

Суетин Михаил Валерьевич

магистрант

ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет»

г. Тверь, Тверская область

Кириллов Иван Евгеньевич

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет»

г. Мурманск, Мурманская область

Богатиков Валерий Николаевич

д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет»

г. Тверь, Тверская область

Клюшин Александр Юрьевич

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет»

г. Тверь, Тверская область

ЗАДАЧА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ МЕЖДУ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ С УЧЕТОМ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА РАНЖИРОВАНИЯ

***Аннотация:** одной из актуальных проблем, с которой сталкивается целый ряд регионов России при разработке и реализации стратегических планов развития, является проблема кадрового обеспечения. В данной работе рассмотрены варианты постановки и решения задач, связанных с проблемой сбалансированной подготовки кадров для обеспечения развития социально-экономической системы региона с учетом неопределенности на основе метода ранжирования.*

***Ключевые слова:** образовательные организации, кадровое обеспечение, неопределенность, нечеткие множества, нечеткая логика.*

В задаче распределения количества студентов между образовательными организациями (ОО), присутствуют два основных критерия: стоимость обучения;

качество обучения (см. статью в этом же сборнике). Чем ниже стоимость обучения, тем большее количество студентов можно подготовить, затратив фиксированные средства. Необходимо также учитывать спрос на данную специальность и требуемый уровень подготовки кадров. Исходя из этого, необходимо добиться рационального сочетания между качеством и количеством подготавливаемых специалистов [1].

Пусть множество $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_m\}$ множество всех ОО региона, то есть множество вариантов (аналогов), которые подлежат многокритериальному анализу.

Пусть $C = \{c_1, c_2\}$ множество количественных и качественных критериев, которыми оцениваются варианты. Задача состоит в том, чтобы упорядочить элементы множества Q по критериям из множества C .

Для решения этой задачи предлагается использование следующих принципов [2]:

Принцип 1 – рассмотрение критериев как нечетких множеств, которые заданы на универсальных множествах вариантов с помощью функции принадлежности.

Принцип 2 – определение функций принадлежности нечетких множеств на основе экспертной информации о парных сравнениях вариантов с помощью 9-тибальной шкалы Саати.

Принцип 3 – ранжирование вариантов на основе пересечения нечетких множеств – критериев, которые отвечают известной в теории принятия решений схеме Беллмана – Заде.

Принцип 4 – ранжирование критериев методом парных сравнений и учет полученных рангов как степеней концентрации соответствующих функции принадлежности.

Пусть $\mu^i(q_i)$ – число в диапазоне $[0,1]$, которое характеризует уровень оценки варианта $q_i \in Q$ по критерию $c_i \in C$: чем больше число $\mu^i(q_i)$, тем выше

оценка варианта по критерию $c_l \in C$, $i = \overline{1, m}$, $l = 2$. Тогда критерий $c_l \in C$ можно представить в виде нечеткого множества $\tilde{c}_l$, которое задано на универсальном множестве Q таким образом:

$$\tilde{c}_l = \left\{ \frac{\mu^l(q_1)}{q_1}, \frac{\mu^l(q_2)}{q_2}, \dots, \frac{\mu^l(q_m)}{q_m} \right\}. \quad (1)$$

где $\mu^l(q_i)$ – степень принадлежности элемента q_i к нечеткому множеству $\tilde{c}_l$.

Для определения степеней принадлежности используется метод парных сравнений вариантов по каждому критерию. Общее количество таких матриц сравнения совпадает с количеством критериев и равняется 2.

Для критерия $c_1 \in C$ матрица парных сравнений имеет вид:

$$A^1 = \begin{matrix} q_1 \\ q_2 \\ \dots \\ q_m \end{matrix} \begin{bmatrix} a_{11}^1 & a_{12}^1 & \dots & a_{1m}^1 \\ a_{21}^1 & a_{22}^1 & \dots & a_{2m}^1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1}^1 & a_{m2}^1 & \dots & a_{mm}^1 \end{bmatrix}. \quad (2)$$

где элемент a_{ij}^l оценивается экспертом по 9 -бальной шкалой Саати:

1 – если отсутствует преимущество варианта q_i над вариантом q_j ;

3 – если имеется слабое преимущество q_i над q_j ;

5 – если имеется существенное преимущество q_i над q_j ;

7 – если имеется явное преимущество q_i над q_j ;

9 – если имеется абсолютное преимущество q_i над q_j ;

2, 4, 6, 8 – промежуточные сравнительные оценки.

Знание матрицы позволяет с использованием метода Саати проранжировать каждый вариант $q_i \in Q$ по каждому критерию $c_l \in C$. Для вычисления рангов найдем собственный вектор матрицы. Предположим, что матрица имеет такие свойства:

– она диагональная $a_{ii}^l = 1$, $i = \overline{1, 2}$;

– элементы, которые симметричны относительно главной диагонали, связаны зависимостью $a_{ij}^l = 1/a_{ji}^l$;

– она транзитивна $a_{ik}^l a_{ki}^l = a_{ij}^l$.

Наличие этих свойств позволяет определить все элементы матрицы по элементам одной из строк. Если известна k -тая строка, то произвольный элемент определяется так:

$$a_{ij}^l = \frac{a_{kj}^l}{a_{ki}^l}, i, j, k = \overline{1, m}, l = \overline{1, 2}$$

Степени принадлежности, необходимые для формирования нечеткого множества, вычисляются по формуле:

$$\mu^l(q_i) = \frac{1}{a_{i1}^l + a_{i2}^l + \dots + a_{im}^l}. \quad (3)$$

Уточнение оценок рангов может быть выполнено с использованием метода анализа иерархий на основе матрицы, не обладающей транзитивностью и симметричностью.

Базируясь на принципе Беллмана-Заде, наилучшей системой будет та, которая одновременно лучшая по критериям c_1, c_2 . Поэтому нечеткое множество, которое необходимо для рейтингового анализа, определяется в виде пересечения (интегральный критерий оценки систем):

$$D = \tilde{c}_1 \cap \tilde{c}_2.$$

Учитывая то, что в теории нечетких множеств операции пересечения $\cap$ соответствует $\min$, получаем:

$$D = \left\{ \frac{\min_{l=1,2} [\mu^l(q_1)]}{q_1}, \frac{\min_{l=1,2} [\mu^l(q_2)]}{q_2}, \dots, \frac{\min_{l=1,2} [\mu^l(q_m)]}{q_m} \right\}. \quad (4)$$

Согласно с полученным множеством D , наилучшей системой следует считать тот вариант, для которого степень принадлежности (числитель) является наибольшей.

В рассматриваемой задаче критерии нельзя считать равновесными, поэтому:

Пусть w_1, w_2 – коэффициенты относительной важности (или ранги) критериев c_1, c_2 такие, что $w_1 + w_2 = 1$. Для определения коэффициентов w_i необходимо

сформировать новую матрицу парных сравнений важности критериев $c_l \in C$ аналогичную (2), и воспользоваться формулой (3).

При наличии коэффициентов важности w_i , формула (4) имеет вид:

$$D = \left\{ \frac{\min_{l=1,2} [\mu^l(q_1)]^{w_1}}{q_1}, \frac{\min_{l=1,2} [\mu^l(q_2)]^{w_2}}{q_2}, \dots, \frac{\min_{l=1,2} [\mu^l(q_m)]^{w_m}}{q_m} \right\}. \quad (5)$$

где степень w_i свидетельствует о концентрации нечеткого множества $\tilde{c}_j$ в соответствии с мерой важности критерия $c_j \in C$. После того, как элементы множества Q упорядочены в соответствии с критериями C решение задачи распределения количества студентов может осуществляться по алгоритму, представленному на рисунке, суть которого сводится к следующему:

Выбирается ОО с наивысшим «рейтингом».

Полностью загружаются мощности данного ОО.

С учетом шага 2, оценивается оставшаяся потребность в специалистах сравнивается с 0.

Если потребность не удовлетворена и не исчерпаны средства финансирования, ОО исключается из списка рассмотрения и происходит переход к шагу 1, если удовлетворена, то к шагу 5.

Конец.

Использование данного алгоритма обеспечит максимальная загрузка ОО, которые обладают лучшими показателями по цене и качеству обучения специалистов определенного профиля.

Данный алгоритм обладает некоторыми ограничениями:

- он не учитывает месторасположение ОО, и тот факт, что не все абитуриенты в силу тех или иных причин могут ехать учиться в другой город;
- необходимо знать размер государственного финансирования направленного на подготовку кадров конкретной специальности, а не размер финансирования всех ОО в общем.
- матрицы C_g и O_g должны быть упорядочены в соответствии с рангом ОО.

– ранжирование ОО должно быть проведено относительно каждой специальности.

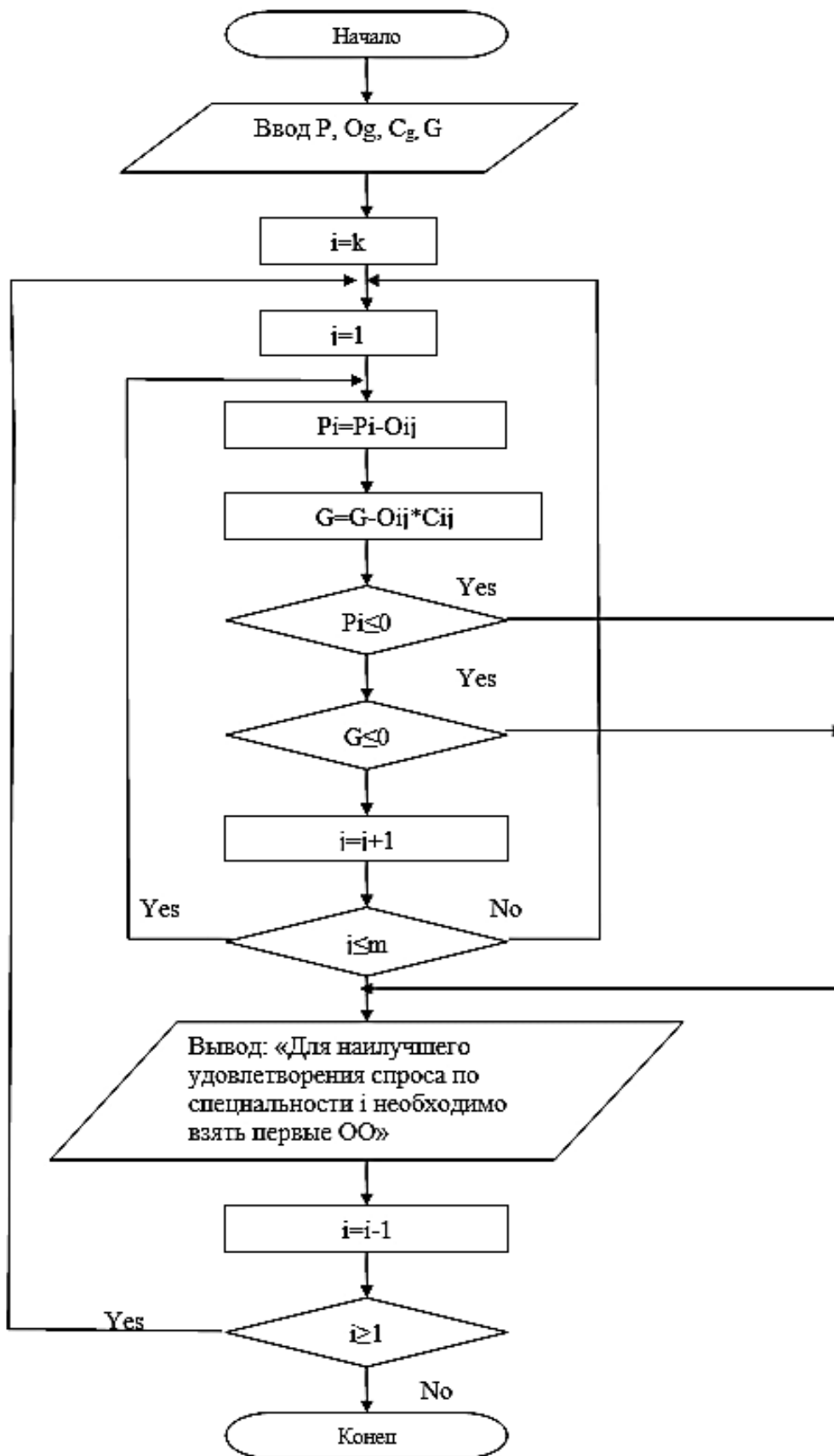


Рис. 1. Алгоритм применения метода ранжирования

Из этих ограничений вытекают следующие проблемы применения данного алгоритма [3]:

- необходимость качественной экспертной оценки ОО между собой по каждой специальности;
- необходимость ввода дополнительного критерия, который должен учитывать демографическую ситуацию района, в котором расположено то или иное ОО.

В связи с вышеизложенными проблемами возникает потребность применения метода слияния целей и ограничений.

Список литературы

1. Ключин А.Ю. Модель формирования условий для соискателя при приеме на работу на основе нечеткого логического вывода / А.Ю. Ключин, В.Н. Кузнецов, Н.Ю. Мутовкина // Труды Конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «AIS&IT'14». Научное издание. – М.: Физматлит, 2014. – Т. 1. – С. 377–382.
2. Ключин А.Ю. Нечеткие модели поведения лиц и групп, принимающих решения: Монография / А.Ю. Ключин, В.Н. Кузнецов, С.А. Чудов. – Тверь: Тверской государственный технический университет, 2014. – 212 с.
3. Ключин А.Ю. Модели согласованного управления в системе высшего образования России в расплывчатых условиях / А.Ю. Ключин, Н.Ю. Мутовкина // Образование и наука в современных условиях: Материалы IX Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 8 окт. 2016 г.) / Редкол.: О.Н. Широков [и др.]. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. – №4 (9). – С. 150–152.
4. Проектирование систем управления/Fuzzy Logic Toolbox [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book5/7_3.php (дата обращения: 28.02.2017).