

УДК 004.89

А.Н. Берёза, Е.А. Ершова

ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ НАБОРА АБИТУРИЕНТОВ В ВУЗЕ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ

Рассмотрены вопросы проектирования иерархической нечеткой системы на основе оценки ряда параметров, для управления процессом планирования набора, на верхнем уровне которой происходит формирование решения об изменении контрольных цифр приема. Предложена модель процесса принятия решения, приведены его основные этапы. Планирование осуществляется в разрезе специальностей и направлений с учетом трех основных параметров – ограничений: наличия ресурсов на подготовку, спроса на образовательные услуги и прогнозируемого спроса на рынке труда. Принятие решения базируется на алгоритмах нечеткого вывода. Предложена иерархическая система параметров ресурсообеспеченности вуза на основе аккредитационных показателей. Каждый из указанных параметров является нечетким множеством с функцией принадлежности.

Системы поддержки принятия решений; нечеткая логика; системы нечеткого вывода; алгоритм Мамдани.

A.N. Bereza, E.A. Ershova

DECISION SUPPORT IN PLANNING A SET OF ENTRANTS IN TO UNIVERSITY BASED ON FUZZY MODELS

The problems of designing a hierarchical fuzzy system based on the evaluation of several parameters to control the planning process, set on the upper level which is the formation of a decision to change the control figures reception. A model of decision-making process, given its main stages. Planning has been undertaken in the context of professions and areas, taking into account three main parameters – constraints: the availability of resources for training, demand for educational services and the projected demand in the labor market. Decision is based on algorithms of fuzzy inference. We propose a hierarchical system parameters resourced university-based accreditation indicators. Each of these parameters is a fuzzy set with membership function.

Decision support systems; fuzzy logic; fuzzy inference system; Mamdani algorithm.

Введение. Сложность принятия решения в вузе обуславливается многими факторами, в том числе противоречивостью природы образовательных услуг, которые являются социально-значимыми благами. Поэтому при оценке деятельности вуза необходимо учитывать не только факторы экономического развития, обеспечения максимальной прибыли, но и необходимость выполнения социальных обязательств [1].

При принятии решений в процессе управления сложными системами для обеспечения качества управляющих воздействий, которые бы с максимальной вероятностью обеспечили развитие организации, применяются системы поддержки принятия решений на основе интеллектуальных технологий. Задача заключается в разработке модели системы нечеткого вывода, в которой выходным параметром является решение об изменении плана набора абитуриентов по определенной программе подготовки. Решение заключается в ответе на вопрос, оставить ли контрольные цифры приема на прежнем уровне, сократить или увеличить.

Построение иерархии параметров нечеткой системы. В случае принятия решения об изменении плана набора абитуриентов учитываются следующие ограничения: институциональные, ресурсные, спрос на образовательные услуги, спрос на выпускников (рис. 1). Эти ограничения являются входными данными при принятии решения, исходящей будет информации о принятом решении.



Рис. 1. Модель системы поддержки принятия решения

При принятии решения о планировании набора абитуриентов по специальности необходимо выполнять следующие ограничения:

- ◆ обеспечивать набор студентов в разрезе специальностей, направлений и форм обучения в рамках спроса на образовательные услуги;
- ◆ обеспечивать выпуск специалистов с учетом спроса на рынке труда;
- ◆ в процессе подготовки выполнять требования по обеспечению учебного процесса всеми необходимыми ресурсами должного качества; к этим ресурсам относятся материальные, кадровые, научные и т.п.;
- ◆ осуществлять подготовку студентов только при наличии всех необходимых разрешительных и аттестационных документов.

В сформулированной задаче параметры, которые необходимо учитывать при принятии решения, не могут быть сформулированы в числовых, точно измеренных значениях. Например, спрос на рынке образовательных услуг и рынке труда учитывается не в точном измерении, а в некотором диапазоне значений. С другой стороны, достаточно сложно измерить ресурсообеспеченность в рамках подготовки на одном направлении, это касается и таких параметров, как информационное и материальное обеспечение из расчета на планируемый контингент. Эти ресурсы можно было бы оценить с точки зрения качества и достаточности по экспертным оценкам, например «кадровое обеспечение на высоком уровне» [3].

Принятие решения в таком случае зависит от ряда нечетких факторов. Перечень этих факторов может быть выстроен в иерархическую зависимость в части ресурсообеспеченности. Ресурсное обеспечение включает в себя следующие виды: кадровое, информационно-методическое, материально-техническое, социальное, обеспечение базами практик (рис. 2).

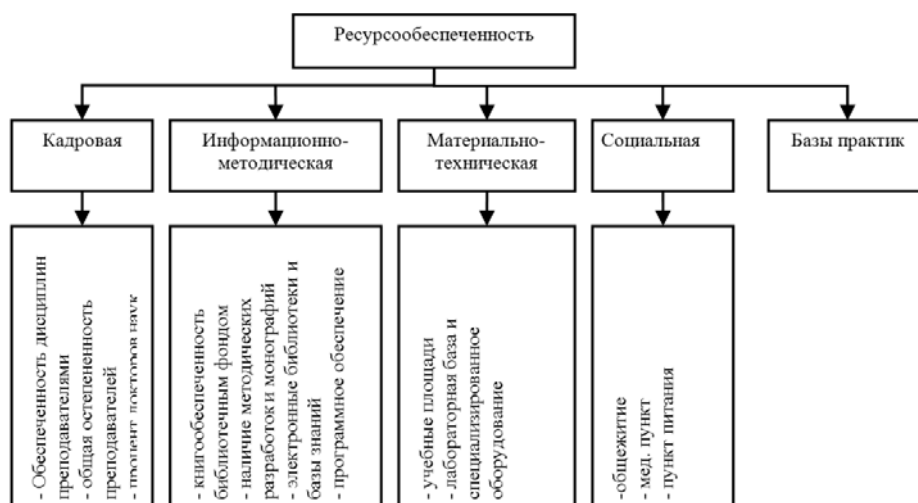


Рис. 2. Классификация параметров ресурсообеспеченности

Данный перечень составлен, исходя из аккредитационных и лицензионных требований для высших учебных заведений. Каждый из перечисленных параметров является комплексным, за исключением обеспеченности базами практик, который может быть оценен только по одному показателю – количество договоров с предприятиями и из расчета на одного студента.

Таким образом, принятие решение об открытии новой специальности зависит от значения 15 нечетких факторов x_i . Для факторов ресурсообеспеченности определяются лингвистические термы: «выше нормы», «соответствует норме», «ниже нормы», для факторов спроса – «ниже предложения», «соответствуют предложению», «выше предложения» и для этих термов определяются функции принадлежности.

Само решение об открытии направления также является нечеткой величиной u , для которого определены 3 лингвистических термина: «сократить», «сохранить», «увеличить».

Поскольку набор абитуриентов, а также и обеспеченность ресурсами часто рассчитываются исходя из количества студенческих групп, то термины «увеличить» и «сократить» интерпретируются как изменение плана набора в пределах одной студенческой группы.

Моделирование нечеткой системы. Нечеткая иерархическая система в данном случае моделирует зависимость

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_{15}), \quad (1)$$

где y – исходящая переменная с решением об изменении плана набора, x_1, x_2, \dots, x_{15} – нечеткие параметры, описывающие спрос и ресурсообеспеченность в рамках модели (см. рис. 1).

Нечеткая система является многофакторной, поэтому описать зависимости в виде совокупности предикатных правил, как требует механизм нечетких выводов, достаточно сложно. Количество правил в системе нечеткого вывода при большом количестве входящих переменных очень велико. Для преодоления «проклятия размерности» необходимо построить иерархию систем нечеткого вывода.

Входами для этой системы будут следующие 15 параметров: x_1 – обеспеченность дисциплин преподавателями, x_2 – общая острепененность преподавателей, x_3 – процент преподавателей со степенью доктора наук, x_4 – книгообеспеченность библиотечным фондом, x_5 – наличие методических разработок и монографий, x_6 – электронные библиотеки и базы знаний, x_7 – программное обеспечение, x_8 – учебные площади, x_9 – лабораторная база и специализированное оборудование, x_{10} – общежитие, x_{11} – мед. пункт, x_{12} – пункт питания, x_{13} – обеспеченность базами практик, x_{14} – спрос на образовательные услуги, x_{15} – спрос на специалистов на рынке труда.

Каждый из указанных параметров является нечетким множеством с функцией принадлежности $\mu_x(t)$, где t – множество допустимых значений критерия.

Построение функций принадлежности может осуществляться прямым или косвенным методами [4]. Прямые методы характеризуются непосредственным описанием функций принадлежности экспертами. Эти методы применимы в случае измеримых значений. Для поставленной задачи применимы косвенные методы, а в частности, метод статистической обработки экспертной информации [5]. Функция принадлежности строится на основе интервальных оценок группы экспертов. Согласно данной методике на множестве элементов t , на котором определяют функцию принадлежности $\mu_x(t)$, выделяют значения t_j . Каждый из K экспертов заполняет опросник, в котором указывает мнение о наличии у элемента t_j свойств нечеткого множества I_j . Данная оценка является бинарной и обозначается

$b_{i,j}^k \in \{0,1\}$. По результату опроса экспертов степень принадлежности нечеткому множеству l_j рассчитывается следующим образом:

$$\mu_{l_j}(t_j) = \frac{1}{K} \sum_{k=1, K} b_{i,j}^k. \quad (2)$$

По найденным точкам строится кривая, которая описывает лингвистический терм в виде:

$$l_j = \frac{\mu_{l_j}(t_1)}{t_1}, \frac{\mu_{l_j}(t_2)}{t_2}, \dots, \frac{\mu_{l_j}(t_n)}{t_n}. \quad (3)$$

Полученная кривая может быть аппроксимирована какой-либо из известных функций.

Данная иерархическая нечеткая система будет включать следующие подсистемы:

y_1 – кадровое обеспечение;

$$y_1 = f_1(x_1, x_2, x_3);$$

y_2 – информационно-методическое обеспечение;

$$y_2 = f_2(x_4, x_5, x_6, x_7);$$

y_3 – материально-техническое обеспечение;

$$y_3 = f_3(x_8, x_9);$$

y_4 – социальное обеспечение;

$$y_4 = f_4(x_{10}, x_{11}, x_{12});$$

y_5 – общая ресурсообеспеченность;

$$y_5 = f_5(y_1, y_2, y_3, y_4, x_{13}).$$

Итоговая система нечеткого вывода будет в качестве входов получать значения из промежуточных баз знаний y_1, y_2, y_3, y_4 и входящих переменных x_{13}, x_{14}, x_{15} (рис. 3)

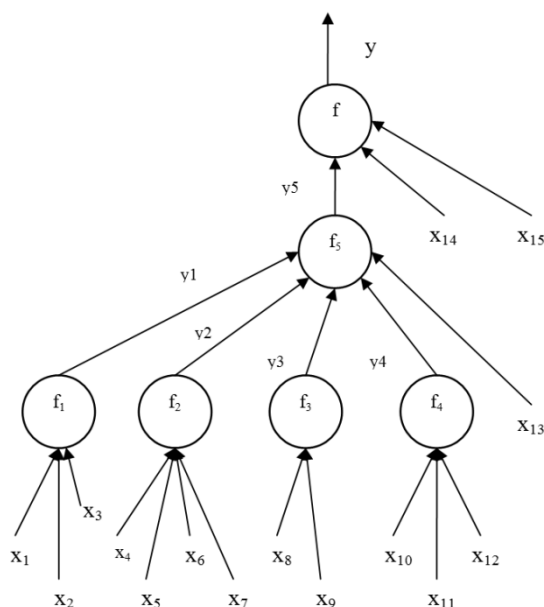


Рис. 3. Иерархическая система нечеткого вывода

Результатами выполнения блоков f_1, f_2, f_3, f_4 являются нечеткие множества, полученные путем пересечения нечетких множеств, описывающих входящие критерии [6]. Так:

$$\begin{aligned} y_1 &= x_1 \cap x_2 \cap x_3 \\ y_2 &= x_4 \cap x_5 \cap x_6 \cap x_7 \\ y_3 &= x_8 \cap x_9 \quad (4) \\ y_4 &= x_{10} \cap x_{11} \cap x_{12} \\ y_5 &= y_1 \cap y_2 \cap y_3 \cap y_4 \cap x_{13}. \end{aligned}$$

При этом необходимо отметить различную степень влияния каждого фактора на результат решения общей задачи. Этот факт учитывается путем добавления весов α_i для каждого входящего аргумента, тогда результирующее нечеткое множество у определяется следующим образом:

$$\begin{aligned} \mu_{y_1}(t) &= \alpha_1 \mu_{x_1}(t) \wedge \alpha_2 \mu_{x_2}(t) \wedge \alpha_3 \mu_{x_3}(t); \\ \mu_{y_2}(t) &= \alpha_4 \mu_{x_4}(t) \wedge \alpha_5 \mu_{x_5}(t) \wedge \alpha_6 \mu_{x_6}(t) \wedge \alpha_7 \mu_{x_7}(t); \\ \mu_{y_3}(t) &= \alpha_8 \mu_{x_8}(t) \wedge \alpha_9 \mu_{x_9}(t); \\ \mu_{y_4}(t) &= \alpha_{10} \mu_{x_{10}}(t) \wedge \alpha_{11} \mu_{x_{11}}(t) \wedge \alpha_{12} \mu_{x_{12}}(t); \\ \mu_{y_5}(t) &= \alpha_{14} \mu_{y_1}(t) \wedge \alpha_{15} \mu_{y_2}(t) \wedge \alpha_{16} \mu_{y_3}(t) \wedge \alpha_{17} \mu_{y_4}(t) \wedge \alpha_{13} \mu_{x_{13}}(t), \end{aligned} \quad (5)$$

где α_i – коэффициенты важности критерия.

Коэффициент α_i определяется путем попарного их сравнения и построения итогового вектора коэффициентов по методу Саати [7].

В предложенной модели иерархической системы блок f (y_5, x_{14}, x_{15}) реализован в виде системы нечеткого вывода по алгоритму Мамдани.

Для работы любой системы нечеткого вывода характерны следующие этапы: фазификация, нечеткий вывод, композиция, дефазификация [8].

На первом этапе фазификации функции принадлежности применяются к их фактическим значениям. Фактическое значения переменной y_5 будет получено как результат пересечения нечетких множеств, описывающих входящие критерии. Результат будет получен в виде степеней принадлежности значения лингвистическим термам $A_1(y_5), A_2(y_5), A_3(y_5)$. Значения для x_{14}, x_{15} будут задаваться экспертом. Для каждого фактического значения переменных будет определена степень истинности исходя из функций принадлежности для трех термов («ниже предложения», «соответствуют предложению», «выше предложения»): $V_1(x_{14}), V_2(x_{14}), V_3(x_{14}), C_1(x_{15}), C_2(x_{15}), C_3(x_{15})$.

На втором этапе нечеткого вывода, согласно алгоритму Мамдани, происходит «отсечение» для предпосылок каждого из правил с использованием операции логического минимума. Механизм нечетких выводов в своей основе имеет базу правил, связывающих значения переменных y_5, x_{14}, x_{15} с выходной переменной y .

На третьем этапе композиции объединяются усеченные на втором этапе функции принадлежности с помощью операции логического максимума, в результате получается комбинированная функция принадлежности $\mu_\Sigma(y)$, соответствующая логическому выводу для выходной переменной y .

На четвертом этапе дефазификации находится четкое значение выходной переменной. Один из методов его нахождения – центроидный, в котором поиск четкого значения y_0 определяется по формуле:

$$y_0 = \frac{\int y \mu_\Sigma(y) dy}{\int \mu_\Sigma(y) dy}. \quad (5)$$

Заключение. Таким образом, нами представлена модель системы поддержки принятия решения на основе нечетких множеств и нечеткого вывода по алгоритму

Мамдани. Применение данной системы позволит повысить качество и обоснованность принимаемых решений при планировании набора абитуриентов в вузе в разрезе специальностей и направлений с учетом трех основных параметров – ограничений: наличия ресурсов на подготовку, спроса на образовательные услуги и прогнозируемого спроса на рынке труда.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Береза А.Н., Ершова Е.А.* Применение методов поддержки принятия решений в задачах реструктуризации вуза // Открытое образование. – 2010. – № 4. – С. 91-101.
2. *Новиков Д.А.* Модели и механизмы управления развитием региональных образовательных систем (концептуальные положения). – М.: ИПУ РАН, 2001. – 83 с.
3. *Ершова Е.А.* Процедура принятия решения в управлении вузом на основе теории нечетких множеств // Сборник трудов конференции «Управление знаниями и технологии семантического веба - 2010» / СПб.: СПбГУ ИТМО, 2010 – С. 179-182.
4. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Д.А. Поспелова. – М.: Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. – 312 с.
5. *Штовба С.Д.* Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. – М.: Горячая линия - Телеком, 2007. – 288 с.
6. *Беллман Р., Заде Л.* Принятие решений в расплывчатых условиях // Вопросы анализа и процедуры принятия решений. – М.: Мир, 1976. – С. 172-215.
7. *Саати Т.Л.* Принятие решений при зависимостях и обратных связях. – М.: Изд-во ЛКИ, 2007. – 357 с.
8. *Круглов В.В., Дли М.И., Голунов Р.Ю.* Нечеткая логики и искусственные нейронные сети: Учеб. пособие. – М.: Изд-во Физико-математической литературы, 2001. – 224 с.

Статью рекомендовал к опубликованию д.т.н., профессор А.А. Сапронов.

Берёза Андрей Николаевич

Волгодонский институт сервиса (филиал) Южно-Российского государственного университета экономики и сервиса.

E-mail: anbirch@mail.ru.

347360, г. Волгодонск, ул. Черникова, 6.

Тел.: +79281574449.

Кафедра информатика; к.т.н.; доцент; заведующий кафедрой.

Ершова Елена Андреевна

E-mail: stvelik@mail.ru.

Тел.: +79882565874.

Кафедра информатика; старший преподаватель.

Bereza Andrew Nicolaevich

The Volgodonsk Institute of Service (branch) of the South-Russian State University of Economy and Service.

E-mail: anbirch@mail.ru.

6, Volgodonsk, Chernikova Street, Volgodonsk, 347360, Russia.

Phone: +79281574449.

The Department of Information; Cand. of Eng. Sc.; Associate Professor; Head of Department.

Ershova Elena Andreevna

E-mail: stvelik@mail.ru.

Phone: +79882565874.

The Department of Information; Senior Lecturer.