

ÃÓÌ ÀÍ È ÒÀÐÍ Ù Å  
Í ÀÓÈ È



УДК 004.43

**М.Ж. Базарова, Т.Г. Балова**

Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева,  
г. Усть-Каменогорск

**МЕТОД ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ  
ТРЕБОВАНИЯМ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ**

Цель образовательной программы (ОП) - обеспечить конкурентоспособность и вос требованность выпускников на рынке труда, поэтому результаты обучения в виде сформированных у выпускников компетенций должны быть согласованы с требованиями отраслевой рамки квалификаций, квалификационного справочника должностей специалиста и потребностей рынка труда, которые формируются по запросам основных потребителей программы и соответствуют национальной системе квалификаций [1, 2].

Механизм учёта потребностей рынка труда, заложенный в основу концепции ОП, должен актуализировать требования к видам профессиональной деятельности, гибко реагировать на изменяющиеся условия внешней среды, способствовать дальнейшему развитию ОП, повышая её качество и востребованность на рынке образовательных услуг. В работе предпринята попытка formalизовать данный механизм с использованием онтологического подхода и метода анализа иерархий [3].

Таксономия классов разработанной онтологической модели профессиональных компетенций ОП позволяет отобразить содержание профессиональных требований на результаты обучения (компетенции), повышая тем самым качество содержания ОП и обеспечивая готовность выпускника к профессиональной деятельности в конкретной должности.

Класс «Должности» (рис. 1) содержит должности в соответствии с квалификационным справочником должностей руководителей, специалистов и других служащих по видам трудовой деятельности, класс «Трудовые функции» объединяет индивиды, содержащие трудовые функции по всем направлениям, а аксиома свойства объектов *hasWorkSkill* устанавливает связь между ними.

Для оценки значимости сформулированных результатов обучения и требований профессиональных компетенций использованы экспертные оценки и метод анализа иерархий (МАИ), позволяющий ранжировать полезность изучаемых модулей (дисциплин) с позиции трудовых функций. Выявление существенного различия в этих компетенциях отражает недостаток профессиональной подготовки выпускников вследствие освоения не ориентированной на требования рынка ОП.

МАИ предполагает декомпозицию проблемы на всё более простые составляющие части и обработку суждений лица, принимающего решение. В результате определяется относительная значимость исследуемых вариантов для всех критериев, находящихся в иерархии. Относительная значимость выражается численно в виде векторов приоритетов. Полученные таким образом значения векторов являются оценками в шкале отношений и соответствуют так называемым жестким оценкам. Используется МАИ с помощью метода попарного сравнения вариантов [4].



Рисунок 1 – Фрагмент онтологии образовательной программы

Для оценки соответствия результатов обучения (компетенций) квалификационным требованиям трудовых функций для конкретной должности, необходимо выполнить несколько шагов.

#### *Шаг 1. Иерархическое представление проблемы.*

Построение иерархии начинается с очерчивания проблемы исследования. Далее строится собственно иерархия, включающая цель, расположенную в её вершине, промежуточные уровни (например критерий) и варианты, формирующие самый нижний иерархический уровень [3]. Целью является выбор наиболее приоритетных модулей ОП для должностей, которые определены в перечне квалификаций, и должностей квалификационного справочника РК [2]. В качестве вариантов используются модули учебного плана специальности. Промежуточными уровнями являются: трудовые функции для конкретной должности, цели ОП и результаты обучения (компетенции) ОП (рис. 2).



Рисунок 2 – Иерархия критериев для определения приоритетных модулей

*Шаг 2. Построение матриц парных сравнений.*

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;
- цели ОП по отношению к каждой трудовой функции;
- результаты по отношению к каждой цели ОП;
- модули по отношению к каждому результату.

*Шаг 3. Для заполнения матриц парных сравнений привлекаются эксперты.*

Парные сравнения проводятся в терминах доминирования одного элемента над другим. Полученные суждения выражаются в целых числах с учётом девятибалльной шкалы.

Для установления относительной важности элементов иерархии используется шкала отношений: 1 - одинаковая значимость; 3 - некоторое преобладание значимости одного действия над другим (слабая значимость); 5 - существенная или сильная значимость; 7 - очевидная или очень сильная значимость; 9 - абсолютная значимость; 2, 4, 6, 8 - промежуточные значения между двумя соседними суждениями. Обратные величины приведенных выше ненулевых величин: если действию  $i$  при сравнении с действием  $j$  приписывается одно из определенных выше ненулевых чисел, то действию  $j$  при сравнении с действием  $i$  приписывается обратное значение.

Данная шкала позволяет экспертам ставить в соответствие степени предпочтения одного сравниваемого объекта перед другим некоторые числа.

Правомочность этой шкалы доказана теоретически при сравнении со многими другими шкалами [3]. При использовании указанной шкалы эксперт, сравнивая два объекта в смысле достижения цели, расположенной на вышестоящем уровне иерархии, должен поставить в соответствие этому сравнению число в интервале от 1 до 9 или обратное значение чисел. В тех случаях, когда трудно определить столько промежуточных градаций от абсолютного до слабого предпочтения или этого не требуется в конкретной задаче, может использоваться шкала с меньшим числом градаций. В пределе шкала имеет две оценки: 1 - объекты равнозначны; 2 - предпочтение одного объекта над другим.

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

Далее рассматривается 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 сравнить попарно 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  $A$  имеет следующий вид:

	$E_1$	...	$E_j$	...	$E_n$
$E_1$	$v_1/v_1$	...	$v_1/v_j$	...	$v_1/v_n$
...	...	...	...	...	...
$E_i$	$v_i/v_1$	...	$v_i/v_j$	...	$v_i/v_n$
...	...	...	...	...	...
$E_n$	$v_n/v_1$	...	$v_n/v_j$	...	$v_n/v_n$

Матрица парных сравнений обладает свойством обратной симметрии, т. е.:

$$a_{ij}=1/a_{ji}, \text{ где } a_{ij}=v_i/v_j. \quad (1)$$

*Шаг 4.* После заполнения экспертами матриц парных сравнений выполняются следующие вычисления. Из матрицы находится среднее геометрическое каждой строки:

$$A_i = \sqrt[n]{a_{i1} \cdot a_{i2} \cdot \dots \cdot a_{in}}. \quad (2)$$

Определяется нормирующий множитель для данной матрицы:

$$r = a_1 + a_2 + \dots + a_n. \quad (3)$$

Определяется нормированный вектор приоритетов:

$$W_i = a_i / r. \quad (4)$$

Осуществляется иерархический синтез в целях определения вектора приоритета вариантов относительно факторов и фокуса иерархии [3, 4].

Для определения векторов приоритета вариантов необходимо найти значения векторов приоритетов:  $W_{T\Phi}$  - вектор приоритетов трудовых функций для должности,  $W_{Ц}$  - вектор приоритетов целей относительно каждой трудовой функции,  $W_p$  - вектор приоритетов результатов обучения относительно каждой цели,  $W_M$  - вектор приоритетов модулей относительно каждого результата обучения. С помощью этих векторов приоритетов определяются результирующие вектора приоритетов:  $W_{Ц}^{T\Phi}$  - вектор приоритетов цели относительно трудовых функций определяется по формуле (5),  $W_p^U$  - вектор приоритетов результатов обучения относительно целей определяется по формуле (6):

$$W_{Ц}^{T\Phi} = W_{Ц} \cdot W_{T\Phi}, \quad (5)$$

$$W_p^U = W_p \cdot W_{Ц}^{T\Phi}. \quad (6)$$

Результирующий вектор приоритетов альтернатив рассчитывается по формуле

$$W_M^P = W_M \cdot W_p^U. \quad (7)$$

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

Для апробации действия МАИ была разработана иерархия элементов из модульной ОП по специальности 5B070300 «Информационные системы» и должность «Инженер-программист (программист)» из квалификационного справочника РК [2]. Из МОП были взяты цели, результаты обучения и модули, обеспечивающие эти результаты обучения.

На основе значений результирующего вектора приоритетов модулей построена диаграмма (рис. 3), где осью абсцисс являются значения результирующего вектора приоритетов, а осью ординат – наименования модулей.

Исходя из диаграммы, видно, что наибольший приоритет имеют «Модуль интернет технологий / Модуль web технологий», что обусловлено, по мнению экспертов, высокой востребованностью специалистов данного профиля на рынке труда, а также тем, что данные модули необходимы для формирования нескольких результатов обучения ОП. Модули социально-гуманитарного профиля имеют наименьший приоритет. На основе оценки соответствия результатов обучения (компетенций) квалификационным требованиям трудовых функций была построена диаграмма «Соответствие результатов обучения (компетенций) для должности «Инженер-программист (программист)» (рис. 4) и «Соответствие результатов обучения (компетенций) квалификационным требованиям трудовых

функций» (рис. 5).

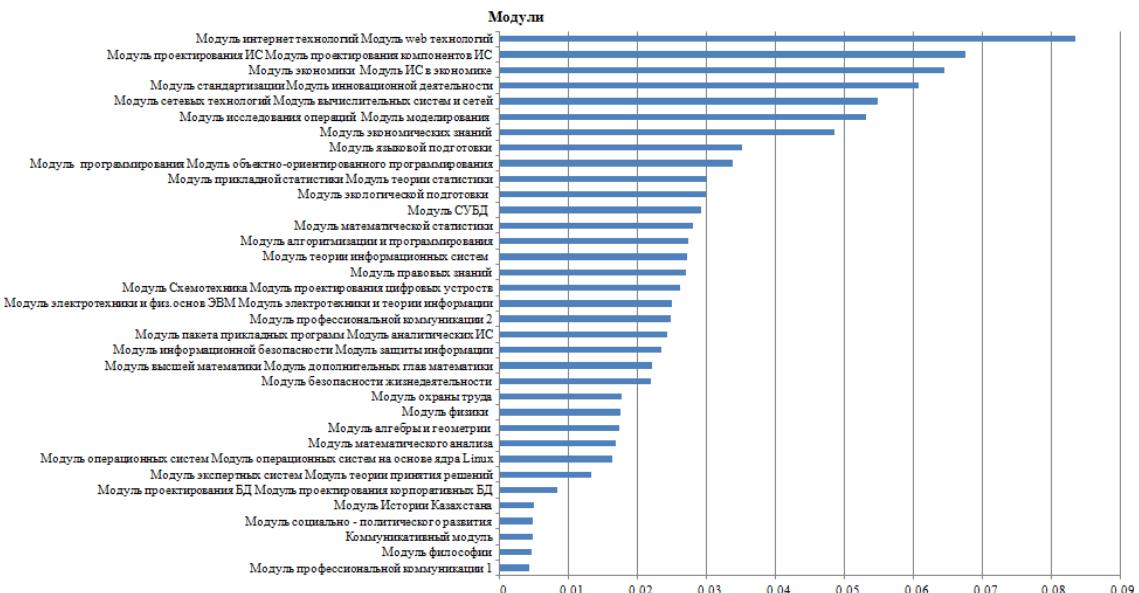


Рисунок 3 - Диаграмма соответствия модулей ОП профессиональным требованиям должности «Инженер-программист (программист)»

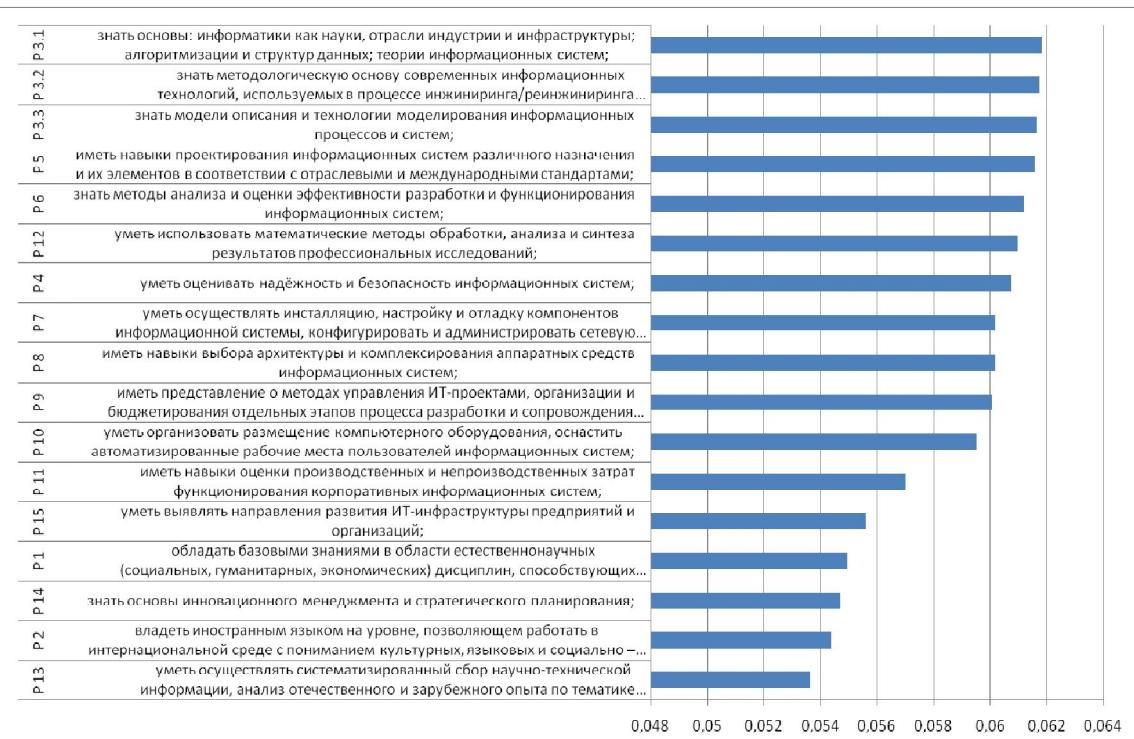


Рисунок 4 – Оценка значимости результатов обучения для должности  
«Инженер-программист (программист)»

Как следует из диаграммы рис. 4, наибольший приоритет для должности «Инженер-программист (программист)» имеет результат обучения (компетенции), сформулированный как «Знать основы: информатики как науки, отрасли индустрии и инфраструктуры; алгоритмизации и структур данных; теории информационных систем» (Р3.1). Наименьший приоритет имеют результаты обучения, связанные с умением осуществлять систематизированный сбор научно-технической информации, анализ отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования в сети Интернет, научной и периодической литературе.

Для оценки значимости результатов обучения экспертам были предложены требования к трём основным трудовым функциям инженера-программиста, сформулированные в квалификационном справочнике должностей (представлены в таблице).

*Основные квалификационные требования инженера-программиста*

Содержание трудовых функций	Условное обозначение
На основе анализа математических моделей и алгоритмов решения экономических и других задач разрабатывает программы, обеспечивающие возможность выполнения алгоритма и соответственно поставленной задачи средствами вычислительной техники, проводит их тестирование и отладку.	ТФ1
Разрабатывает технологию решения задачи по всем этапам обработки информации. Осуществляет выбор языка программирования для описания алгоритмов и структур данных. Определяет информацию, подлежащую обработке, её объемы, структуру, макеты и схемы ввода, обработки, хранения и вывода, методы её контроля.	ТФ2
Осуществляет запуск отлаженных программ и ввод исходных данных, определяемых условиями поставленных задач. Проводит корректировку разработанной программы на основе анализа выходных данных. Разрабатывает инструкции по работе с программами, оформляет необходимую техническую документацию. Определяет возможность использования и осуществляет адаптацию готовых программных продуктов.	ТФ3

Результаты оценки значимости сформированных компетенций выпускников для реализации выделенных трудовых функций иллюстрирует диаграмма рис.5.

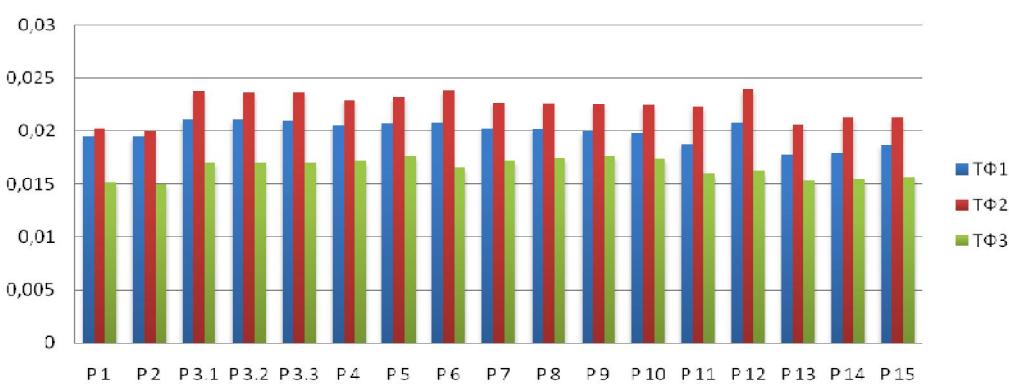


Рисунок 5 - Соответствие результатов обучения (компетенций) квалификационным требованиям трудовых функций

Предложенный подход обеспечивает прозрачность содержания образовательной программы, возможность конструктивного участия работодателей в её развитии и совершенствовании. База знаний образовательных программ позволит студентам строить индивидуальную траекторию обучения, направленную на получение конкретных результатов, необходимых для выполнения интересных ему трудовых функций.

Список литературы

1. Об утверждении Отраслевой рамки квалификаций «Информационно-коммуникационные технологии». Приказ Министра транспорта и коммуникаций РК от 30 сент. 2013 года, № 769. Зарегистрирован в МЮ РК 4 нояб. 2013 года, № 8876.
2. Об утверждении Квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и других служащих. Приказ министра труда и социальной защиты населения РК от 21 мая 2012 года, № 201-ө-м. Зарегистрирован в МЮ РК 25 июня 2012 года, № 7755.
3. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. - М.: Радио и связь, 1993. - 278 с.
4. Саати Т. Аналитическое планирование. Организация систем / Т. Саати, К. Кернс. - М.: Радио и связь, 1991. - 224 с.

Получено 22.07.2014



**ВЕНЕРИАНСКАЯ РАДУГА**

Европейский космический зонд «Venus Express», запущенный с Байконура в 2005 году и работающий до сих пор, сфотографировал на Венере глорию – красивое атмосферное явление. Глория напоминает по внешности и происхождению (дифракция света в каплях) радугу, но имеет кольцевидную форму и видна она только с высоты – с вершины горы, с самолета или, как в данном случае, с космического аппарата. Венерианская глория возникает из-за разложения света в капельках серной кислоты, из которой состоит плотный облачный покров планеты. Подробное изучение спектров глории показало, что эти капельки содержат также элементарную серу или хлорид трехвалентного железа.

«Наука и жизнь» № 7, 2014

