ 3; 0,3/4, 0,3/5\}$$

Из получившихся множеств индикаторов оценки компетенции УК1 выделяем нечёткие подмножества «нечёткое три», «нечёткое четыре», «нечёткое пять», полученные в каждом из индикаторов компетенции.

$$A_3'(\text{три}) = \sum \mu_{A_i}(x_{ij3}) = \{0,2, 0,2, 0,3\}$$

$$A_4'(\text{четыре}) = \sum \mu_{A_i}(x_{ij4}) = \{0,4, 0,5, 0,3\}$$

$$A_5'(\text{пять}) = \sum \mu_{A_i}(x_{ij5}) = \{0,2, 0,1, 0,3\}$$

При фазификации трапецевидными функциями нечёткие множества оценок за индикаторы компетенций образуют нечёткие отношения.

Нечёткие отношения, база правил и нечёткий логический вывод (нечёткая импликация). Композиция. База правил, необходимая для организации нечётких выводов, представляет собой совокупность нечётких отношений между терминами входной и выходной лингвистических переменных. Каждое нечёткое отношение определяет одно правило. Правила для определения оценки индикатора компетенций:

$$\text{Rule 1: if } \sum \mu_{A_i}(x_{ij3}) \text{ is } A_3'(\text{нечёткая три}), \text{ then } u \text{ is } B_1'$$

$$\text{Rule 2: if } \sum \mu_{A_i}(x_{ij4}) \text{ is } A_4'(\text{нечёткая четыре}), \text{ then } u \text{ is } B_2'$$

$$\text{Rule 3: if } \sum \mu_{A_i}(x_{ij5}) \text{ is } A_5'(\text{нечёткая ПЯТЬ}), \text{ then } u \text{ is } B_3'$$

$$R = A(x) \rightarrow B(u)$$

Импликация Мамдани [10]:

$$\mu_{R_{A \rightarrow B}}(x,y) = [\mu_A(x) \cap \mu_B(u) = \min [\mu_A(x), \mu_B(u)].$$

$$A_3'(\text{три}) = \{0,2, 0,2, 0,3\} \cap \mu_{T3}(u_3) = \{0,3, 0,4, 0,5, 0,6\}$$

	x_1	x_2	x_3
u_1	0,3	0,3	0,3
u_2	0,2	0,2	0,2
u_3	0,2	0,2	0,2

$$R1_{max}=0,3$$

$$A4'(\text{четыре}) = \{0,4, 0,5, 0,3\} \cap \mu T4(u_4) = [0,5, 0,6, 0,7, 0,8]$$

	x_1	x_2	x_3
u_1	0,4	0,4	0,4
u_2	0,5	0,5	0,5
u_3	0,3	0,3	0,3

$$R2_{max}=0,5$$

$$A5'(\text{пять}) = \{0,2, 0,1, 0,3\} \cap \mu T5(u_5) = [0,7, 0,8, 0,9, 1]$$

	x_1	x_2	x_3
u_1	0,2	0,2	0,2
u_2	0,1	0,1	0,1
u_3	0,3	0,3	0,3

$$R3_{max}=0,3$$

Аккумуляция отношений представлена следующим образом:

$$R1 \cdot R2 \cdot R3 = 0,3 \cdot 0,5 \cdot 0,3$$

Для нахождения целого числа используем формулу нахождения центра тяжести:

$$\frac{\sum_{i=1}^n x_{ij} \cdot \mu A(x_{ij})}{\sum_{i=1}^n \mu A(x_{ij})} = y \quad (3)$$

где n – число одноэлементных нечётких множеств, каждое из которых характеризует единственное значение рассматриваемой выходной лингвистической переменной.

Применительно к рассматриваемому примеру:

$$\frac{3 \times 0,3 + 5 \times 0,3 + 4 \times 0,5}{0,3 + 0,3 + 0,5} = 4, \text{ оценка за компетенцию УК-1(K) = 4}$$

Вывод. Внедрение компетенций в образовательный процесс было первым этапом трансформации процессов обучения. Разработка системы оценки компетенций – её следующий шаг, подразумевающий разработку нечёткой системы оценки компетенции. В условиях цифровой экономики вузы быстро меняют свой функционал: идёт трансформация от вуза-места обучения к вузу-центру сертификации специалистов, что постепенно модифицирует образовательную систему, делая её открытой и более устойчивой. Компетенции должны оценивать совокупность учебных достижений студента, и требуют гибкой, чувствительной к деталям системы оценки. Через введение функции принадлежности, определяем в какой мере оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «плохо», «очень плохо» по индикаторам компетенции в дисциплинах и практиках соответствуют компетенции, ими формируемой.

Введение нечётких чисел позволяет все вычисления производить достаточно гибко и получать в результате дефазификации объективную оценку сформированной компетенции. В результате использования теории нечётких множеств получаем принципиально новый метод оценки компетенций.

Библиографический список:

1. Зимняя И.А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентного подхода в образовании. Авторская версия. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. 40 с.
2. Равен Дж. Компетентность в современном обществе : выявление, развитие и реализация / Пер. с англ. – М., «Когито-Центр», 2002. 396 с.
3. Тигина М. С. Модель оценки уровня сформированности компетенций / М.С. Тигина // Вестник МГУП имени Ивана Федорова. 2015. №2. С. 310-314.
4. Гусятников В.Н., Безруков А.И., Каюкова И.В. Многомерная модель тестирования для измерения уровня формируемых компетенций // Междисциплинарные исследования в области математического моделирования и информатики: Материалы 2-й научно-практической Internet-конференции. отв. ред. Ю.С. Нагорнов. Ульяновск: SIMJET, 2013. С. 34-40.
5. Воробьев Е.В. Принципы автоматизации оценки знаний при переходе к компетентностно-ориентированной образовательной системе [Электронный ресурс] / Е.В. Воробьев // Вестник МГУП имени Ивана Федорова, 2013. №9. С. 28–31. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/printsipy-avtomatizatsiiotsenki-znaniy-pri-perehode-k-kompetentnostno-orientirovannou-obrazovatelnoysisteme>. Дата обращения: 22.11.2016.
6. Дондик Е.М. Системный анализ информационно-управляющих систем: учеб. пособие. Рязан. гос. радиотехн. акад.

Рязань, 2004. 44 с.

7. Лещинский Б. С. Оценивание знаний учащегося с использованием теории нечётких множеств//Вестник Томского государственного университета, 2003 С. 374-378
8. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию решений. М.: Мир, 1976.
9. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта/Под ред. Д. А. Поспелова. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986.312 с. (Проблемы искусственного интеллекта)
10. Хижняков Ю. Н. Алгоритмы нечеткого, нейронного и нейро-нечеткого управления в системах реального времени: учеб. пособие. Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013. 160 с.

References:

1. Zimnyaya I.A. Key competencies as an effective-target basis of a competence-based approach in education. Author's version. *Research Center for the Problems of the Quality of Training of Specialists*. 2004; 40 (In Russ)
2. Raven J. Competence in modern society: identification, development and implementation / Per. from English , *Kogito-Center*. 2002; 396. (In Russ)
3. Tigina MS Model for assessing the level of formation of competencies. [Vestnik MGUP imeni Ivana Fedorova] *Bulletin of Moscow State University named after Ivan Fedorov*. 2015; 2: 310-314. (In Russ)
4. Gusyatnikov V.N., Bezrukov A.I., Kayukova I.V. A multidimensional testing model for measuring the level of formed competencies // *Interdisciplinary research in the field of mathematical modeling and informatics: Proceedings of the 2nd scientific and practical internet conference*. otv. ed. Yu.S. Nagornov. Ulyanovsk: SIMJET, 2013; 34-40. (In Russ)
5. Vorobiev E.V. Principles of automation of knowledge assessment in the transition to a competence-oriented educational system [Electronic resource] [Vestnik MGUP imeni Ivana Fedorova] *Bulletin of Moscow State University named after Ivan Fedorov*.2013; 9: 28-31. Access mode: <http://cyberleninka.ru/article/n/printsiy-avtomatizatsiiotsenki-znaniy-pri-perehode-k-kompetentnostno-orientirovannoy-obrazovatelnoysisteme>. Date of access: 22.11.2016. (In Russ)
6. Dondik E.M. System analysis of information control systems: Textbook. Manual. *Ryazan State Radio Engineering Academy Ryazan*. 2004; 44. (In Russ)
7. Leshchinsky B.S. Assessment of student knowledge using the theory of fuzzy sets. [Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta] *Bulletin of the Tomsk State University*. 2003; 374-378 (In Russ)
8. Zade L. The concept of a linguistic variable and its application to decision-making. Moscow: [Mir] *World*. 1976. (In Russ)
9. Fuzzy Sets in Control Models and Artificial Intelligence / Ed. D. A. Pospelova. [Nauka] *Science*. Ch. ed. phys.-mat. lit., 1986; 312. (Problems of artificial intelligence) (In Russ)
10. Khizhnyakov Yu. N. Algorithms of fuzzy, neural and neuro-fuzzy control in real-time systems: textbook. allowance. Perm: *PNRPU Publishing House*. 2013; 160. (In Russ)

Сведения об авторе:

Ольга Владимировна Асташина, аспирант кафедры вычислительной и прикладной математики, старший преподаватель кафедры иностранных языков; astashina.ol@yandex.ru

Information about the author:

Olga V. Astashina, Post-graduate Student, Department of Computational and Applied Mathematics, Senior Lecturer, Department of Foreign languages; astashina.ol@yandex.ru

Конфликт интересов / Conflict of interest.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов/The author declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию/Received 25.10.2021.

Одобрена после рецензирования/ Reved 12.11.2021.

Принята в печать/Accepted for publication 12.11.2021.