

Продукционная модель оценки качества профессиональной подготовки и степени достижения целей в области качества

В статье предложен метод определения степени достижения целей в области качества профессиональной подготовки с применением нечеткого логического вывода и иерархического представления образовательной деятельности. Описывается реализация продукционной модели оценки степени достижения целей в области качества в рамках информационно-аналитической системы мониторинга качества как подсистемы общей информационной системы образовательного учреждения.

Ключевые слова: профессиональное образование, нечёткий логический вывод, продукционная модель, информационно-аналитическая система, информационное обеспечение, образовательная система.

PRODUCTIONAL MODEL OF AN ASSESSMENT OF QUALITY OF PROFESSIONAL TRAINING AND EXTENT OF ACHIEVEMENT OF THE OBJECTIVES IN THE FIELD OF QUALITY

In the article we offer the method which allows to define the extent of the objectives achievement in the field of quality of professional training with application of a fuzzy logical conclusion and hierarchical representation of educational process is offered. Realization of production model of an assessment of extent of achievement of the objectives in the field of quality within information-analytical system of monitoring of quality as subsystem of the general information system of educational institution is described.

Keywords: professional education, fuzzy logical conclusion, production model, information-analytical system, information support, educational system.

Введение

С позиции теории систем и общей теории управления образовательная деятельность может быть рассмотрена как сложная система с иерархической структурой. Сложность системы определяется разнородностью элементов, несводимостью целого ни к одному из отдельных элементов, несводимостью совокупного поведения системы к поведению любого из элементов. Построение математической модели мониторинга качества профессиональной подготовки позволяет выделить характеристики сложной активной системы, определяющие процесс профессиональной подготовки, по соответствующим характеристикам данной системы.

Управление образовательной деятельностью осуществляется посредством воздействий в соответствии с нормативно-законодательной базой, требованиями потребителей, целями в области качества.

Целью описываемого в статье исследования является создание модели оценки степени достижения целей в области качества профессиональной подготовки (с применением нечеткого логического вывода) и разработка соответствующей подсистемы, входящей в информационно-аналитическую систему мониторинга качества профессиональной подготовки.

Новизна исследования выражается в следующем:

1. Адаптированы математические модели на основании нечеткого

логического вывода применительно к обработке экспертных оценок определения степени достижения целей в области качества. Отличительной особенностью описанных моделей является то, что для определения степени достижения целей в области качества всесторонне учитываются совокупность количественных и качественных показателей, шкал оценок. Набор продукционных правил оценки степени достижения цели, формируемый экспертами предметной области, позволяет определять приоритетные направления улучшения деятельности образовательного учреждения.

2. На основе формализованных экспертных оценок создана база знаний, позволяющая формиро-



Митин Александр Иванович,
д.пед.н., к. ф.-м. н., профессор

Эл. почта: mitin_ai@mail.ru

Московский городской
психолого-педагогический
университет (МГППУ)

www.mgppu.ru

Российская академия народного
хозяйства и государственной службы
при Президенте РФ (РАНХиГС)

www.rane.ru

Alexander I. Mitin,

Doctor of Pedagogy, Ph. D. BC.,
Professor

E-mail: mitin_ai@mail.ru

Moscow State University of Psychology
& Education (MSUPE)

www.mgppu.ru

The Russian Presidential Academy
of National Economy and Public

Administration (RANEPА)

www.rane.ru



Филичева Татьяна Алексеевна,
к.т.н.

Эл. почта: filta@yandex.ru

Российская академия народного
хозяйства и государственной службы
при Президенте РФ (РАНХиГС)

www.rane.ru

Tatyana A. Filicheva,

PhD in Technical Sciences

E-mail: filta@yandex.ru

The Russian Presidential Academy
of National Economy and Public

Administration (RANEPА)

www.rane.ru

вать рекомендации по улучшению качества профессиональной подготовки.

3. Разработан и внедрен экспериментальный вариант подсистемы оценки степени достижения целей в области качества профессиональной подготовки, входящей в информационно-аналитическую систему мониторинга качества профессиональной подготовки, который позволяет привлечь внимание руководства к особенностям реализации основных направлений образовательной деятельности и предложить возможные пути решения проблем по достижению целей в области качества.

В исследовании *процессный подход к образовательной деятельности* предполагает, что последняя рассматривается как совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих процессов, направленных на достижение поставленных целей с максимально эффективным использованием имеющихся в распоряжении образовательного учреждения ресурсов.

1. Описание состояния профессиональной подготовки

В связи с необходимостью формализации мониторинга качества профессиональной подготовки и соответствующего информационного моделирования образовательная деятельность при описании продукционной модели оценки качества профессиональной подготовки и степени достижения целей в области качества представляется в виде *иерархической (древовидной) структуры* (рис. 1), что поз-

воляет связать главные и подчиненные вершины по логической схеме: *цель* → *подцели* (достижение которых приводит к достижению цели) → *процессы* (обеспечивающие достижение подцелей) → *подпроцессы* (позволяющие детализировать процессы) → *действия* (которые выполняются в рамках подпроцессов и раскрывают поставленные цели и процессы, необходимые для их достижения) [1]. При этом единице процесса соответствует вершина поддерева, а дуги поддерева указывают иерархию выполнения действий, обеспечивая возможность графического изображения параллельных и альтернативных процессов, протекающих в системе [2]. Чем выше уровень иерархии по дереву образовательной деятельности, тем сложнее становится проследить зависимости по степени достижения подцелей качества профессиональной подготовки. Прежде всего, это происходит потому, что не каждой вершине можно сопоставить поддающийся *количественной* оценке показатель качества.

Описание вершины дерева v на рис. 1 и метод анализа её состояния, а также подход к оценке состояния качества профессиональной подготовки в целом предполагают *дискретность* проведения данного анализа. В соответствии с правилом организации образовательного процесса во всех вершинах дерева протекают определенные процессы, подпроцессы, действия (планирование, разработка программ, реализация программ, отчетность по результатам образовательной деятельности), измерение показате-

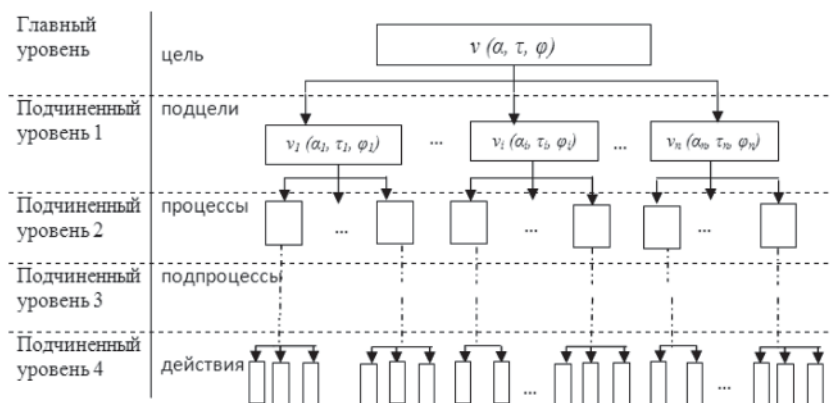


Рис. 1. Описание вершин дерева v в момент оценки состояния

телей которых является основной целью мониторинга качества профессиональной подготовки, поскольку позволяет оценить достижение поставленных целей в области качества.

2. Продукционная модель оценки степени достижения цели в области качества

Для решения задачи оценки качества профессиональной подготовки и степени достижения цели в области качества используется нечёткая продукционная модель с набором правил, для формирования которых используются входные переменные t, τ, α и выходная переменная φ .

Входная переменная t представляет время, оставшееся до завершения процесса, с терм-множеством $T1 = \{\text{«опережение»}, \text{«по плану»}, \text{«отставание»}\}$. Входная переменная t представляет этап выполнения процесса с терм-множеством $T2 = \{\text{«начало»}, \text{«в процессе»}, \text{«завершение»}\}$. Входная переменная α представляет долю соответствия количественным показателям, характеризующим качество профессиональной подготовки (прежде всего, лицензионно-аккредитационным), с терм-множеством $T3 = \{\text{«полностью»}, \text{«более половины»}, \text{«соответствует»}, \text{«менее половины»}, \text{«не соответствует»}\}$. Выходной переменной φ является лингвистическая переменная *Степень достижения цели процесса* с терм-множеством $T4 = \{\text{«цель достигнута»}, \text{«высокая степень достижения цели»}, \text{«средняя степень достижения цели»}, \text{«низкая степень достижения цели»}, \text{«цель может быть не достигнута»}\}$. Графики функций принадлежности для переменных t и φ представлены на рис. 2 и 3. В зависимости от степени завершения действия, под-процесса, процесса в соответствии с представлением образовательной деятельности в виде иерархической структуры (см. рис. 1) на основании функции принадлежности входной переменной φ выдвигается предположение о завершении процесса и степени достижения цели в области качества.

Функции принадлежности для входных и выходных переменных

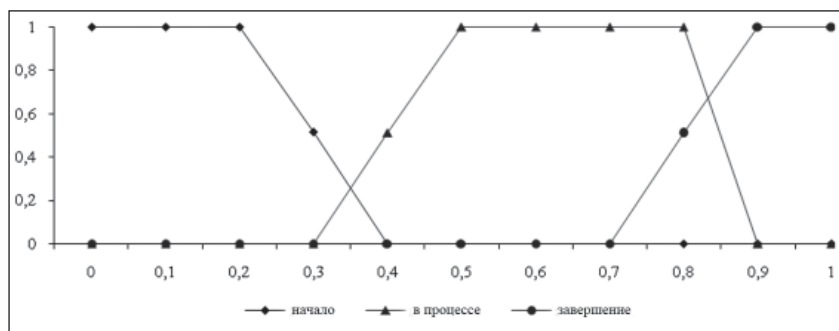


Рис. 2. Функции принадлежности термов входной переменной t

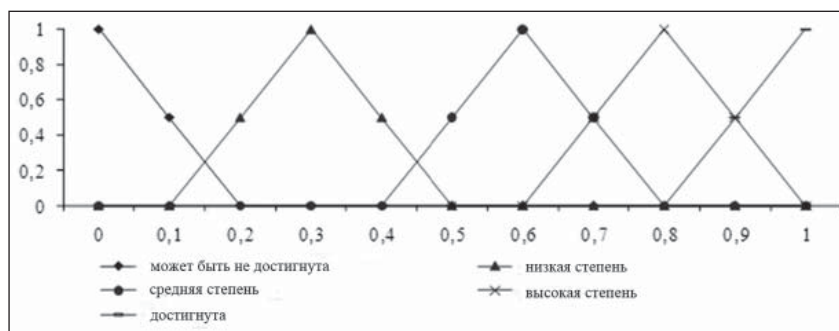


Рис. 3. Функции принадлежности термов выходной переменной φ

представлены нечеткими функциями ($L-R$)-типа [3–5].

При конечном числе элементов u нечеткое множество A можно рассматривать как объединение составляющих его одноточечных нечетких множеств [6]; этот факт можно записать в виде:

$$A = \mu_1/u_1 + \mu_2/u_2 + \mu_3/u_3 + \dots + \mu_n/u_n = \sum_{i=1}^n \mu_i/u_i,$$

где μ_i – число из интервала $[0, 1]$, отражающее степень принадлежности элемента u_i нечеткому множеству A . Например, если $\mu_i = 0$, то u_i не принадлежит A ; если $\mu_i = 1$, то u_i «полностью» принадлежит A .

Знак $+$ (\sum) здесь и в дальнейшем обозначает совокупность пар μ_i и u_i , а не арифметическое суммирование. Знак $/$ выступает в качестве разделителя значений μ_i и u_i в случае, когда они выражаются числами.

В соответствии со сказанным выше нечеткое множество A рассматривается как множество упорядоченных пар $A = \{\mu_A(u_i) / u_i\}$, где $\mu_A(u_i)$ – характеристическая функция принадлежности u_i нечеткому множеству A на интервале $[0,1]$. В связи с тем, что в данном случае нет элементарных измеряемых свойств, через которые оп-

ределяется нечеткое множество, применяются косвенные методы определения значений функций принадлежности, в частности метод попарных сравнений. Методика выбора попарного сравнения альтернатив является предметом теории принятия решений [2, 7]. Парные сравнения представляются матрицей отношений $A = \{a_{ij}\}$, где значение элемента $a_{ij} = w_i/w_j$ представляет собой результат операции деления, а w_i и w_j – значения функции принадлежности: $\mu_A(u_i) - w_i, \mu_A(u_j) - w_j, (i, j = 1, 2, \dots, n)$. Формирует матрицу A эксперт. При этом диагональные элементы равны 1, а для симметричных относительно главной диагонали элементов $a_{ij} = 1/a_{ji}$.

Метод определения степени достижения целей в области качества профессиональной подготовки использует совокупность нечётких продукционных правил, позволяющих по заданным значениям входных переменных t, τ и α определить выходное значение переменной φ и сделать вывод о степени завершения процесса в плане достижения его цели.

Для осуществления нечёткого логического вывода (взаимосвязей между входными и выходной переменными) используется сово-

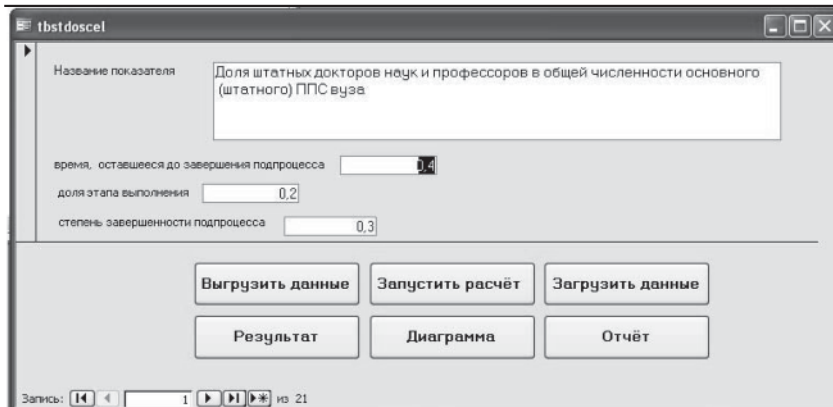


Рис. 4. Окно формы по определению степени достижения цели процесса

купность продукционных правил, которая сформирована перебором всех допустимых условий/следствий. Всего сформировано 30 нечетких продукционных правил (типа *ЕСЛИ* < оценка производится на начальном этапе выполнения процесса > *И* < процесс выполняется по плану > *И* < значения основных показателей более половины > *ТО* < высокая степень достижения цели процесса >). При реализации применяется алгоритм нечёткого логического вывода Мамдани [7–9], поскольку значения как входных, так и выходной переменных заданы нечеткими множествами. База знаний (в виде совокупности нечетких продукционных правил) формируется экспертами предметной области, в качестве которых при апробации данного метода выступили уполномоченные по качеству и руководители учебно-методических отделов вузов.

3. Реализация подсистемы оценки степени достижения целей в области качества

Реализация продукционной модели оценки степени достижения целей в области качества осуществляется в виде подсистемы информационно-аналитической системы мониторинга качества (ИАС МК) при помощи интеграции приложений Microsoft Access, Microsoft Excel и MatLab (в MatLab используется стандартный инструмент Fuzzy Logic Toolbox для построения и анализа нечётких множеств). Подсистема позволяет после ввода значений переменных t (этапа выполнения процесса), α (показателя степени завершенности процесса),

τ (времени, оставшегося до завершения процесса) определить (с учетом реализации метода Мамдани) степень достижения цели φ , которая представлена на рис. 4.

Исходные данные вводятся в форму, реализованную с помощью Microsoft Access (для удобства работы специалистов службы качества и аналитиков), и выгружаются для последующих расчетов в Microsoft Excel. Основной вычислительный модуль функционирует в среде MatLab с использованием инструмента Fuzzy Logic Toolbox, который позволяет выполнять построение и анализ нечётких множеств. Связь двух программных сред (Microsoft Excel и MatLab) осуществляется посредством стандартных функций MatLab.

Реализация данной подсистемы позволяет выполнить оценку степени достижения целей в области качества, начиная с целей подпроцессов, целей процессов, а затем целей в области качества образовательного учреждения в целом. При этом выходное значение степени достижения цели подпроцесса φ является входным значением α – показателя степени завершенности процесса, выходное значение степени достижения цели процесса φ является входным значением α – показателя степени достижения подцели, выходное значение степени достижения подцели φ является входным значением α – показателя степени достижения общей цели (движение по дереву «снизу вверх»).

Результаты анализа степени достижения целей представляются в виде таблиц, что позволяет далее отследить степень достижения целей подпроцессов в виде радарных диаграмм, которые демонстрируют приближение к поставленным целям (рис. 5). Просмотр списка подпроцессов, по которым проводится оценка степени достижения целей, позволяет скорректировать направления деятельности и сформировать рекомендации для лиц, принимающих решения (ЛПР), по принятию корректирующих (предупреждающих) действий.



Рис. 5. Оценка степени достижения цели процесса

Подсистема определения степени достижения целей в области качества представляет:

1) *аналитикам* – информацию для подробного анализа степени достижения целей (подпроцессов, процессов, общей цели) в виде радарных диаграмм (см. рис. 5), которые демонстрируют приближение к поставленным целям, и в виде таблиц Microsoft Excel для определения корректирующих и предупреждающих действий при движении по древовидной иерархической структуре целей «сверху вниз» (см. рис. 1);

2) *администрации (ЛПР)* – информацию о степени достижения целей в виде радарных диаграмм; при необходимости детализации

для ЛПР информация представляется и в виде таблицы;

3) *аналитикам и ЛПР* – рекомендации для принятия решений по достижению целей в области качества профессиональной подготовки (генерируются на естественном языке по продукционным правилам).

Сбор информации в ИАС МК осуществляется посредством стандартных мониторинговых процедур (база данных лицензионно-аккредитационных показателей, реализованная в Microsoft Access) и посредством веб-форм (программный продукт «Битрикс: Управление сайтом»). Доступ к формам посредством веб-интерфейса позволяет избежать бумажных доку-

ментов при сборе информации по анкетным опросам и первичной обработке информации. Немаловажным фактором использования «Битрикс» явилась возможность экспорта любых данных из веб-формы в формат Microsoft Excel для дальнейшего анализа.

Предложенная технология оценки степени достижения целей в области качества профессиональной подготовки позволяет привлечь внимание администрации образовательного учреждения к особенностям реализации основных направлений образовательной деятельности и предложить возможные пути решения проблем по достижению целей в области качества.

Литература

1. Митин А.И., Филочева Т.А. Информационно-аналитическая система мониторинга качества профессиональной подготовки // Открытое образование. – 2013. – №4. С. 46–51
2. Данчул А.Н., Корнеев В.П. Системный анализ управления экономическими процессами: учебно-методическое пособие. – М.: РАГС, 2001. – 140 с.
3. Добряков А.А., Милова В.М. Экспертно-аналитический метод оценки качества образовательных систем на основе нечётко-множественного подхода // Качество. Инновации. Образование. – 2007. – № 1. – С. 36–41.
4. Майорова В.И. Системный анализ проблем и моделирование процесса подготовки элитных специалистов инженерного профиля (на примере ракетно-космических специальностей): в 2 ч. Ч. 2. – М.: Изд-во МГОУ, 2007. – 222 с.
5. Штовба С.Д. Введение в теорию нечётких множеств и нечёткую логику [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/index.php> (дата обращения: 05.11.2012).
6. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
7. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений: Вербальный анализ решений. – М.: Физматлит, 1996. – 208 с.
8. Силов В.Б. Принятие стратегических решений в нечёткой обстановке. – М.: ИНПРО-РЕС, 1995. – 228 с.
9. Федулов Ю.Г., Юсов А.Б., Матвеев А.А. Исследование социально-экономических и политических процессов с помощью когнитивных моделей: учебно-методическое пособие. – М.: РАГС, 2004. – 60 с.