
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 519.86

РАЗРАБОТКА ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОГО АЛГОРИТМА ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНТНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ

Т. В. Азарнова, Т. Н. Гоголева, А. Г. Гусева, А. С. Демидова

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 23.08.2018 г.

Аннотация. Статья посвящена описанию алгоритмического и программного обеспечения процедур формирования интегральной оценки и практико-ориентированной корректировки механизма свертки для иерархических оценочных компетентностных моделей выпускников образовательных направлений. Формирование оценочных иерархических компетентностных моделей осуществляется на основе компетентностного подхода, реализованного при проектировании структуры образовательных направлений. Механизм свертки по иерархическим моделям, направленный на вычисление интегральной оценки компетентности выпускника, осуществляется через таблицы свертки, которые вычисляются на основе распределения зачетных единиц между компонентами учебного плана, покрывающими определенные компетенции. Адекватность интегральной оценки проверяется на основе реализации механизмов обратной связи с работодателями, представляющими наиболее важные сегменты рынка труда.

Ключевые слова: иерархическая компетентностная модель, интегральная оценка компетентности выпускника, механизм комплексного оценивания.

Annotation. The article is devoted to the description of algorithmic and program support of procedures for the formation of integral evaluation and practice-oriented adjustment of the convolution mechanism for hierarchical evaluation competence models of graduates of educational trends. Formation of evaluative hierarchical competency models is carried out on the basis of the competence approach, implemented in the design of the structure of educational trends. The mechanism of convolution in hierarchical models, aimed at calculating the integral assessment of the graduate's competence, is carried out through convolutional tables, which are calculated on the basis of the distribution of credits between the components of the curriculum, covering certain competences. The adequacy of the integral evaluation is checked based on the implementation of feedback mechanisms with employers representing the most important segments of the labor market.

Keywords: hierarchical competence model, integral assessment of graduate's competence, mechanism of integrated assessment.

ВВЕДЕНИЕ

Основной целью реализации направлений высшего образования является подготовка квалифицированных, компетентных

специалистов соответствующего профиля, востребованных и конкурентоспособных на рынке труда [1]. В соответствии с современными федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования (ФГОС ВО) характеристики профессиональной деятельности будущих специалистов базируются на понятии компетенций,

© Азарнова Т. В., Гоголева Т. Н., Гусева А. Г., Демидова А. С., 2018

формирование которых становится целью обучения. На основании ФГОС обучающийся по завершению обучения должен уметь решать задачи, используя общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции, полученные на выбранном им направлении [2].

Образовательные компетенции обусловлены личностно-деятельностным подходом к образованию, они проверяются в процессе выполнения респондентом определенного комплекса действий. Понятие компетенция включает совокупность таких взаимосвязанных качеств личности, как знания, умения, навыки и способы деятельности, необходимых для успешной и результативной деятельности [1].

Предложенные в работе модели, методы и алгоритмы будут демонстрироваться на структуре ФГОС ВО по направлению магистратуры «Бизнес-информатика», профиль «информационная бизнес-аналитика». Стандарт данного направления ориентирован на формирование следующих общекультурных и профессиональных компетенций [3]: умение мыслить абстрактно, проводить синтез и анализ (ОК-1); готовность принимать решения в нестандартной ситуации, а также нести за них этическую и социальную ответственность (ОК-2); готовность развиваться, реализовываться и правильно применять свой творческий потенциал (ОК-3); готовность общаться и грамотно писать на русском и иностранном языках для решения задач касательно профессиональной деятельности (ОПК-1); готовность руководить коллективом в сфере выбранной профессиональной деятельности, проявлять уважительное отношение к социальным, культурным, конфессиональным и этническим различиям (ОПК-2); умение приспосабливаться к условиям выполнения задачи и инновациям (ОПК-3); профессиональные компетенции выпускника данного направления; умение применять материалы для аналитической оценки мероприятия и создания стратегии в сфере информационно-коммуникационных технологий (ПК-1); умение проводить анализ инноваций предприятия (ПК-2); умение анализировать

архитектуру предприятий, используя методы системного анализа и моделирования (ПК-3); умение разработать стратегию для развития архитектуры предприятия (ПК-4); умение разрабатывать и реализовывать процессы для управления жизненным циклом инфраструктуры информационных технологий предприятия (ПК-5); умение руководить коллективами, которые занимаются внедрением проектов и исследованиями в сфере информационно-коммуникационных технологий (ПК-6); способность стать руководителем электронного предприятия, а также подразделения электронного бизнеса компаний, не относящихся к сетевым (ПК-7); знание как правильно спроектировать архитектуру предприятия (ПК-8); умение создавать и внедрять проекты о составляющих архитектуры предприятия (ПК-9); способность к исследовательской деятельности и к поиску новых моделей и методов для усовершенствования архитектуры предприятия (ПК-10); умение находить и анализировать инновации в экономике, руководстве и информационно-коммуникационных технологиях (ПК-11); умение разрабатывать стратегии решения в области информационно-коммуникационных технологий, выполняя научные исследования (ПК-12); умение организовать научно-исследовательскую работу для себя и для коллектива (ПК-13); умение давать консультации относительно улучшения архитектуры предприятия (ПК-14); умением консультировать относительно развития инфраструктуры информационных технологий предприятия (ПК-15); умение осуществлять управление инновационной и предпринимательской деятельностью в сфере информационно-коммуникационных технологий (ПК-16); умение осуществлять управление вводом инноваций для развития архитектуры предприятия (ПК-17); умение разрабатывать в сфере информационных технологических дисциплин учебно-методические материалы и образовательные программы (ПК-18); умение проводить лекции и практические занятия на тему управления и информационных технологий (ПК-19).

Необходимость формирования определенного списка компетенций в учебном процессе обуславливает структуру и содержание учебного плана для каждого образовательного направления. Все компетенции списка должны быть в той или иной степени покрыты компонентами учебного плана: лекциями, практиками, лабораторными работами, факультативами, тренингами, деловыми играми и т. д. В зависимости от того в какой мере необходимо сформировать каждую компетенцию в процессе обучения, распределяются зачетные единицы между компонентами учебного плана. В завершении обучения, в ходе практики или непосредственно работы, приобретенные компетенции включаются в деятельность. Работодатель с позиции компетентностной модели компании и/или профессионального стандарта может дать комплексную оценку компетентности [5]. Например, специалисты по направлению информационная бизнес-аналитика достаточно часто работают в качестве специалистов по информационным системам (программист, консультант, специалист по внедрению, старший сервис-инженер, системный аналитик, бизнес-аналитик, руководитель проекта, бизнес-архитектор), в данном случае для оценки компетентности может использоваться профессиональный стандарт «Специалист по информационным системам» [4] (рис. 1). В профессиональном стандарте каждый квалификационный уро-

вень профессии содержит перечень личных качеств и должностных обязанностей с детальным описанием знаний, умений и навыков, необходимых для их эффективного исполнения.

В данной статье предложена иерархическая модель формирования интегральной (обобщенной) оценки компетентности выпускника с позиции структуры учебного плана и аттестационных оценок по уровням освоения компетенций в соответствующих компонентах учебного плана (академическая оценка). Иерархические модели отражают и процесс освоения каждой отдельной компетенции в рамках учебного плана, и процесс освоения совокупности компетенций, который приводит к формированию интегральной оценки компетентности. Интегральную академическую оценку компетентности выпускника образовательного направления можно сравнить с обобщенной оценкой компетентности с позиции работодателя по итогам практической деятельности. Высокая частота несовпадения академических оценок с оценками работодателей из наиболее важных сегментов рынка труда может являться индикатором необходимости корректировки приоритетов в освоении различных компетенций в учебном процессе [6]. Для формализации процесса корректировок в работе предложен специальный алгоритм, базирующийся на теории графов.



Рис. 1. Модель областей компетенций для профессионального стандарта «Специалист по информационным системам» [4]

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследуемая в работе иерархическая модель формирования интегральной оценки компетентности выпускника образовательного направления представляет собой дихотомическую древовидную структуру, на нижнем уровне которой расположены отдельные компетенции, отраженные в федеральном образовательном стандарте, на следующих уровнях выполняется постепенное дихотомическое объединение компетенций, на верхнем уровне все компетенции сворачиваются в одну интегральную компетенцию. На рис. 2 приведен пример иерархической компетентностной модели для направления магистратуры бизнес-информатика, профиль информационная бизнес-аналитика.

Для оценки элементов иерархической модели будем использовать множество из четырех лингвистических значений: плохо (1); удовлетворительно (2); хорошо (3); отлично (4). Каждая компетенция имеет специфическую интерпретацию значений в соответствии со своим паспортом.

Пример иерархической модели освоения отдельной компетенции приведен на рис. 3.

Процесс агрегирования информации с нижнего уровня до верхнего осуществляется с помощью механизма комплексного оценивания [7, 8]. Кратко опишем сущность

данного механизма. Пусть оцениваемая система характеризуется вектором критериев $X = (x_1, \dots, x_i, \dots, x_n)$, где x_i – значение i -го частного критерия. Требуется построить комплексную оценку по совокупности критериев. Колмогоров А. Н. и Арнольд В. И. [9] доказали теоремы о представлении непрерывных функций нескольких переменных суперпозициями непрерывных функций меньшего числа переменных (в частности, двух переменных). В соответствии с данной теоремой можно свести вычисление значения функции $f(X) = f_0[f_1(x_1, x_2), f_2(x_3, x_4)]$ к последовательному вычислению значений функций двух переменных. Такая функция допускает дихотомическое представление в соответствии с рис. 4.

Каждой промежуточной вершине соответствует агрегированная оценка, которая получается в результате свертки двух оценок соответствующих вершин нижнего уровня. Процесс вычисления функций f_1, f_2, f_3 с дискретным множеством значений удобно представлять в виде матриц свертки (рис. 5).

Матрицы свертки заполняются либо на основе мнений экспертов, либо используют формализованные процедуры. В рамках данной работы процедура заполнения матриц свертки базируется на формировании системы приоритетов между сворачиваемыми компетенциями (иерархическая модель фор-

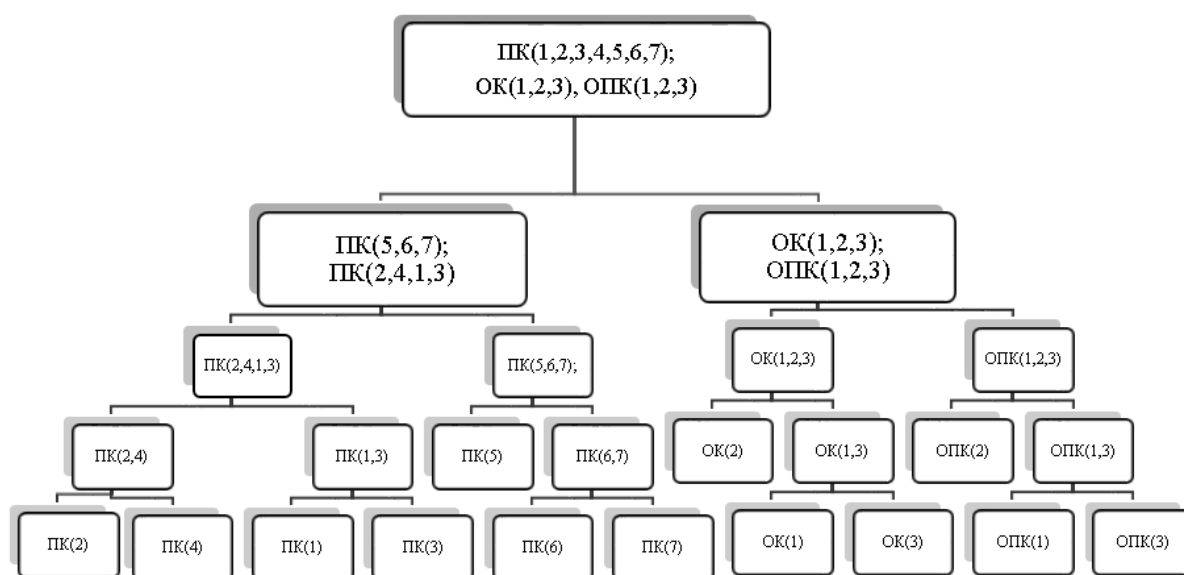


Рис. 2. Иерархическая модель формирования интегральной оценки компетентности для направления магистратуры бизнес-информатика, профиль информационная бизнес-аналитика

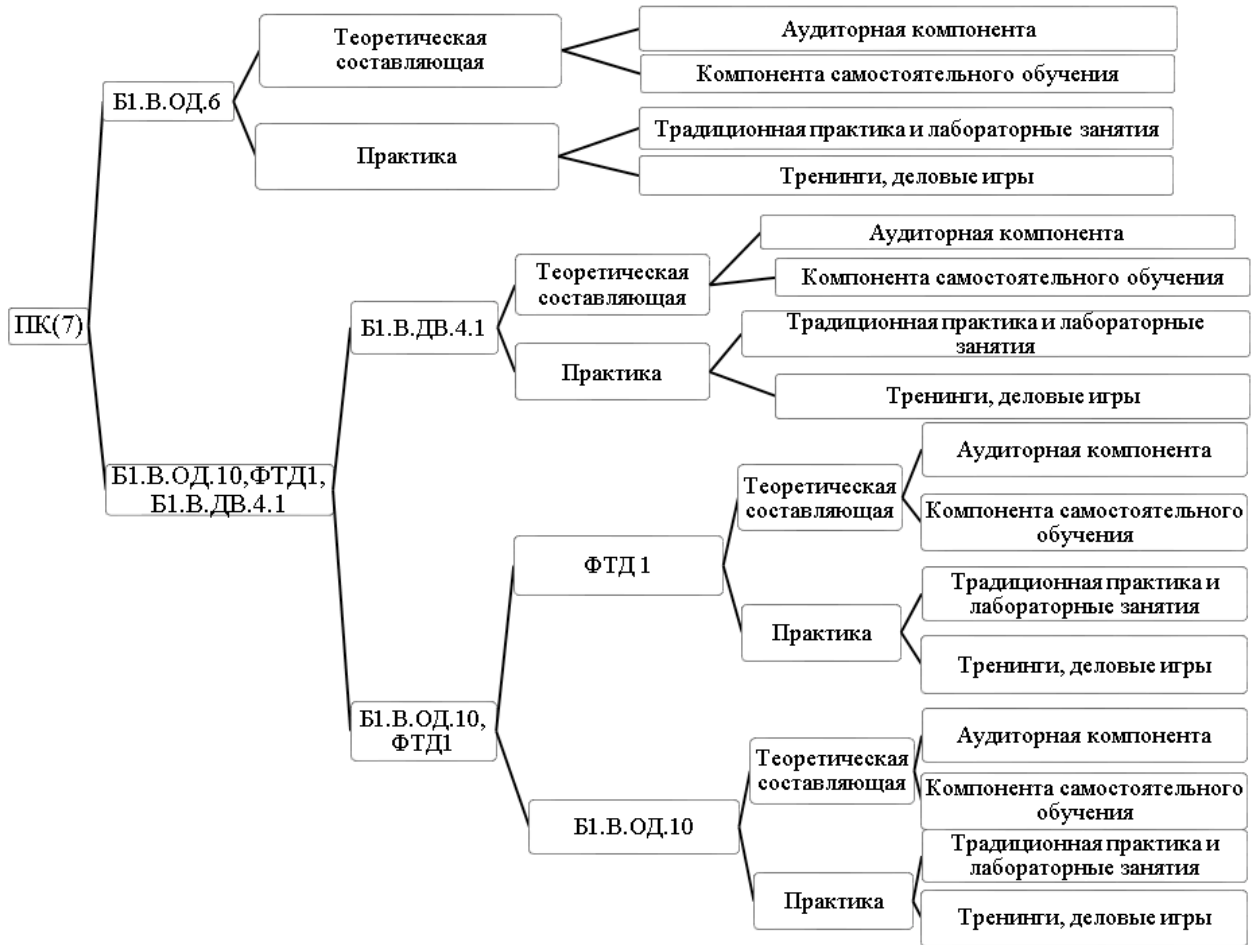


Рис. 3. Иерархическая модель формирования компетенции ПК-7

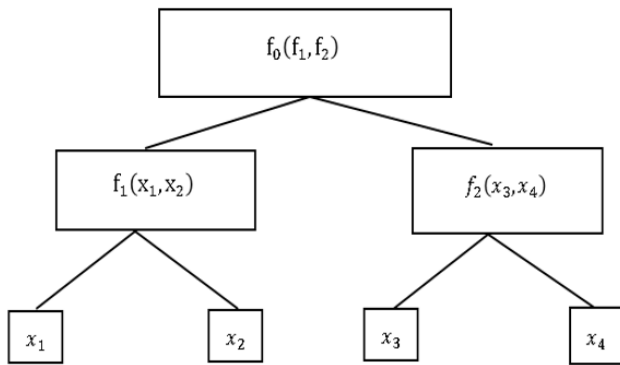


Рис. 4. Дихотомическое представление функции

мирования интегральной оценки компетентности) или компонентами учебного плана (иерархическая модель освоения отдельной компетенции). На основании вычисленного приоритета формируется вектор весов сворачиваемых значений, агрегирование осуществляется с помощью лингвистического OWA-оператора. Лингвистический OWA-оператор агрегирования $\Phi_{\Omega}(L_1, L_2)$ для термов (L_1, L_2) (пло-

хо (1), удовлетворительно (2), хорошо (3), отлично (4)) действует по правилу:

$$\Phi_{\Omega}(L_1, L_2) = \omega_1 \otimes F_j \oplus (1 - \omega_1) F_i = F_k,$$

$$j \geq i, P_1 = F_j, P_2 = F_i,$$

$$k = \min \{4, i + \text{round}(\omega_1(j - i))\},$$

где $\Omega = (\omega_1, \omega_2)$ – вектор весов ($\omega_i \in [0, 1]$, $\omega_1 + \omega_2 = 1$), $P = (P_1, P_2)$ – вектор, полученный из $L = (L_1, L_2)$ упорядочением по не возрастающей термов L_1, L_2 .

Вес первого элемента P_1 вычисляется следующим образом:

1. При свёртке элементов нижнего уровня находится отношение количества зачетных единиц, обеспечивающих первый элемент, к сумме зачетных единиц, обеспечивающих первый и второй элементы.

2. При свёртке элементов более высоких уровней находится отношение суммы зачетных единиц, обеспечивающих первый элемент, к общей сумме зачетных единиц, обеспечивающих первый и второй элементы.

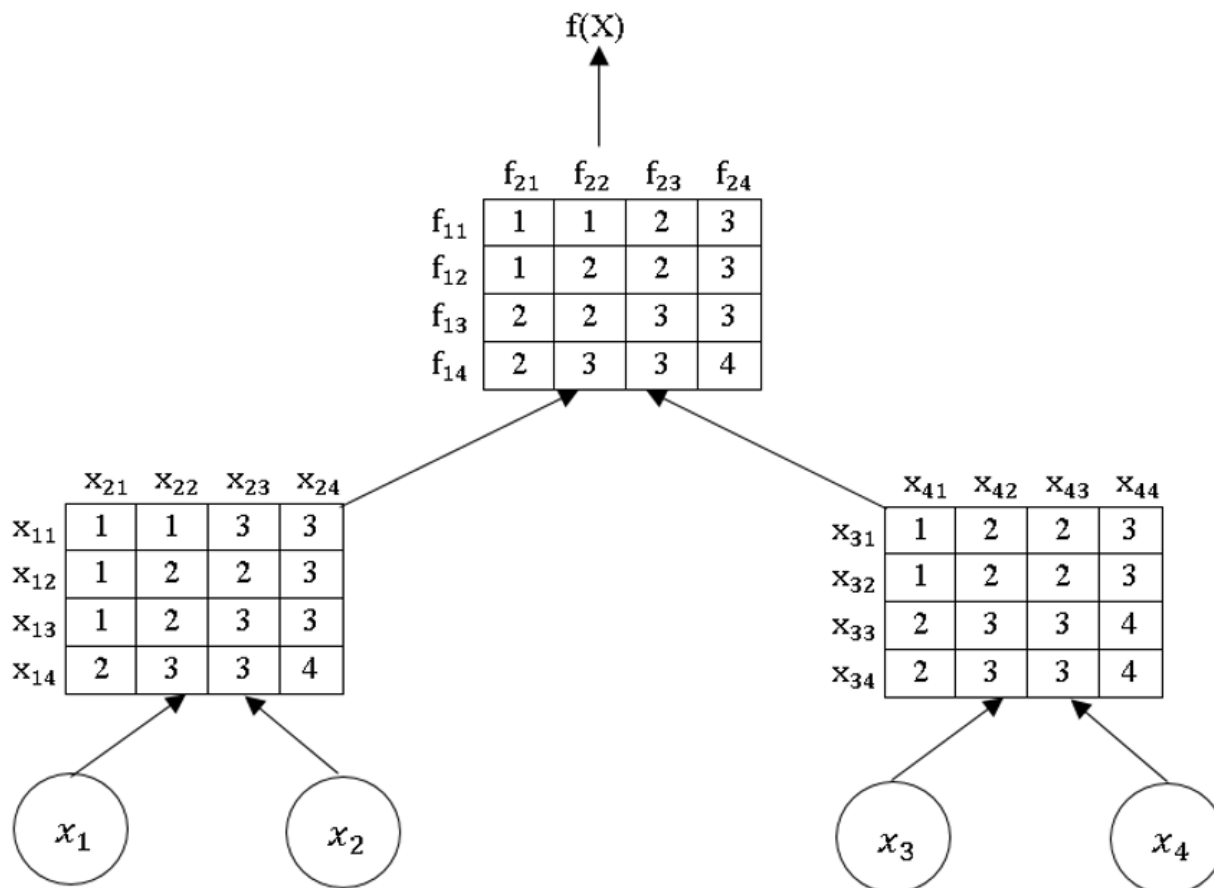


Рис. 5. Матричное представление функций

Для выпускника образовательного направления, используя иерархическую модель освоения отдельной компетенции в учебном процессе, можно вычислить оценку данной компетенции. На следующем этапе, используя иерархическую компетентностную модель, для выпускника можно вычислить интегральную академическую оценку компетентности. Интегральные академические оценки некоторой доли выпускников могут не совпадать с оценками со стороны работодателей.

Перейдем к описанию алгоритма корректировки матриц свертки на основании оценок работодателей, представляющих наиболее важные для рассматриваемого образовательного направления сегменты рынка труда. Важность сегментов рынка труда можно оценивать, например, с помощью метода МАИ с иерархией, представленную на рис. 6.

Статистическая база для осуществления процедуры корректировки по каждому респонденту должна содержать следующую информацию:

1. Значения компетенций нижнего уровня иерархической модели формирования интегральной оценки компетентности выпускников соответствующего образовательного направления $A = (a_1, a_2, \dots, a_k)$, где k – общее число компетенций;

2. $\omega(A)$ – комплексная академическая оценка компетентности;

3. $\sigma(A)$ – комплексная оценка компетентности с позиции работодателя;

4. $\chi(A)$ – вес важности сегмента рынка труда.

По всей статистической базе вычисляется показатель суммарной взвешенной величины отклонений академических оценок и оценок работодателей:

$$\frac{\sum_A (\chi(A))(\omega(A) - \sigma(A))^2}{\sum_A \chi(A)}$$

Если данный показатель меньше порогового (установленного) значения, то иерархи-

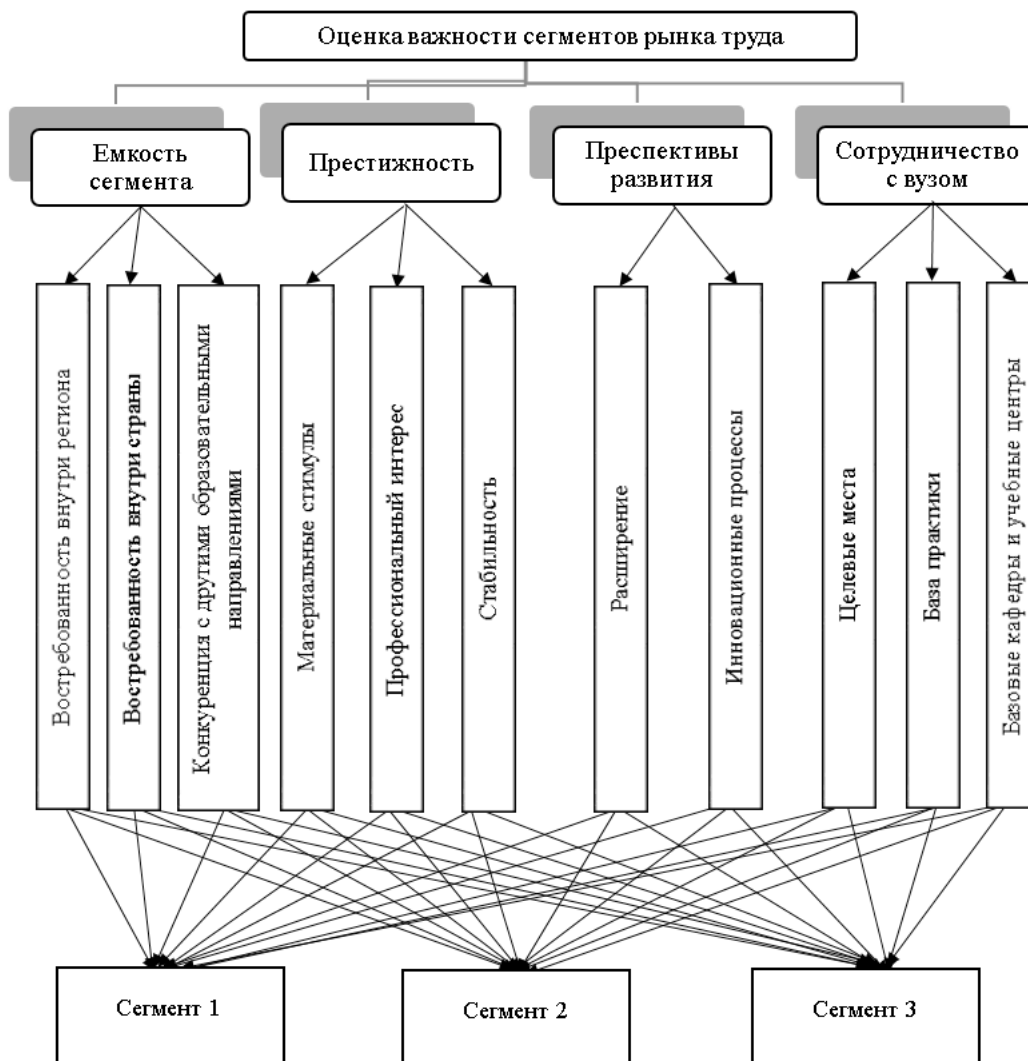


Рис. 6. Иерархия для оценки важности сегментов рынка труда

ческая модель оценки компетентности выпускника является адекватной и корректировка матриц не требуется. Если показатель превышает пороговое значение, то осуществляется процедура корректировки матриц свертки иерархической модели. Корректировка осуществляется при следующих ограничениях: допускается изменение матрицы только на ± 1 ; должно сохраняться свойства монотонности по строкам и столбцам; минимальное изменение элементов матрицы. Корректировка матриц свертки интерпретируется как изменение приоритетов между компетенциями и между компонентами учебного плана. После корректировки для каждой измененной матрицы с помощью аппроксимации можно подобрать вектора весов сворачиваемых с помощью данной матрицы элемен-

тов и проинтерпретировать полученные веса на языке изменения приоритетов между компетенциями и компонентами учебного плана.

Корректировка матриц свертки рассматривается как обучение на основе статистической базы и осуществляется по алгоритму, приведенному на рис. 7.

Сущность алгоритма заключается в построении графа – дерева возможных состояний, ветви которого описывают возможные варианты свертки элементов нижнего уровня иерархической модели, и количество корректировок различных матриц, которое необходимо для достижения требуемого значения на верхнем уровне иерархии. Пример используемого в алгоритме дерева возможных состояний приведено на рис. 8.

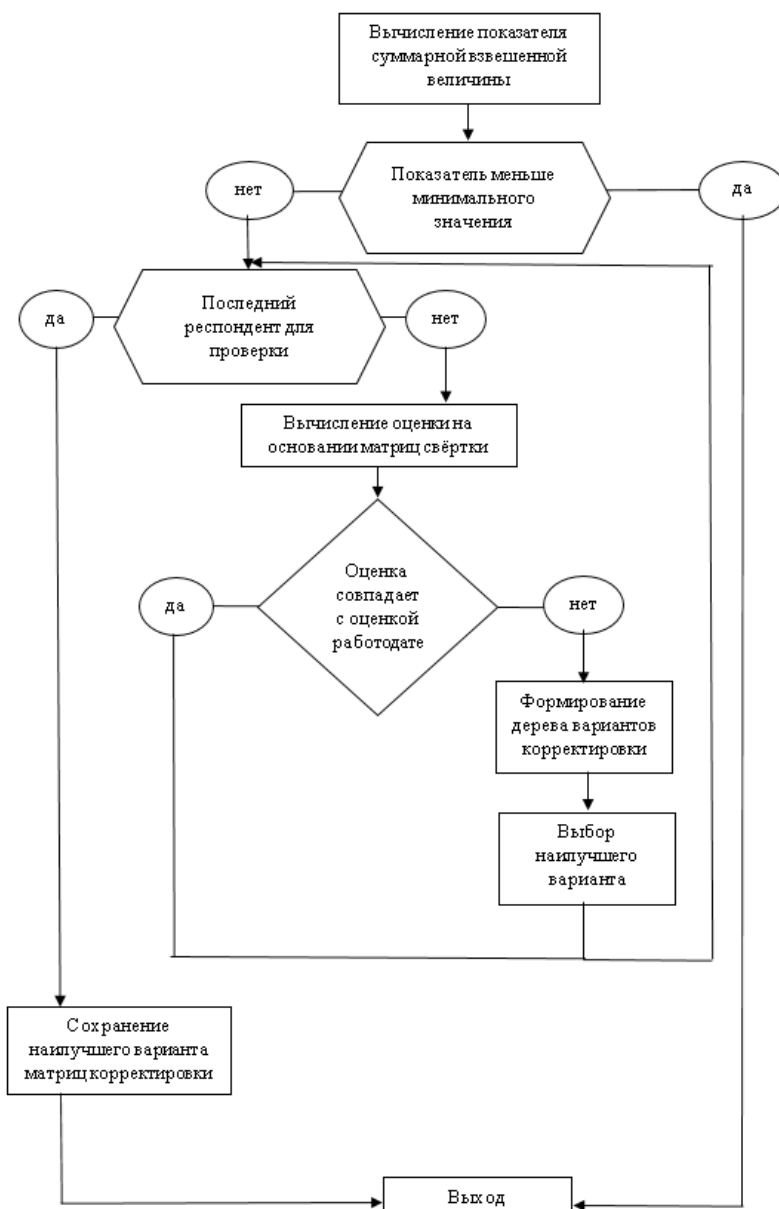


Рис. 7. Алгоритм корректировки матриц свертки

Таблица 1

Данные для формирования ПК(7) конкретного респондента

Б1.В. ОД.6(т.)	Б1.В. ОД.6(пр.)	Б1.В. ДВ.4.1(т.)	Б1.В. ДВ.4.1(пр.)	ФТД 1 (т.)	ФТД 1 (пр.)	Б1.В. ОД.10(т.)	Б1.В. О.10(пр.)
4	3	4	3	3	4	4	4

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В рамках исследования было разработано программное обеспечение и проведен вычислительный эксперимент по формированию интегральной оценки и практико-ориентированной корректировки механизма свертки для иерархической оценочной компетент-

ностной модели выпускников направления магистратуры бизнес-информатика, профиль информационная бизнес-аналитика. На рис. 9 демонстрируется вычисление оценки компетенции ПК-7 в соответствии со структурой ее освоения в учебном плане данного направления для респондента, имеющего следующие характеристики, содержащиеся в табл. 1.

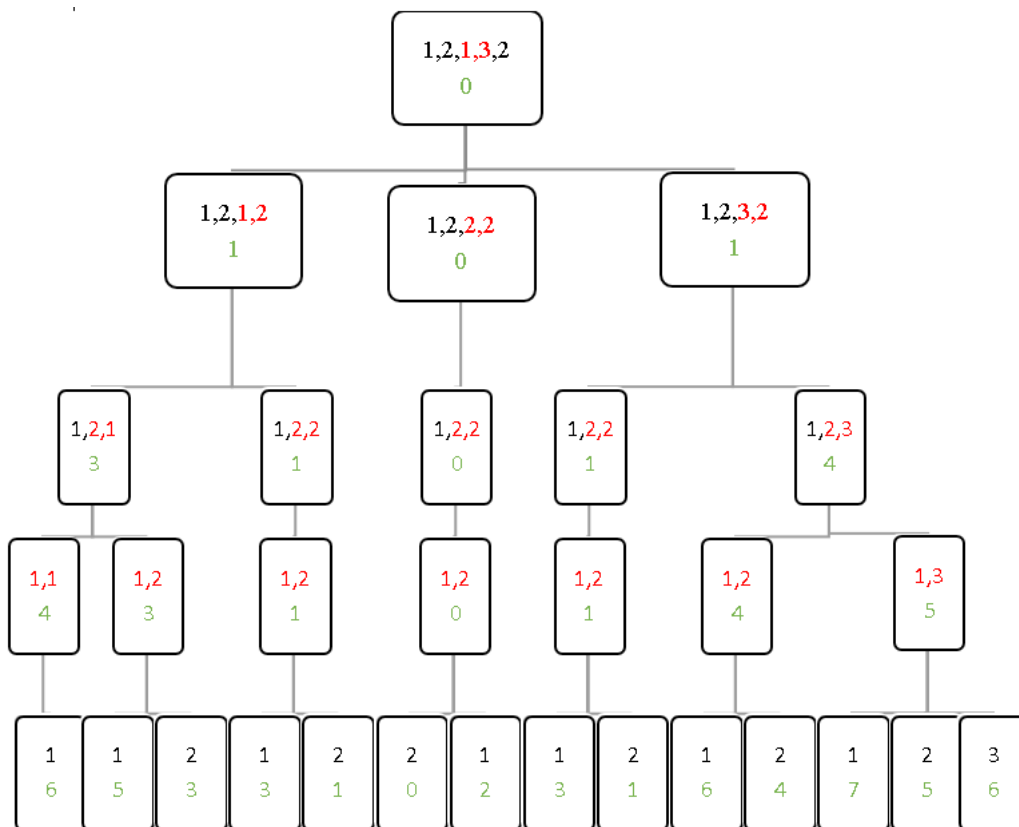


Рис. 8. Пример дерева вариантов корректировки для вектора компетенций (1,2,1,3,2)

Добавить матрицу свёртки

Свернуть матрицы

Заполнить матрицу свёртки

Рассчитать обобщенную оценку

Обобщенная оценка 4

Б1.В.ОД.6(тр)	Б1.В.ДВ.4.1(тр)	ФТД 1(тр)	Б1.В.ОД.10(тр)
Б1.В.ОД.6(пр)	Б1.В.ДВ.4.1(пр)	ФТД 1(пр)	Б1.В.ОД.10(пр)
1 1 1 1 1	1 1 1 2 2	1 1 1 1 2	1 1 1 1 2
2 1 2 2 2	2 1 2 3 3	2 1 2 2 3	2 2 2 3 3
3 2 2 3 3	3 2 2 3 3	3 2 2 3 3	3 2 2 3 4
4 3 3 4 4	4 2 3 3 4	4 2 3 3 4	4 2 3 3 4

ФТД 1(тр), ФТД 1(пр)
Б1.В.ОД.10(тр), Б1.В.

ФТД 1(тр), ФТД 1(пр)	Б1.В.ДВ.4.1(тр), Б1.В.
ФТД 1(тр), ФТД 1(пр)	Б1.В.ДВ.4.1(тр), Б1.В.
1 1 2 2 2	1 1 1 2 2
2 1 2 3 3	2 2 2 3 3
3 2 2 3 4	3 2 2 3 3
4 2 3 3 4	4 3 3 4 4

ФТД 1(тр), ФТД 1(пр)
Б1.В.ОД.6(тр), Б1.В.

ФТД 1(тр), ФТД 1(пр)	Б1.В.ОД.6(тр), Б1.В.
ФТД 1(тр), ФТД 1(пр)	Б1.В.ОД.6(тр), Б1.В.
1 1 1 1 1	1 1 1 1 1
2 2 2 2 3	2 2 2 2 3
3 2 3 3 3	3 2 3 3 3
4 3 3 4 4	4 3 3 4 4

Рис. 9. Нахождение оценки для компетенции ПК(7)

Статистическая база для механизма корректировки

ПК(1)	ПК(2)	ПК(3)	ПК(4)	ПК(5)	ПК(6)	ПК(7)	ОК(1)	ОК(2)	ОК(3)	ОПК1	ОПК3	Вес	Практика
1	3	3	2	4	4	4	3	3	4	2	3	0,8	3
4	4	4	3	4	3	3	3	3	2	4	4	0,7	3
3	3	3	3	3	2	2	1	1	3	3	2	0,4	3
4	4	3	3	2	2	2	2	2	2	4	2	0,6	3
3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	2	4	0,4	3
4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	0,2	4
3	2	2	2	2	1	3	2	2	3	3	2	0,9	2
2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	3	3	0,5	4
3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	3	0,2	3
2	2	2	3	4	4	3	3	3	3	2	4	0,6	3
2	2	3	2	2	3	4	3	3	3	3	4	0,4	3
3	3	2	2	3	3	4	3	3	3	4	3	0,7	2
1	2	2	2	1	1	3	3	2	2	1	2	0,8	2
4	4	4	3	2	3	3	3	4	4	2	4	0,4	3
4	3	3	3	4	4	2	3	3	2	3	3	0,6	3
2	2	2	2	4	3	3	2	2	2	3	3	0,9	3
4	2	2	2	3	3	4	4	3	3	2	3	0,2	3
3	3	3	2	4	4	4	2	2	4	4	4	0,4	4
3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	3	0,6	4
2	2	2	1	2	2	3	3	2	2	2	2	0,8	1
4	4	3	4	3	3	2	4	4	4	4	4	0,3	4
3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	4	0,7	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	0,5	4
3	3	2	2	4	4	2	3	3	2	2	2	0,4	2
2	2	3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	0,8	1
3	4	3	3	4	3	4	4	3	3	2	3	0,6	3
2	2	2	2	3	2	2	4	3	3	2	3	0,9	3
1	1	2	3	1	3	3	2	1	2	1	2	0,6	2
4	3	4	2	4	4	3	3	2	2	2	3	0,8	3
2	2	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	0,4	2

На рис. 10 приведен пример вычисления обобщенной академической оценки компетентности для рассматриваемого респондента.

Корректировка матриц свертки осуществлялась на основании статистической базы, состоящей из 30 выпускников магистерской программы «Бизнес информатика», профиль

«информационная бизнес-аналитика». В качестве обобщенных оценок со стороны работодателя использовались оценки, полученные во время прохождения производственной практике. В качестве порогового значения критерия расхождения академических оценок и оценок со стороны работодателей

использовалось значение 0,2. В табл. 2. приведен фрагмент используемой статистической базы.

До корректировки значение критерия качества было равно 0,42, что превышает пороговое значение. Результаты корректировки представлены на рис. 11.

Квадратами выделены те значения, которые были изменены. После корректировки критерий согласованности уменьшился до 0,24. Для анализа полученных после корректировки матриц свертки было проведено тестирование на 30 респондентах, данные которых не использовались в процессе корректировки. Процент несовпадения академических оценок и оценок со стороны работодателей до корректировки составлял 46 %, а после корректировки – 23 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенные в рамках исследования модели и алгоритмы направлены на создание механизмов формирования интегральных оценок компетентности выпускников образовательных направлений и на развитие гибких механизмов адаптации структуры учебных планов к требованиям наиболее важных для образовательного направления сегментов рынка труда. Адаптация осуществляется на основании алгоритма корректировки матриц свертки, которые используются в механизме получения интегральной оценки компетентности. Алгоритм корректировки строится как алгоритм обучения на статистической базе, собранной на основании результатов производственной практики студентов. Вычислительный эксперимент показал работоспособность предложенного алгоритма корректировки. После корректировки согласованность двусторонних оценок увеличилась практически в два раза.

Статья выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (номер 16-06-00535 А)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Репина, Е. Г. Компетентностный подход: фундаментальные положения и их практическая реализация в вузе / Е. Г. Репина // Педагогика высшей школы. – 2017. – № 2. – С. 23–28.
2. Щербакова, А. Г. Компетентностный подход в российской системе высшего образования / А. Г. Щербакова, А. С. Союнов // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2017. – № 3. – С. 1–4.
3. ФГОС ВО по направлению подготовки 38.04.05 Бизнес-информатика (программа магистратуры, направление подготовки). – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/news/5/1156>. – (Дата обращения: 12.05.2018).
4. Профессиональные стандарты в сфере Связи, Информационных и коммуникационных технологий. – Режим доступа: <http://fgosvo.ru/docs/101/69/2/6>. (Дата обращения: 12.05.2018).
5. Поповичева, Н. Е. Взаимосвязь образовательного и профессионального стандартов в рамках реализации современных требований в области высшего образования / Н. Е. Поповичева, О. А. Базарнова // Среднерусский вестник общественных наук. – 2014. – № 6. – С. 202–209.
6. Азарнова Т. В. Нечеткие технологии формирования структуры приоритетов иерархической компетентностной модели деловой оценки персонала / Т. В. Азарнова, А. С. Демидова, О. С. Черепанова // Современная экономика: проблема и решения. – 2014. – №2(50). – С. 31–41.
7. Бурков, В. Н. Метод дихотомического программирования / В. Н. Бурков, И. В. Буркова, М. В. Попок // УБС. – 2004. – № 3. – С. 57–75.
8. Анохин, А. М. Комплексное оценивание и оптимизация на моделях многомерных объектов / А. М. Анохин, В. Б. Гусев, В. В. Павельев. – Изд-во Института проблем управления им. Трапезникова РАН. – 2003. – С. 79.
9. Арнольд, В. И. О представлении непрерывных функций трех переменных суперпозициями непрерывных функций двух переменных / В. И. Арнольд // Математический сборник. – 1959. – № 48. – С. 3–74.

Азарнова Т. В. – д-р техн. наук, доцент, зав. кафедрой математических методов исследования операций факультета прикладной математики, информатики и механики Воронежского государственного университета.
E-mail: ivdas92@mail.ru

Гоголева Т. Н. – д-р экон. наук, профессор, зав. кафедрой экономической теории и мировой экономики экономического факультета Воронежского государственного университета.
E-mail: tgogoleva2003@mail.ru

Гусева А. Г. – студентка магистратуры факультета прикладной математики, информатики и механики Воронежского государственного университета.
E-mail: nastia_stasia_96@mail.ru

Демидова А. С. – аспирантка факультета прикладной математики, информатики и механики Воронежского государственного университета.
E-mail: demidova_ann@list.ru

Azarnova T. V. – d-p tech. Sciences, Associate Professor, Head. Department of Mathematical Methods of Research Operations Faculty of Applied Mathematics, Computer Science and Mechanics of the Voronezh State University.
E-mail: ivdas92@mail.ru

Gogoleva T. N. – Dr. Econ. sciences, professor, head. Department of Economic Theory and World Economics, Faculty of Economics, Voronezh State University.
E-mail: tgogoleva2003@mail.ru

Guseva A. – Master student of the Faculty of Applied Mathematics, Computer Science and Mechanics of the Voronezh State University.
E-mail: nastia_stasia_96@mail.ru

Demidova A. S. – graduate student of the Faculty of Applied Mathematics, Computer Science and Mechanics of the Voronezh State University.
E-mail: demidova_ann@list.ru