

УДК 519.711.3

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОСТРЕБОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРИ КОРРЕКТИРОВКЕ ПРОГРАММ ОБУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ

А.З. Асанов<sup>1</sup>, И.Ю. Мышкина<sup>2,а</sup>, Л.Ю. Грудцына<sup>2,б</sup>

<sup>1</sup> Институт кибернетики МИРЭА – Российского технологического университета, Москва, Россия  
asanov@mirea.ru

<sup>2</sup> Набережночелнинский институт (филиал) Казанского (Приволжского) федерального университета,  
Набережные Челны, Россия

<sup>а</sup>mirinau@mail.ru, <sup>б</sup>larisa\_u\_g@mail.ru

### Аннотация

Рассматривается возможность применения когнитивных моделей для прогнозирования востребованности компетенций на рынке труда. Выделены возможные направления применения когнитивного моделирования при решении задачи прогнозирования востребованности компетенций. Основные задачи исследования: выбор факторов, влияющих на востребованность компетенций, выбор типа когнитивной модели, анализ возможности применения профессиональных стандартов при построении когнитивной модели. Оценивается возможность учёта полученных прогнозов ценности компетенций при корректировке программ обучения в ВУЗе, при этом используется когнитивная модель программы обучения. Новизна предложенного подхода к прогнозированию востребованности компетенций с помощью когнитивных карт заключается в том, что применение когнитивных моделей позволяет при решении рассматриваемой задачи использовать большое число разнородных качественных и количественных факторов: данные о востребованных и прогнозируемых новых профессиях, результаты экспертных опросов, данные о перспективных научных направлениях, данные о тематике и числе научных публикаций и т.п., а также преемственные связи между компетенциями, отражающие стадии их формирования. Полученные результаты применяются при корректировке программы обучения бакалавров.

**Ключевые слова:** компетенция, прогнозирование востребованности, когнитивная модель, программа обучения.

**Цитирование:** Асанов, А.З. Прогнозирование востребованности компетенций при корректировке программ обучения с помощью когнитивных моделей / А.З. Асанов, И.Ю. Мышкина, Л.Ю. Грудцына // Онтология проектирования. – 2019. – Т.9, №2(32). – С.203-213. – DOI: 10.18287/2223-9537-2019-9-2-203-213.

### Введение

В настоящее время практически для всех сфер профессиональной деятельности характерна высокая скорость изменений и роста новых знаний и требований к работникам и соискателям вакансий. В соответствующем темпе должны изменяться и адаптироваться к новым требованиям рынка труда и профессиональные образовательные программы. В этих условиях актуальной становится задача разработки моделей и алгоритмов поддержки принятия решений при взаимодействии образовательных учреждений (ОУ) и работодателей, позволяющих вырабатывать рекомендации по корректировке программ обучения (ПО) с целью адаптации ПО к требованиям рынка труда на основе компетентностного подхода. Принятие решений при этом должно осуществляться не на основе анализа текущих потребностей рынка труда, а на основе оценок востребованности компетенций на момент окончания срока обучения, что делает актуальной задачу прогнозирования востребованности компетенций.

Задача прогнозирования в системе «ВУЗ-производство» в российской практике в настоящее время касается, прежде всего, количественного прогнозирования востребованности профессий; а такая «качественная характеристика» при прогнозировании потребности в кадрах как прогнозирование компетенций, как правило, не рассматривается [1]. В данном случае наиболее целесообразным для формирования ПО становится выбор компетенций, соответствующих востребованным профессиям в некоторый будущий период времени. Существующие подходы к прогнозированию компетенций основаны либо на результатах опросов работодателей, либо на результатах опросов экспертов – квалифицированных преподавателей ВУЗов и ведущих учёных, работающих в рассматриваемых областях знаний [2, 3].

Целью данной работы является исследование возможности применения, наряду с результатами экспертных опросов и количественных прогнозов востребованных профессий, множества разнородных измеряемых показателей, влияющих на востребованность компетенций, и исследование возможности получения количественной оценки «будущей» значимости компетенций для корректировки ПО.

Создание систем поддержки принятия решений в слабо формализуемых сложных системах требует формального описания понятий, понятийных структур, взаимодействующих при принятии решений, т.е. здесь требуются онтологические модели. Принятие решений связано с реальной ситуацией, которая также должна быть представлена в виде некоторой модели, построенной на основе понятийных представлений. Поэтому поставленная задача прогнозирования востребованности компетенций при корректировке программ обучения тесно связана с онтологическим моделированием [4] в ситуационном управлении.

## **1 Возможности и перспективы использования когнитивного моделирования**

Одним из инструментов, позволяющих учитывать множество разнородных факторов, влияющих на развитие исследуемой проблемной ситуации, и связи между ними, являются когнитивные карты. Полагаем, что применение когнитивного моделирования для решения задачи прогнозирования востребованности компетенций может быть осуществлено по следующим направлениям.

Первое направление заключается в использовании когнитивных моделей для прогнозирования социально-экономического развития региона, в том числе для прогнозирования потребности в профессиональных кадрах [2, 5].

Второе направление заключается в применении для прогнозирования востребованности компетенций когнитивных моделей, позволяющих одновременно учитывать ряд таких показателей, как данные о востребованных [6] и прогнозируемых новых профессиях [7], результаты экспертных опросов, данные о перспективных научных направлениях, данные о тематике и числе научных публикаций и т.п., а также преемственные связи между компетенциями, отражающие стадии их формирования.

Таким образом, вершины когнитивной карты могут соответствовать факторам, позволяющим оценить значимость компетенций:

- группа вершин А - перспективные профессии (в том числе и из числа новых профессий), перспективные научные направления, число научных публикаций, патентов, проектов-победителей по грантовым программам по различным научным направлениям и т.п.;
- группа вершин Б - учебные компетенции, формируемые в процессе освоения ПО и новые компетенции, претендующие на включение в образовательную программу.

Каждая вершина из группы А связана с соответствующими вершинами-компетенциями, связи между вершинами группы Б (вершинами-компетенциями) означают наличие преемственности соответствующих компетенции знаний, умений и владений. Начальные значения

задаются для вершин группы А и представляют собой экспертные оценки степени соответствия данной вершины (профессии, научного направления) анализируемому направлению подготовки. Данные оценки фактически выражают имеющийся потенциал ВУЗа и выпускающей кафедры в осуществлении возможной корректировки и последующей реализации ПО для студентов анализируемого направления подготовки. Веса влияний, идущих от вершин группы А к вершинам-компетенциям, соответствуют ценности компетенций для соответствующей вершины группы А. Веса влияний между вершинами-компетенциями (в группе Б) соответствуют силе преемственной связи между компетенциями. В зависимости от характера используемых оценок параметров вершин (чёткие или нечёткие) и весов влияний (чёткие, нечёткие оценки или нечёткие продукции) могут быть использованы когнитивные модели различных типов. В результате расчёта значений вершин-компетенций на основе начальных значений вершин группы Б получают оценки значимости компетенций, которые соответствуют конечным значениям вершин-компетенций.

На основе построенной когнитивной модели ПО и оценок «будущей» ценности компетенций могут быть выработаны рекомендации по корректировке ПО. Данная когнитивная модель может быть расширена за счёт включения новых вершин, соответствующих другим возможным факторам, указывающим на востребованность компетенций. В статье рассматривается задача прогнозирования востребованности компетенций с помощью анализа требований профессиональных стандартов.

## 2 Когнитивные модели

### 2.1 Когнитивная модель ПО

В качестве модели ПО выбрана нечёткая продукционная когнитивная карта. В этих картах вершины (концепты) представлены в виде нечётких множеств. Причинно-следственные отношения между двумя вершинами выражены в виде нечётких правил со структурой «один вход–один выход» [8-11]. Соответствующая когнитивная модель ПО имеет вид [8]:

$$(1) \quad \Phi = \langle G, X, W \rangle,$$

где:

$G = \langle V, E \rangle$  – ориентированный граф (орграф),

$V$  – множество вершин (концептов), причём  $V = \{V_i\}$ ,  $i = \overline{1, Q}$ ,

$Q$  – количество вершин (концептов),  $Q = K_m + K + M + L + N$ ,

$K_m$  – общее число модулей (разделов дисциплин,  $i = \overline{1, K_m}$ ),

$K$  – число профессиональных компетенций,

$M$  – число общекультурных компетенций,

$L$  – число общепрофессиональных компетенций ( $i = \overline{K_m + 1, K_m + K + M + L}$ ),

$N$  – число дисциплин ПО ( $i = \overline{K_m + 1 + K + M + L, Q}$ ).

$E = \{e_{ij}\}$ ,  $i, j = \overline{1, Q}$  – множество дуг, причём:

1)  $e_{ij} = 1$ ,  $i, j = \overline{1, K_m}$ , если модуль  $V_j$  является родительским для изучения модуля  $V_i$ ;

2)  $e_{ij} = 1$ ,  $i = \overline{K_m + 1, K_m + K + M + L}$ ,  $j = \overline{1, K_m}$ , если компетенция  $V_i$  формируется в ходе изучения модуля  $V_j$ ;

3)  $e_{ij} = 1$ ,  $i = \overline{1, K_m}$ ,  $j = \overline{K_m + 1 + K + M + L, Q}$ , если модуль  $V_i$  является частью дисциплины  $V_j$ .

$X = \{X^{V_i}\}$ ,  $i = \overline{1, Q}$  – множество параметров вершин  $V$  (значения концептов  $V$  – ценность концепта для осуществления будущей профессиональной деятельности). Каждый концепт описывается соответствующей лингвистической переменной (ЛП)  $\langle \tilde{X}_i, T_i, D_i \rangle$  ( $T_i$  и  $D_i$  – терм-множество и базовое множество ЛП  $\tilde{X}_i$ ), приращение каждого концепта  $X_i$  – ЛП  $\langle \Delta \tilde{X}_{ji}, T_{ji}^\Delta, D_{ji}^\Delta \rangle$ , веса влияний  $W = \{w_{ji}\}$  между каждой парой вершин в (1) – ЛП  $\langle \tilde{W}, T^w, D^w \rangle$ .

Пересчёт значений всех концептов (кроме концептов-дисциплин) осуществляется по формуле  $\tilde{X}_i(t+1) = \tilde{X}_i(t) \oplus \{\oplus_j \tilde{f}_{ji}[\Delta \tilde{X}_j(t)]\}$ ,  $i, j = \overline{1, K_m + K + M + L}$ , где  $\tilde{X}_j$ ,  $\Delta \tilde{X}_j$  – нечёткие множества, представляющие значения  $j$ -го концепта и приращения этого концепта, смежного с выходным концептом  $i$ ;  $\tilde{X}_i$  – нечёткое множество, представляющее значение выходного концепта;  $\tilde{f}_{ji}$  – нечёткий оператор, задающий нечёткое отображение типа «один вход–один выход»;  $t$  – номер шага моделирования;  $\oplus$  – операция нечёткой аккумуляции нескольких нечётких влияний на выходной концепт [8-11].

Значение результирующих концептов (значимость дисциплин)  $i = \overline{K_m + 1 + K + M + L, Q}$  определяется на основе конечных значений концептов ( $j = \overline{1, K_m}$ ), соответствующих модулям дисциплин:  $\tilde{X}_i^{res} = \bigoplus_{j=1,2,\dots,K_m} \tilde{f}_{ji}[\tilde{X}_j^{res}]$  [8].

На рисунке 1 представлен фрагмент орграфа ПО. Здесь для обозначения весов влияний между парами концептов используются лингвистические оценки: *низкая*, *средняя* и *высокая* – данные оценки определяются на основе опроса экспертов из числа профессорско-преподавательского состава, участвующих в разработке и реализации ПО.

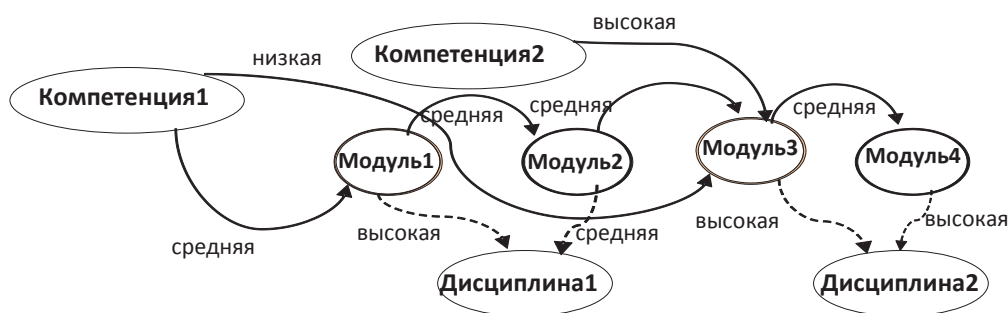


Рисунок 1 – Фрагмент орграфа ПО

Выбор когнитивной модели обусловлен следующими причинами.

- Возможность учёта связей между учебными модулями (как частями дисциплин), между компетенциями и модулями, между модулями и дисциплинами. Таким образом, концептами когнитивной карты в данном случае являются модули, компетенции и дисциплины.
- Возможность учёта силы влияния (выраженной лингвистической оценкой) между концептами когнитивной карты.

- Реализация причинно-следственных отношений между двумя концептами в виде набора нечётких правил позволяет более качественно «извлечь» знания эксперта, значительно упрощает работу экспертов.
- Возможность вычисления оценки значимости (степени участия) дисциплин для формирования каждой компетенции (если в моделировании участвует единственный концепт, соответствующий выбранной компетенции).
- Возможность учёта влияния дисциплин, участвующих в формировании выбранной компетенции не напрямую, а необходимых для изучения дисциплин, непосредственно формирующих заданные компетенции.

С помощью данной модели для заданного набора оценок ценности компетенций может быть определена значимость учебных модулей (разделов) и значимость дисциплин ПО, на основе которых могут быть выработаны рекомендации по корректировке ПО (включение/исключение дисциплин, увеличение/уменьшение интенсивности изучения дисциплин), например, с помощью нечётких продуктов [12]. Для расчёта этих значений предлагается использовать когнитивную карту, включающую концепты, соответствующие факторам, позволяющим оценить значимость компетенций (группа вершин А).

Например, нечёткие продукты для корректировки интенсивности изучения дисциплины могут иметь вид:

ЕСЛИ  $HoursPlan = \langle \text{Низкая} \rangle$  И  $HoursP = \langle \text{Низкая} \rangle$  И  $\tilde{Z} = \langle \text{Низкая} \rangle$ , ТО  $HoursN = \langle \text{Низкая} \rangle$ ;

ЕСЛИ  $HoursPlan = \langle \text{Низкая} \rangle$  И  $HoursP = \langle \text{Ниже средней} \rangle$  И  $\tilde{Z} = \langle \text{Средняя} \rangle$ , ТО  $HoursN = \langle \text{Низкая} \rangle$ ;

ЕСЛИ  $HoursPlan = \langle \text{Низкая} \rangle$  И  $HoursP = \langle \text{Ниже средней} \rangle$  И  $\tilde{Z} = \langle \text{Высокая} \rangle$ , ТО  $HoursN = \langle \text{Ниже Средней} \rangle$ ;

где  $HoursPlan$  – ЛП «Интенсивность изучения дисциплины (число часов в неделю) согласно ПО»;  $HoursP$  – ЛП «Интенсивность изучения дисциплины согласно часам, заявленным преподавателем»;  $\tilde{Z}$  – «Значимость дисциплины»;  $HoursN$  – ЛП «Новая интенсивность изучения дисциплины». Для расчета итогового значения ЛП «Новая интенсивность изучения дисциплины» использовался алгоритм нечёткого логического вывода Мамдани, путём объединения «усечённых» функций принадлежности, полученных по каждому правилу, с последующим применением к итоговой функции операции дефазификации.

Если в ходе анализа ПО какие-то дисциплины были исключены, то может возникнуть необходимость включения новых дисциплин. Эти дисциплины могут быть отобраны из числа дисциплин-претендентов в случае, когда дисциплина удовлетворяет следующим требованиям:

- в состав дисциплины входят модули, в ходе изучения которых либо формируются наиболее значимые компетенции, либо формируются новые значимые компетенции; значимость дисциплины-претендента должна быть достаточно высокой;
- трудоёмкость дисциплины в часах (минимальная) соответствует трудоёмкости одной из исключённых дисциплин, все дисциплины-родители для новой дисциплины изучены на момент её включения;
- принимается следующее допущение: в ходе анализа ПО количество дисциплин остаётся постоянным.

Итоговый список отобранных дисциплин следует проранжировать по значимости. Окончательное решение о выборе и включении дисциплины осуществляет лицо, принимающее решение (ЛПР). Алгоритм поддержки принятия решений при включении новых дисциплин представлен на рисунке 2.

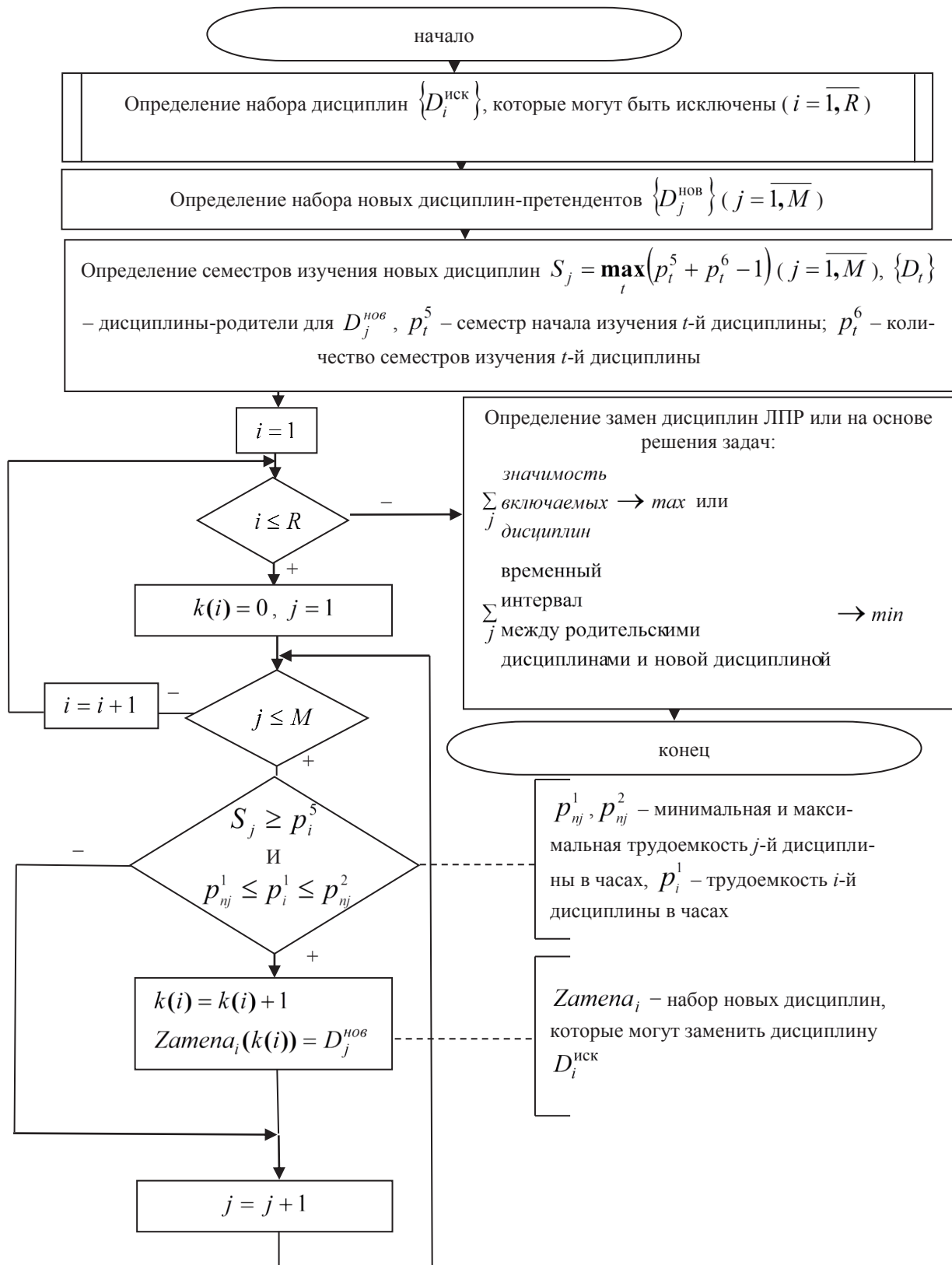


Рисунок 2 – Алгоритм поддержки принятия решений при включении новых дисциплин

Дисциплины, претендующие на исключение из ПО, должны иметь значимость ниже некоторого порогового значения; как правило, у таких дисциплин отсутствуют связанные с ни-



ми дисциплины-потомки, изучение которых базируется на знаниях, умениях и владениях, сформированных в ходе изучения исключаемых дисциплин.

Для расчёта значимости дисциплины-претендента, соответствующая дисциплина должна быть включена в когнитивную карту ПО. Исключаемая дисциплина заменяется одной из дисциплин-претендентов при условии выполнения изложенных выше условий.

## 2.2 Прогнозирование востребованности компетенций на основе анализа профессиональных стандартов

Одним из основных источников требований к профессиональным квалификациям работников при разработке ПО в настоящее время являются профессиональные стандарты [2, 13, 14]. Профессиональный стандарт (ПС) – «документ, раскрывающий с позиций объединений работодателей (и/или профессиональных сообществ) содержание профессиональной деятельности в рамках определённого вида экономической деятельности, а также требования к квалификации работников» [15]. При использовании ПС требуется разработка методик, позволяющих устанавливать соответствие между трудовыми компетенциями (функциями) и учебными компетенциями [2]. Выбор ПС для прогнозирования востребованности компетенций может быть произведён на основе перечня востребованных профессий и специальностей, соответствующих приоритетным направлениям развития экономики региона [1, 2].

В качестве модели компетенций может быть выбрана чёткая когнитивная карта [8, 16, 17]. Когнитивная модель имеет вид:  $\Phi = \langle G, Y, W \rangle$ , где  $G = \langle V, E \rangle$  – оргграф,  $V$  – множество вершин (концептов);  $V = \{V_i\} = \{P_j\} \cup \{K_i\}$ ,  $i = \overline{1, N}$ ;  $\{P_j\}$  – множество вершин, соответствующих возможным профессиям выпускников анализируемого направления подготовки;  $\{K_i\}$  – множество вершин, соответствующих компетенциям, формируемым в процессе обучения;  $E = \{e_{ij}\}$ ,  $i, j = \overline{1, N}$  – множество дуг, причём наличие связи между компетенциями  $i$  и  $j$  означает, что компетенция  $j$  необходима для формирования компетенции  $i$ . Вершины, соответствующие профессиям, связаны с компетенциями, необходимыми для осуществления профессиональной деятельности.

В когнитивной модели компетенций  $Y = \{Y^{V_i}\}$  ( $i = \overline{1, N}$ ) – множество параметров вершин  $V$  (значение вершин  $\{K_i\}$  – ценность компетенций; значение вершин  $\{P_j\}$  – экспертные оценки степени соответствия профессии анализируемому направлению подготовки).

Веса влияний  $W = \{w_{ji}\}$  ( $i, j = \overline{1, N}$ ) отражают силу связи между соответствующими вершинами ( $w_{ji} \in [0; 1]$ ). Веса влияний между вершиной-профессией и вершиной-компетенцией могут быть получены следующим образом. Пусть некоторый ПС включает набор трудовых компетенций  $PS = \bigcup_{l=1, U} TK_l$ ,  $U$  – количество трудовых компетенций. Допустим, определено соответствие между трудовыми и учебными (профессиональными, общекультурными и общепрофессиональными) компетенциями. Пусть  $t_i$  ( $i = \overline{1, K + M + L}$ ) – число обращений к  $i$ -й учебной компетенции, тогда оценки

$\left( \frac{t_1}{\max_{i=1, K+M+L}(t_i)}, \frac{t_2}{\max_{i=1, K+M+L}(t_i)}, \dots, \frac{t_{K+M+L}}{\max_{i=1, K+M+L}(t_i)} \right)$  можно рассматривать как значимость учебных

компетенций в соответствии с выбранным ПС и использовать их как веса влияний между вершиной-профессией и вершинами-компетенциями.

Задавая начальные значения вершин, соответствующих востребованным в прогнозируемый период профессиям, можно рассчитать значения целевых вершин, соответствующих компетенциям. Правило, по которому происходит расчёт значений вершин, имеет вид:

$$Y_i(t+1) = Y_i(t) + \sum_{j=1}^N w_{ji} \cdot p_j(t), \text{ где } p_j(t) = Y_j(t) - Y_j(t-1) \text{ — величина изменения } j\text{-й вершины}$$

на шаге моделирования  $t$ . Полученные значения ценности учебных компетенций могут быть использованы в качестве начальных значений вершин-компетенций в когнитивной модели ПО. Для практического использования полученных с помощью построенной когнитивной модели оценок ценности компетенций следует выполнить их нормирование [18].

### 3 Практическое применение

На основе предложенного подхода был проведён анализ ПО бакалавров по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика» на соответствие требованиям ПС в области ИТ [19]. Если когнитивную карту компетенций построить только на основе требований одного ПС, то на основе полученных оценок ценности компетенций с помощью когнитивной карты ПО можно определить ценность дисциплин для соответствующей профессии. Как показал анализ, ПО рассматриваемого направления подготовки в большей степени соответствует требованиям ПС «Программист» и «Системный программист», т.к. для ПО данных профессий значимость дисциплин оказалась выше, и ПО требует меньших изменений по сравнению с другими профессиями. Для выработки рекомендаций по корректировке ПО на основе требований нескольких ПС были определены наиболее востребованные по прогнозам экспертов профессии, а затем и значимость компетенций с помощью когнитивной карты, представленной в п.2.2. Были выработаны рекомендации к корректировке ПО, в результате анализа оказалось, что отсутствуют дисциплины, которые следует исключить, и необходимо только увеличение или уменьшение интенсивности изучения некоторых дисциплин. Полученные рекомендации согласуются с экспертными оценками необходимых изменений ПО для её адаптации к требованиям к квалификации работников выбранных профессий.

### Заключение

Применение когнитивного моделирования позволяет увеличить объективность результатов прогнозирования востребованности компетенций по сравнению с традиционным привлечением к решению данной задачи групп экспертов. Использование наряду с результатами экспертных опросов различных количественных факторов делает полученные прогнозы более обоснованными, а также позволяет снизить трудоёмкость решения рассматриваемой задачи.

Полученные результаты показывают, что решение задачи прогнозирования востребованности компетенций с учётом факторов, влияющих на востребованность компетенций, в том числе с применением ПС, и последующей корректировкой ПО выполнимо. Недостаточно проработанной остаётся унификация моделей, позволяющих учесть разнородные привлекаемые знания (понятийные структуры), что является приоритетным направлением дальнейших исследований. Использование унифицированных онтологических моделей в совокупности с процедурами их реализации в компьютерных системах открывают новые перспективы решения задач управления в образовательной сфере.



## Список источников

- [1] **Кекконен, А.Л.** Качественные характеристики в количественных прогнозах рынка труда / А.Л. Кекконен, С.В. Сигова // Спрос и предложение на рынке труда и рынке образовательных услуг в регионах России: сб. докладов девятой Всероссийской научно-практической Интернет-конференции, Книга I. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2012. – С.154-164.
- [2] **Кутейницына, Т.Г.** Методы прогнозирования качества рабочей силы: зарубежный опыт и российская практика / Т.Г. Кутейницына // Профессиональное образование и рынок труда. – 2016. – № 3. – С.10–15.
- [3] **Судаков, Д.** Руководство по применению технологического форсайта для определения будущих потребностей в компетенциях / Д. Судаков, П. Лукша, О. Стриецка-Ильина, Кон Грегг, К. Хофман, Л. Хачатрян. – Международное бюро труда. – Женева: МОТ, 2016.
- [4] **Смирнов, С.В.** Онтологическое моделирование в ситуационном управлении / С.В. Смирнов // Онтология проектирования. – 2012. – №2(4). – С.16–25.
- [5] **Исмиханов, З.Н.** Моделирование социально-экономического развития региона на основе когнитивного подхода (на примере республики Дагестан) / З.Н. Исмиханов // Бизнес-информатика. – 2015. – №2(32). – С. 59-68.
- [6] Перечень востребованных профессий и специальностей, соответствующих приоритетным направлениям развития экономики Республики Татарстан. – <http://mtsz.tatarstan.ru/perechen-vostrebovannih-professiy-i.htm/>.
- [7] Атлас новых профессий. – <http://atlas100.ru/>.
- [8] **Асанов, А.З.** Алгоритм выбора программ повышения квалификации и переобучения соискателей вакансий на основе когнитивных моделей / А.З. Асанов, И.Ю. Мышкина, Л.З. Гумерова // Качество. Инновации. Образование. – 2016. – №4 (131). – С.21–30.
- [9] **Борисов, В.В.** Нечёткие модели и сети / В.В. Борисов, В.В. Круглов, А.С. Федулов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007.
- [10] **Carvalho, J.P.** Rule-based fuzzy cognitive maps and fuzzy cognitive maps – a comparative study / J.P. Carvalho, J. A. Tomè // In Proc. of the 18th International Conference of the North American Fuzzy Information Processing Society. – NAFIPS'99 : New York, 1999. – P.115-119.
- [11] **Carvalho, J.P.** Fuzzy Mechanisms for Causal Relations / J.P. Carvalho, J. A. Tomè // In Proceedings of the 8th International Fuzzy Systems Association World Congress. – IFSA: Taiwan, 1999. – P.1009-1013.
- [12] **Асанов, А.З.** Алгоритм оценки объемов дополнительного обучения сотрудников на основе аппарата нечеткой логики / А.З. Асанов, И.Ю. Мышкина // Качество. Инновации. Образование. – 2010. – № 12. – С. 43–51.
- [13] **Волошина, И.А.** Рекомендации по учёту требований работодателей к профессиональным квалификациям работников при разработке профессиональных образовательных программ / И.А. Волошина, Е.Ю. Есенина, П.Н. Новиков, О.Д. Прянишникова. – М.: Национальное агентство развития квалификаций, 2010.
- [14] **Гузаиров, М.Б.** Информационное и математическое обеспечение в системе поддержки принятия решений при управлении процессом разработки образовательной программы / М.Б. Гузаиров, Н.И. Юсупова, О.Н. Сметанина. – М.: Машиностроение, 2011.
- [15] **Блинов, В.И.** Словарь-справочник современного российского профессионального образования. Выпуск 1 / В.И. Блинов, И.А. Волошина, Е.Ю. Есенина, А.Н. Лейбович, Н.П. Новиков. – М.: ФИРО, 2010.
- [16] **Асанов, А.З.** Когнитивное моделирование в задаче оценки соответствия соискателя вакансий квалификационным требованиям / А.З. Асанов, И.Ю. Мышкина // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2012. – №12. – С.29–34.
- [17] **Asanov, A.Z.** Evaluation and selection of personnel based on clear and fuzzy cognitive models / A.Z. Asanov, I.Yu. Myshkina, L.Yu. Grudtsyna // International Journal of Soft Computing. – 2015. – №10. – С.448-453.
- [18] **Пегат, А.** Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009.
- [19] Профессиональные стандарты в области ИТ. – <http://www.apkit.ru/committees/education/meetings/standarts.php>.

## FORECASTING COMPETENCE REQUIREMENTS FOR TRAINING PROGRAMS ADJUSTMENT WITH THE HELP OF COGNITIVE MODELS

A.Z. Asanov<sup>1</sup>, I.Yu. Myshkina<sup>2,a</sup>, L.Yu. Grudtsyna<sup>2,b</sup>

<sup>1</sup> Institute of Cybernetics of MIREA-Russian Technological University, Moscow, Russia  
asanov@mirea.ru

<sup>2</sup> NaberezhnyeChelny Institute (branch) of Kazan (Volga Region) Federal University, Naberezhnye Chelny, Russia  
<sup>a</sup>mirinau@mail.ru, <sup>b</sup>larisa\_u\_g@mail.ru

### Abstract

The article explores the possibility of using cognitive models to predict the demand for competencies. The cognitive modeling possibilities in solving the forecasting competencies are distinguished. The main studying objectives: the factors choice to affect the demand for competencies, the choice of cognitive model type, studying the possibility of professional standards applying in the cognitive model construction. It also considers the possibility of taking into account the obtained estimates of the “future” value competencies in the curriculum adjusting at the university, using the cognitive model curriculum. The novelty of the proposed approach to forecasting the demand for competencies using cognitive maps lies in the fact that the cognitive models usage allows to practice a large number of heterogeneous qualitative and quantitative factors in solving the problem: data on sought-after and forecasting occupations, the expert surveys results, data on promising scientific directions, data on the subject and number of scientific publications, etc., as well as successive links between competencies, reflecting the stage their formation. The results are applied when adjusting the bachelor’s program.

**Key words:** competence, demand forecasting, cognitive model, training program.

**Citation:** Asanov AZ, Myshkina IY, Grudtsyna LY. Forecasting competence requirements for training programs adjustment with the help of cognitive models [In Russian]. *Ontology of designing*. 2019; 9(2): 203-213. DOI: 10.18287/2223-9537-2019-9-2-203-213.

### References

- [1] **Kekkonen AL, Sigova SV.** Qualitative characteristics in quantitative forecasts of the labor market [In Russian]. Supply and demand on the labor market and the market of educational services in the regions of Russia: Sat. reports of the Ninth All-Russian Scientific and Practical Internet Conference, Book I. - Petrozavodsk: Publishing House of PetrSU; 2012: 154-164.
- [2] **Kuteinitsina TG.** Methods to forecasting the quality of the labour force: foreign experience and Russian practice [In Russian]. Vocational education and labor market; 2016; 3: 10–15.
- [3] **Sudakov D, Luksha P, Strietsk-Ilyina O, Gregg Kohn, Hofman K, Khachatryan L.** A Guide to the use of technological foresight for determining future competency needs [In Russian]. International Labor Office. - Geneva: ILO; 2016.
- [4] **Smirnov SV.** Ontological modeling in situational management [In Russian]. *Ontology of designing*. –2012; 2(4): 16–25.
- [5] **Ismihanov ZN.** Modeling of the regional social and economic development on the basis of a cognitive approach (on materials of the Republic of Dagestan) [In Russian]. *Business Informatics*; 2015; 2 (32): 59-68.
- [6] The list of popular professions and specialties corresponding to the priority directions of economic development of the Republic of Tatarstan [In Russian]. - <http://mtsz.tatarstan.ru/perechen-vostrebovannih-professiy-i.htm/>.
- [7] Atlas of new professions. - <http://atlas100.ru/>.
- [8] **Asanov AZ, Myshkina IY, Gumerova LZ.** The algorithm of programs’ choice of the candidate’s professional development and retraining of researchers’ vacancies based on cognitive models [In Russian]. *Quality. Innovation. Education*; 2016; 4 (131): 21–30.
- [9] **Borisov VV, Kruglov VV, Fedulov AS.** Fuzzy models and networks [In Russian]. - Moscow: Telecom Hotline; 2007.
- [10] **Carvalho JP, Tomè JA.** Rule – based fuzzy maps and fuzzy maps — a comparative study. In Proc. of the 18th International Fuzzy Information Processing Society; NAFIPS’99: New York; 1999: 115-119.
- [11] **Carvalho JP, Tomè JA.** Fuzzy Mechanisms for Causal Relations. In Proceedings of the 8th International Fuzzy Systems Association World Congress; IFSA: Taiwan; 1999: 1009-1013.

- [12] *Asanov AZ, Myshkina IY*. The algorithm of the estimation of volumes of additional training of employees on the basis of the device of fuzzy logic [In Russian]. Quality.Innovation. Education; 2010; 12: 43–51.
- [13] *Voloshina IA, Yesenina EY, Novikov PN, Pryanishnikova OD*. Recommendations on taking into account the requirements of employers to the professional qualifications of workers in the development of professional educational programs [In Russian]. - Moscow: National Qualifications Development Agency; 2010.
- [14] *Guzairov MB, Yusupova NI, Smetanina ON*. Information and software in the decision support system for managing the development of an educational program [In Russian]. - Moscow: Mechanical Engineering; 2011.
- [15] *Blinov VI, Voloshina IA, Yesenina EY, Leybovich AN, Novikov PN*. Dictionary-reference book of modern Russian professional education; Issue 1 [In Russian]. - Moscow: FIRO; 2010.
- [16] *Asanov AZ, Myshkina IY*. Cognitive modeling in the problem of evaluation of the candidate's correspondence to the qualifying requirements [In Russian]. Bulletin of computer and information technology; 2012; 12: 29–34.
- [17] *Asanov AZ, Myshkina IY, Grudtsyna LY*. Selection of personnel based on clear and fuzzy cognitive models. International Journal of Soft Computing; 2015; 10: 448-453.
- [18] *Pegat A*. Fuzzy modeling and control [In Russian]. - Moscow: BINOM. KnowledgeLaboratory; 2009.
- [19] Professional IT standards [In Russian]. - <http://www.apkit.ru/committees/education/meetings/standarts.php>.

### Сведения об авторах



**Асанов Асхат Замилович**, 1949 г. рождения. Окончил Казанский государственный университет в 1972 г., д.т.н. (2004), профессор. Заведующий кафедрой автоматических систем Института кибернетики МИРЭА–Российского технологического университета. В списке научных трудов более 250 работ в области системного анализа, управления и обработки информации.

**Askhat Zamilovich Asanov** (b. 1949) graduated from Kazan State University in 1972, D. Sc. Eng. (2004), Professor. He is Head of Automatic Systems Department in the Institute of Cybernetics of MIREA-Russian Technological University. He is the author and co-author of more than 250 publications in the field of system analysis, control and information processing.



**Мышкина Ирина Юрьевна**, 1980 г. рождения. Окончила Елабужский государственный педагогический институт в 2002 г., к.т.н. (2018). Доцент кафедры системного анализа и информатики Набережночелнинского института (филиала) Казанского (Приволжского) федерального университета. В списке научных трудов более 30 работ в области управления в социальных и экономических системах.

**Irina Yurievna Myshkina** (b. 1980) graduated from Elabuga State Pedagogical Institute in 2002, Ph.D. (2018). Associate Professor of the Department of Systems Analysis and Informatics of the NaberezhnyeChelny Institute (branch) of Kazan (Volga Region) Federal University. In the list of scientific papers more than 30 works in the field of management in social and economic systems.



**Грудцына Лариса Юрьевна**, 1980 г. рождения. Окончила Елабужский государственный педагогический институт в 2002 г. . Старший преподаватель кафедры системного анализа и информатики Набережночелнинского института (филиала) Казанского (Приволжского) федерального университета. В списке научных трудов более 20 работ в области управления в социальных и экономических системах.

**Larisa Yurievna Grudtsyna** (b. 1980) graduated from Elabuga State Pedagogical Institute in 2002. Senior Lecturer at the Department of System Analysis and Informatics of the NaberezhnyeChelny Institute (branch) of Kazan (Volga Region) Federal University. In the list of scientific papers more than 20 works in the field of management in social and economic systems.