

ПОСТРОЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Введение

Одно из часто используемых определений знания, следующее: «Знания — это комбинация данных и информации, к которой добавлены мнения, навыки и опыт экспертов, что дает в результате ценный актив, который может быть использован при принятии решений» [1].

Понятие «управление знаниями» — относительно новое и еще не сформулировано его общее определение. Под этим термином понимают взаимосвязанную совокупность инструментов, техник и процессов для выявления, накопления, распределения, обмена, использования и оценки знаний организации, обеспечивающей необходимый уровень технологических, организационных, культурных и правовых условий для эффективного использования и развития интеллектуального потенциала организации. Наиболее общее понятие управления знаниями сформулировано в работе [2]: управление знаниями — создание организационных, технологических и коммуникационных условий, при которых знания и информация будут способствовать решению стратегических и тактических задач организации.

В рамках концепции рыночно-ориентированного инновационного университета необходимо усовершенствование системы образования, которое предполагает развитие профессиональных навыков, в соответствии с потребностями глобальной экономики. Для качественной подготовки специалиста, готового к работе в динамично изменяющихся экономических условиях, необходимо обеспечить выпускника не только *знаниями*, но и набором *компетенций*. Для этого нужны изменения в подготовке специалистов. Преобразования в характере образования — в его направленности, целях, содержании и результатах, ориентированы на «свободное развитие человека», на творческую инициативу, самостоятельность обучающихся, конкурентоспособность, мобильность будущих специалистов [3]. На смену образованию, основанному на знаниях, приходит компетентностно-ориентированное образование, которое обеспечивает более полный личностно и социально интегрированный образовательный результат [4].

Цель данного исследования — формирование индивидуальных траекторий обучения образовательных программ (ОП) с учетом требований профессиональных стандартов для специалистов в области информационно-коммуникационных технологий (ИКТ-специалистов).

Для достижения цели необходимо выполнить следующие задачи:

— построить онтологию компетенций образовательной программы, профессиональных стандартов и европейских рамочных компетенций (European e-Competence Framework (e-CF));

— получить с помощью метода анализа иерархий соответствие модулей образовательной программы профессиональным требованиям;

— выбрать индивидуальные траектории обучения для ИКТ-специалистов, включающие необходимые модули образовательной программы для конкретной должности.

© М.Ж. БАЗАРОВА, Г. ЖОМАРТКЫЗЫ, В. ВУЙЧЕК, Ю.В. КРАК, 2017

Международный научно-технический журнал
«Проблемы управления и информатики», 2017, № 5

Предложенные проблемы общие для подготовки таких специалистов во всех учебных заведениях, и в качестве примеров объектов исследования выбраны модульные ОП университета и профессиональные стандарты Республики Казахстан (РК).

Таксономия классов онтологии разработана на языке Web Ontology Language (OWL), основанном на дескрипционной логике (DescriptionLogic, DL) с использованием ресурса Protégé 4.3.

Модульно-компетентностный подход с использованием онтологии к образовательным программам

Компетенция включает совокупность взаимосвязанных качеств личности (знаний, умений, навыков, способов деятельности), задаваемых по отношению к определенному кругу предметов и процессов и необходимых для качественной продуктивной деятельности по отношению к ним. Образовательные компетенции обусловлены личностно-деятельностным подходом к образованию, поскольку относятся исключительно к личности ученика и проявляются, а также проверяются только в процессе выполнения им определенным образом составленного комплекса действий [5]. Как отмечается в работе [6], образовательная компетенция предполагает не усвоение учащимися отдельных знаний и умений, а овладение комплексной процедурой, в которой для каждого выделенного направления определена соответствующая совокупность образовательных компонентов.

Построение систем, основанных на знаниях, связано с разработкой моделей представления знаний и созданием баз знаний. Существуют различные подходы, модели и языки описания данных и знаний: продукционные и формальные логические модели, семантические сети и фреймы, а также онтологии.

По определению Т. Грубера (Gruber) [7], впервые применившего понятие онтологии в области информационных технологий, онтология — это формальное, явное, точное определение (спецификация) совместно используемой концептуализацией. Более подходящим к управлению знаниями является определение, приведенное в работе [8]: «Онтология — это базы знаний специального типа, которые могут «читаться» и пониматься, отчуждаться от их разработчика и/или физически разделяться их пользователями». Отметим, что онтологический подход к исследованию информации и представлению знаний ведет к созданию единого стандарта формализации знаний в разнородных предметных областях [9].

Онтология состоит из терминов, систематизированных в таксономию, их определений, атрибутов, а также связанных с ними аксиом и правил вывода.

Для построения онтологии используется модульно-компетентностный подход. Он отражен в работах многих исследователей [10–14], однако реализация механизма учета потребностей рынка труда и сопоставимости образовательных программ национальным и международным требованиям подготовки специалистов при разработке образовательных программ отражена недостаточно полно. В настоящей работе предложено формализовать данный механизм с использованием онтологического подхода и метода анализа иерархий.

Соответствие модулей ОП профессиональным требованиям позволит высшему учебному заведению гибко реагировать на изменяющиеся условия внешней среды и развивать ОП, повышая их качество и востребованность на рынке образовательных услуг. Выбор студентами индивидуальной траектории обучения позволит им получить необходимую подготовку для трудовой деятельности. Каждая индивидуальная траектория обучения направлена на получение конкретных резуль-

татов обучения и освоения конкретных модулей, необходимых для выполнения интересных ему трудовых функций.

В настоящей статье рассматривается реализация модульно-компетентного подхода в области ИКТ на примере отраслевых рамок квалификаций и профессиональных стандартов в области информационных технологий в Республике Казахстан, на основании которых вузы разрабатывали бы образовательные программы подготовки ИТ-специалистов.

Сопоставление компетенций

Совмещение компетенций образовательной программы, профессиональных стандартов и e-CF формируют общие требования профессиональной подготовки, необходимые для выполнения конкретной трудовой деятельности. Компетенциями образовательного стандарта являются результаты обучения (компетенции) из модульной ОП специальности. Чтобы освоить результаты обучения, необходимо освоить определенные модули. Компетенциями профессиональных стандартов выступают трудовые функции, включающие знания, умения и навыки. Компетенциями из рамки квалификаций e-CF являются справочные компетенции, которые включают знания и навыки.

Онтологический подход позволяет совместить эти три вида компетенций и перенести профессиональные компетенции в содержание дисциплин, что обеспечит востребованность выпускников вузов на рынке труда без дополнительного обучения или переобучения.

Используя онтологический подход, необходимо разработать базу знаний модульных ОП вуза, профессиональных компетенций и e-CF. Онтология ОП была построена ранее в рамках проекта грантового финансирования, поэтому необходимо построение онтологий профессиональных компетенций и e-CF.

Назначение онтологической модели компетенций — отобразить содержание трудовых функций профессионального стандарта для конкретного вида деятельности и конкретного квалификационного уровня на академические компетенции, повышая тем самым качество содержания ОП и обеспечивая готовность выпускника к профессиональной деятельности в конкретной должности.

На рис. 1 представлен фрагмент построенной онтологии.

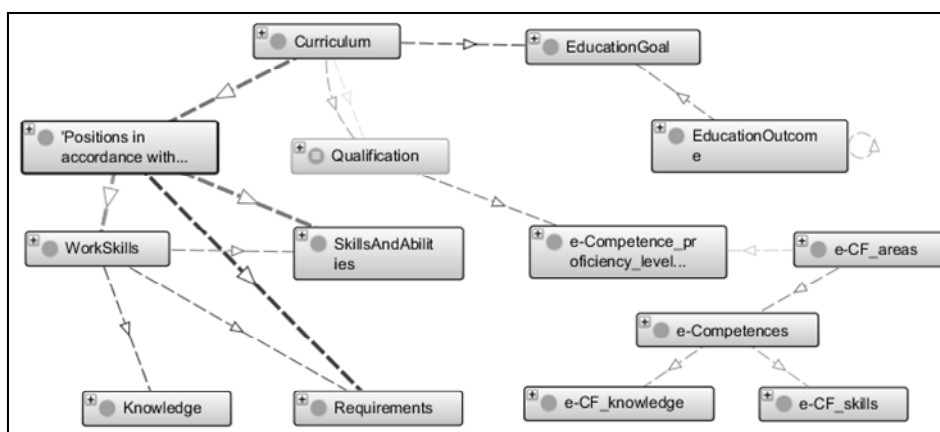


Рис. 1

Онтология вместе со множеством индивидуальных экземпляров классов составляет базу знаний. Метод анализа иерархий применен к знаниям из базы знаний онтологии.

Метод анализа иерархий для выбора индивидуальной траектории обучения

Для сопоставления компетенций образовательной программы, профессиональных стандартов и е-СФ необходимо обеспечить процедуры экспертизы ОП вуза в части соответствия ОП национальным и международным требованиям подготовки ИКТ-специалистов. Для этой цели используется метод анализа иерархий (МАИ), предполагающий декомпозицию проблемы на более простые составляющие части и обработку суждений эксперта. В результате определяется относительная значимость исследуемых вариантов для всех критериев, находящихся в иерархии [15]. Относительная значимость выражается численно в виде векторов приоритетов. Полученные таким образом значения векторов являются оценками в шкале отношений и соответствуют так называемым жестким оценкам. Для оценки соответствия модулей квалификационным требованиям трудовых функций для конкретной должности необходимо выполнить несколько шагов, приведенных на рис. 2.



Рис. 2

Шаг 1. Построение иерархии критериев начинается с определения проблемы исследования. Далее строится собственно иерархия, включающая цель, расположенную в ее вершине — промежуточные уровни (например, критерии) и сценарии, формирующие самый нижний иерархический уровень [6]. Цель — выполнить трудовые функции для должностей, определенных в профессиональных стандартах РК. В качестве сценариев используются модули ОП. Обобщенными сценариями являются траектории обучения учебного плана специальности, которые включают модули. Промежуточные уровни — критерии результатов обучения (компетенции) ОП. На рис. 3 приведена данная иерархия.

Каждая должность из профессиональных стандартов требует выполнения трудовых функций. Для этого необходимо освоение результатов обучения из модульной ОП. Каждый результат обучения требует освоения определенных модулей. Модули формируют траектории обучения.

Шаг 2. При построении множества матриц парных сравнений в иерархии выделяются элементы двух типов: «элементы–родители» и «элементы–потомки».

Строятся следующие матрицы парных сравнений, исходя из иерархии отношений:

- трудовые функции по отношению к должности;
- результаты обучения по отношению к каждой трудовой функции;
- модули по отношению к каждому результату обучения;
- траектории обучения по отношению к каждому модулю.

Шаг 3. Парные сравнения проводятся в терминах доминирования одного элемента над другим. Например, «Оценить значимость модуля 1 и модуля 2 по отношению к результату обучения 1». Полученные суждения выражаются целыми числами из девятибалльной шкалы отношений.

Для получения каждой матрицы эксперт выносит $n(n-1)/2$ суждений (n — порядок матрицы парных сравнений).

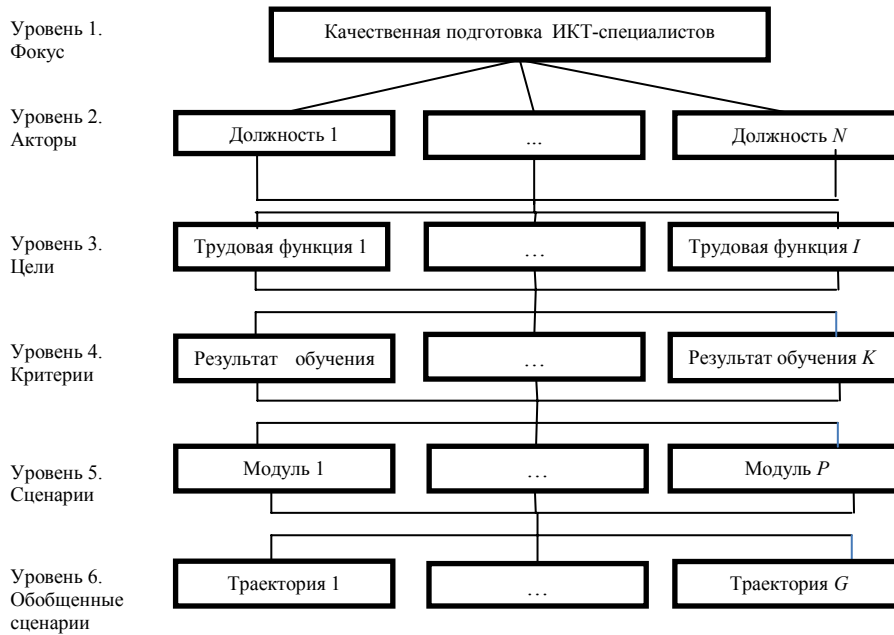


Рис. 3

Рассмотрим пример формирования матрицы парных сравнений в общем виде. Пусть E_1, E_2, \dots, E_n — множество из n элементов (вариантов) и v_1, v_2, \dots, v_n — соответственно их веса или значимости. Необходимо попарно сравнить значимость каждого элемента со значимостью любого другого элемента множества по отношению к общему для них свойству или цели (по отношению к «элементу-родителю»). В этом случае матрица парных сравнений E имеет следующий вид (1):

$$[E] = \begin{array}{c|cccc} & E_1 & \dots & E_2 & \dots & E_n \\ \hline E_1 & v_1/v_1 & \dots & v_1/v_2 & \dots & v_1/v_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ E_2 & v_2/v_1 & \dots & v_2/v_2 & \dots & v_2/v_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ E_n & v_n/v_1 & \dots & v_n/v_2 & \dots & v_n/v_n \end{array} \quad (1)$$

Матрица парных сравнений обладает свойством обратной симметрии:

$$a_{ij} = 1/a_{ji}, \quad (2)$$

где $a_{ij} = v_i/v_j$ (1).

Шаг 4. После заполнения экспертами матриц парных сравнений выполняется расчет и иерархический синтез. Из матрицы находится среднее геометрическое каждой строки:

$$A_i = \sqrt[n]{a_{i1} \cdot a_{i2} \cdot \dots \cdot a_{in}}. \quad (3)$$

Определяется нормирующий множитель для данной матрицы:

$$r = a_1 + a_2 + \dots + a_n. \quad (4)$$

Определяется нормированный вектор приоритетов:

$$W_i = a_i / r . \quad (5)$$

Для определения векторов приоритета вариантов необходимо найти значения векторов приоритетов: W_{WS} — трудовых функций для должности, W_{LO} — результатов обучения относительно каждой трудовой функции, W_M — модулей относительно каждого результата обучения, W_T — траекторий обучения относительно каждого модуля.

С помощью этих векторов определяются результирующие векторы приоритетов: W_{LO}^{WS} — вектор приоритетов результатов обучения относительно трудовых функций (6), W_M^{LO} — вектор приоритетов модулей относительно результатов обучения (7):

$$W_{LO}^{WS} = W_{LO} \times W_{WS} , \quad (6)$$

$$W_M^{LO} = W_M \times W_{LO}^{WS} . \quad (7)$$

Результирующий вектор приоритетов альтернатив рассчитывается по формуле (8), где W_T^M — вектор приоритетов траекторий обучения относительно модулей:

$$W_T^M = W_T \times W_M^{LO} . \quad (8)$$

Анализ значений полученного результирующего вектора показывает, какие варианты (модули) приоритетны для данной должности.

Применение метода анализа иерархий для ОП

В качестве примера рассмотрим модульную ОП по специальности 5В070300 — «Информационные системы и профессиональные стандарты РК для ИКТ-специалистов». Результаты обучения взяты из модульной ОП, но только специальные компетенции, поскольку общие компетенции необходимы для всех траекторий обучения.

Модульная ОП для данной специальности содержит 18 специальных компетенций или результатов обучения, 18 модулей для получения этих результатов обучения и две траектории обучения.

Найдены приоритетные модули для должностей «Специалист по информационной безопасности», «Сетевой администратор», «Бизнес-аналитик» и «Разработчик программного обеспечения» с привлечением экспертов со стороны рынка труда по ИКТ-направлению.

Эксперты заполнили анкеты экспертизы, сформированные генератором анкет (приложением Windows Forms), использующим данные из онтологии. По полученным значениям экспертизы находятся средние значения (3), (4), которые используются в дальнейшем для нахождения векторов приоритетов (5). На основе матриц парных сравнений (1) вычислены векторы приоритетов по формулам (6), (7).

Для оценки соответствия результатов обучения (компетенций) квалификационным требованиям трудовых функций для должностей экспертами были заполнены анкеты экспертизы (таблица).

Таблица

Код компетенции	Результат компетенции
P7	Знать теорию информационных систем, современные методы инжиниринга, модели описания и технологии моделирования информационных процессов и систем
P8	Знать основы информатики как науки, отрасли индустрии и инфраструктуры, алгоритмизации и структур данных, теории информационных систем
P9	Знать методологическую основу современных информационных технологий, используемых в процессе инжиниринга/реинжиниринга информационных систем и баз данных
P10	Знать модели описания и технологии моделирования информационных процессов и систем
P11	Знать методы анализа и оценки эффективности разработки и функционирования информационных систем
P12	Применять знания для оценки надежности и безопасности информационных систем
P13	Применять навыки проектирования информационных систем различного назначения и их элементов в соответствии с отраслевыми и международными стандартами
P14	Осуществлять установку, настройку и отладку компонентов информационной системы, конфигурировать и администрировать сетевую инфраструктуру системы
P15	Иметь навыки выбора архитектуры и комплексирования аппаратных средств информационных систем
P16	Иметь представление о методах управления ИТ проектами, организации и бюджетирования отдельных этапов процесса разработки и сопровождения корпоративных информационных систем
P17	Уметь организовать размещение компьютерного оборудования, оснастить автоматизированные рабочие места пользователей информационных систем
P18	Иметь навыки оценки производственных и непроизводственных затрат функционирования корпоративных информационных систем
P19	Использовать математические методы обработки, анализа и синтеза результатов профессиональных исследований
P20	Знать основы инновационного менеджмента и стратегического планирования
P21	Уметь работать в группе по реализации ИТ проектов
P22	Представлять свои знания в области ИТ в виде законченных проектов
P23	Осуществлять систематизированный сбор научно-технической информации, анализировать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования в Интернет, научной и периодической литературе
P24	Выявлять направления развития ИТ инфраструктуры предприятий и организаций

По оценке соответствия результатов обучения трудовым функциям должностей построены диаграммы оценки значимости результатов обучения конкретной должности, представленные на рис. 4 и рис. 5.

Как следует из диаграммы, приведенной на рис. 4, наибольший приоритет для должности «Специалист по информационной безопасности» имеет, по мнению экспертов, результат обучения (компетенции), по P12 специальной компетенции.

Наибольший приоритет для должности «Сетевой администратор» имеет результат обучения (компетенции), сформулированный в P11, P13, P14 специальных компетенциях.

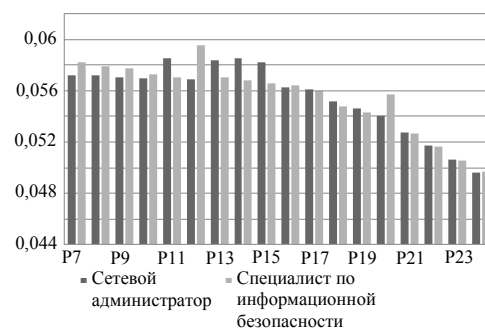


Рис. 4

Наибольший приоритет для должности «Разработчик программного обеспечения» (рис. 5) имеет, по мнению экспертов, результат обучения специальных компетенций P11, P13, P14, а для должности «Бизнес-аналитик» — P17, P19, P20.

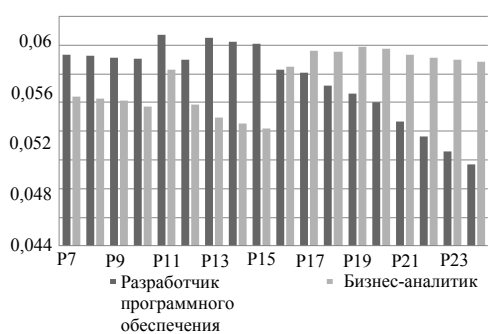


Рис. 5

Отметим, что наименьший приоритет, по мнению экспертов, имеют результаты обучения специальных компетенций P23, P24, поскольку каждый ИКТ-специалист овладевает ими на основании других результатов обучения.

Исходя из вычисления результирующего вектора, приоритетов альтернатив, рассчитанных на уровне 5 иерархии, построены диаграммы, которые приведены на рис. 6 и рис. 7.

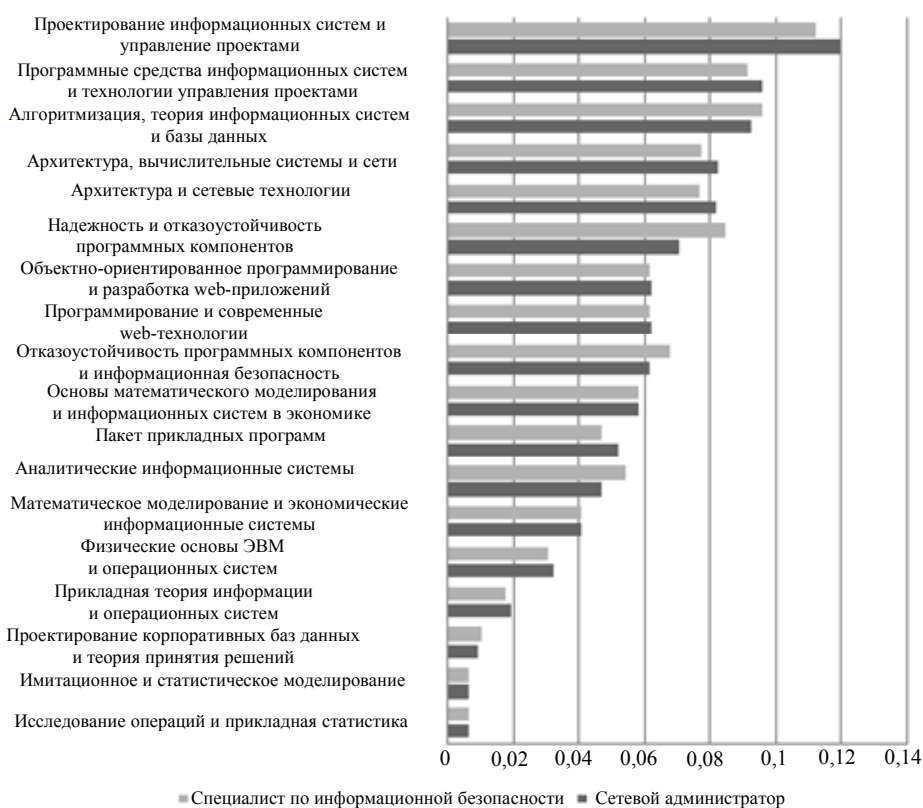


Рис. 6

Из диаграмм видно, что наибольший приоритет имеют модули «Проектирование информационных систем и управление проектами», «Алгоритмизация, теория информационных систем и базы данных», «Программные средства информационных систем и технологии управления проектами», что обусловлено высокой востребованностью специалистов на рынке труда, а также тем, что данные модули необходимы для формирования нескольких результатов обучения по образовательной программе.

Для должности «Специалист по информационной безопасности» более приоритетны модули «Надежность и отказоустойчивость программных компонентов»

и «Отказоустойчивость программных компонентов и информационная безопасность» в отличие от других должностей.

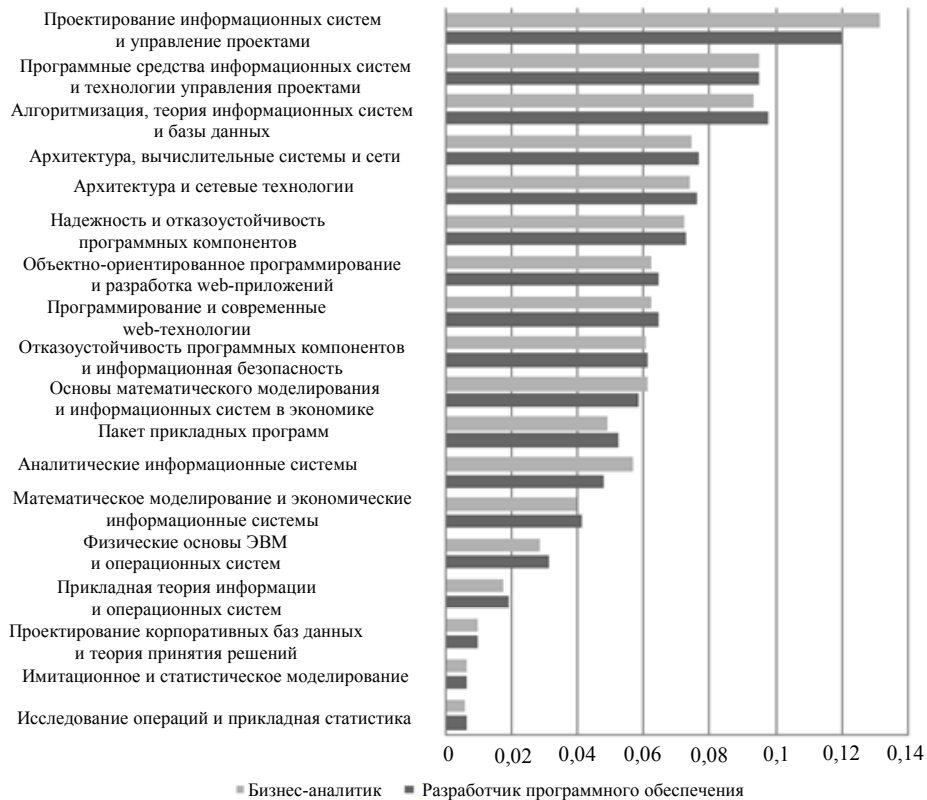


Рис. 7

На основании оценок модулей рассчитаны результирующие векторы приоритетов траекторий обучения, в которые входят эти модули (рис. 8).

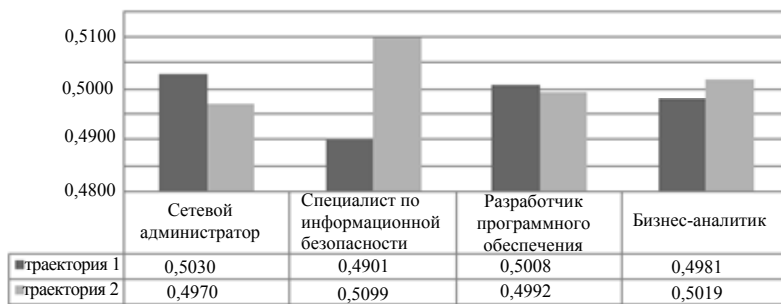


Рис. 8

Исходя из проведенных расчетов, можно сделать выбор определенной траектории обучения для конкретной должности. Для должностей «Сетевой администратор» и «Разработчик программного обеспечения» приоритетна траектория обучения 1, а траектория обучения 2 — для должностей «Специалист по информационной безопасности» и «Бизнес-аналитик». Важно отметить, что результирующие векторы приоритетов траекторий обучений отличаются несущественно, что свидетельствует о качественной подготовке ИКТ-специалистов по данной модульной образовательной программе, какую бы траекторию обучения они не выбрали.

Заключення

Апробований метод аналізу ієрархій для должностей «Спеціаліст по інформаційній безпеці», «Сетевий адміністратор», «Бізнес-аналітик» і «Розробник програмного забезпечення». Отримані експертні оцінки будуть використані і внесені в базу знань онтології компетенцій. Даний підхід дозволить студентам будувати індивідуальну траєкторію навчання, направлену на отримання конкретних результатів, необхідних для виконання інтересних йому трудових функцій. Метод аналізу ієрархій дозволяє здійснити експертизу освітньої програми в разрізі результатів навчання, модулів і вимог трудових функцій.

Такий підхід до відповідності модулів ОП професійним вимогам дозволить ВУЗу гнучко реагувати на змінюючіся умови зовнішнього середовища і розвивати освітні програми, підвищуючи їх якість і востребованість на ринку освітніх послуг.

М.Ж. Базарова, Г. Жомарткизи, В. Вуйчек, Ю.В. Крак

ПОБУДОВА ІНДИВІДУАЛЬНИХ ТРАЄКТОРІЙ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ У ГАЛУЗІ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Розглянуто відповідність компетенцій освітніх програм національним і міжнародним вимогам. Для зіставлення компетенцій освітньої програми, професійних стандартів та е-СФ використовуються модульно-компетентнісний, онтологічний підходи і метод аналізу ієрархій. Побудована онтологія включає дані компетенцій і визначає їх співвідношення. Розглянуто формування індивідуальних траєкторій навчання освітніх програм з урахуванням вимог професійних стандартів для напрямку «Інформаційно-комунікаційні технології». Для оцінки відповідності результатів навчання вимогам трудових функцій запропоновано підхід, заснований на методі аналізу ієрархій.

M.Zh. Bazarova, G. Zhomartkyzy, W. Wojcik, Yu.V. Krak

CONSTRUCTION OF INDIVIDUAL TRAJECTORIES OF SPECIALISTS TEACHING IN THE FIELD OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

The compliance of educational programs competence with national and international requirements are studied. To compare the competencies of the educational program, professional standards and e-CF, modular-competence, ontological approaches and hierarchy analysis method are used. An ontology is constructed that includes the given competences and determines their relations. The formation of individual trajectories of teaching educational programs taking into account the requirements of professional standards for the direction «Information and Communication Technologies» are considered. To assess the relevance of learning outcomes to the requirements of labor functions, an approach based on the hierarchy analysis method is proposed.

1. *Тузовский А.Ф.* Разработка систем управления знаниями на основе единой онтологической базы знаний // Известия Томского политехнического университета. — 2007. — **310**, № 2. — С. 182–185.
2. *Мариничева М.К.* Управление знаниями на 100%. Путеводитель для практиков. — М.: Альпина бизнес букс, 2008. — С. 108–119.
3. *Зимняя И.А.* Ключевые компетенции — новая парадигма результата образования // Эксперимент и инновации в школе. — 2009. — № 2. — С. 7–14.
4. *Модульно-компетентностный* подход в российской системе довузовского профессионального образования: теория и практика / под ред. Н.Ю. Посталюк. — Самара: Учебная литература, 2006. — 8 с.
5. *Хуторской А.В.* Ключевые компетенции и образовательные стандарты // Эйдос: электрон. журн. — 2002. — URL: <http://www.eidos.ru/journal>.
6. *Зеер Э.Ф.* Компетентностный подход к образованию // Образование и наука. — 2005. — № 3. — С. 27–35.
7. *Gruber T. R.* Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing // International Journal of Human-Computer Studies. — 1995. — **43**, N 5–6. — P. 907–928.
8. *Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф.* Базы знаний интеллектуальных систем. — СПб.: Питер, 2000. — 384 с.
9. *Палагин А.В.* Онтологическая концепция информатизации научных исследований // Кибернетика и системный анализ. — 2016. — **52**, № 1. — С. 3–9.
10. *Субетто А.И.* Онтология компетентностного подхода в образовательной системологии // Сибирский педагогический журнал. — 2009. — № 1. — С. 100–126.
11. *Прилепина А.В.* Компетентностный подход в рамках интеграции образования // Современные проблемы науки и образования. — 2008. — № 4. — С. 99–101.
12. *Попов Д.В., Сабирьянова Г.Р.* Система формирования учебно-методических материалов на основе компетентностного подхода // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. — 2008. — **10**, № 2. — С. 101–107.
13. *Кагакина Е.А.* Проектирование процесса компетентностно-ориентированного обучения в ВУЗе на основе онтологической модели // Профессиональное образование в России и за рубежом. — 2014. — № 3(15). — С. 31–36.
14. *Сухорукова Л.Н., Миронова М.Н.* Формирование профессиональной компетентности студентов-биологов педагогического вуза в условиях двухуровневого образования // Ярославский педагогический вестник. — 2011. — **2**, № 4. — С. 205–209.
15. *Саати Т.* Принятие решений. Метод анализа иерархий. — М.: Радио и связь, 1993. — 278 с.

Получено 06.06.2017