

Кириллов Иван Евгеньевич

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет»

г. Мурманск, Мурманская область

Богатилов 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 СЛИЯНИЯ
ЦЕЛЕЙ И ОГРАНИЧЕНИЙ**

***Аннотация:** одной из проблем, с которой сталкивается 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 на основе метода слияния целей и ограничений.*

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

Пусть в регионе, для которого решается задача, имеется m образовательных организаций (ОО). Тогда задача ставится следующим образом: между имеющимися ОО необходимо распределить возможное количество студентов наиболее рациональным образом, учитывая объемы финансирования всех ОО данного региона (см. статью в этом же сборнике).

Постановка задачи в таблице 1. Множеством возможных альтернатив при решении задачи являются все возможные комбинации из m ОО, т.е. множество $M=\{m_m\}$, и из этих комбинаций необходимо выбрать наиболее оптимальную.

Зададим нечеткую цель и m_m должно быть таким что бы [1]:

$$P_{ij}^- \leq \sum_{k=1}^m x_{kj} + y_{kj} + z_{kj} \leq P_{ij}^+ \text{ для каждой } j\text{-ой специальности, её можно представить}$$

как нечеткое множество с функцией принадлежности:

$$\mu_G(m_m) = \begin{cases} 0, \sum_{k=1}^m x_{kj} + y_{kj} + z_{kj} \leq P_{ij}^- \\ \left(\sum_{k=1}^m x_{kj} + y_{kj} + z_{kj} \right) / ((P_{ij}^+ - P_{ij}^-) / 2), \sum_{k=1}^m x_{kj} + y_{kj} + z_{kj} \leq (P_{ij}^+ - P_{ij}^-) / 2 \\ ((P_{ij}^+ - P_{ij}^-) / 2) / \left(\sum_{k=1}^m x_{kj} + y_{kj} + z_{kj} \right), \sum_{k=1}^m x_{kj} + y_{kj} + z_{kj} \geq (P_{ij}^+ - P_{ij}^-) / 2 \\ 0, \sum_{k=1}^m x_{kj} + y_{kj} + z_{kj} \geq P_{ij}^+ \end{cases} \cdot (1)$$

Таблица 1

Постановка задачи

Постановка	Примечание
$X_g = \{x_{ij}, x_{ij} \in [0, x_{ij}^+], i = \overline{1, m}, j = \overline{1, k}\} \quad g = \overline{1, T}$	матрицы, содержащие возможное количество студентов обучаемых на бюджетной основе в конкретном ОО на конкретной специальности в конкретном году планирования
$Y_g = \{y_{ij}, y_{ij} \in [0, y_{ij}^+], i = \overline{1, m}, j = \overline{1, k}\} \quad g = \overline{1, T}$	матрицы, содержащие возможное количество студентов обучаемых на коммерческой основе в конкретном ОО на конкретной специальности в конкретном году планирования
$Z_g = \{z_{ij}, z_{ij} \in [0, z_{ij}^+], i = \overline{1, m}, j = \overline{1, k}\} \quad g = \overline{1, T}$	матрицы, содержащие возможное количество студентов обучаемых на основе целевого набора ОО на конкретной специальности в конкретном году планирования
$P = \{P_{ij}, P_{ij} \in [P_{ij}^-, P_{ij}^+], i = \overline{1, T}, j = \overline{1, k}\}$	матрица прогнозированного спроса на специалистов j-ой специальности за каждый из T периодов. Естественно, что спрос на специальности не может быть предсказан достаточно точно, чтобы быть описанным одним числом, поэтому он задается как некоторый интервал.

Нечеткие ограничения, влияющие на решение поставленной задачи можно представить как нечеткие множества:

C – количество студентов, которое не может быть отрицательным, а так же не может быть больше числа определенного лицензией, т.е. должно находиться в диапазоне от 0 до O_{ij} , где O_{ij} – это числа из $Og = \{o_{ij}, o_{ij} \in [0, o_{ij}^+], i = \overline{1, m}, j = \overline{1, k}\}$

$(g = \overline{1, T})$ – матриц, содержащих ограничения на количество студентов ОО, налогообщенных выданной лицензией: $\mu_{\bar{n}}(x, y, z) = (1 + a(\sum_{k=1}^m (x_{kj} + y_{kj} + z_{kj}) - O_{ij} / 2))^{-1}$.

D – финансирование ОО, которое ограничено, поэтому расходы на обучение студентов не должны превышать запланированных средств, например, слишком маленькие затраты на обучения могут свидетельствовать о том, что в качестве решения выбраны не самые оптимальные ОО с точки зрения качества обучения:

$$\mu_D(x, y, z) = (1 / (1 + (G_t - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k A_{ijt}))), \text{ где } A_{ijt} = V_{ijt} * X_{ijt} * C_{ijt}.$$

Нечетким решением задачи планирования развития образовательной системы будет множество P , представляющее собой пересечение множества альтернатив и множества ограничений: $P = D \cap C \cap G$.

Функция принадлежности для пересечений примет вид:

$$\mu_{D \cap C \cap G} = \begin{cases} 0, \sum_{k=1}^m x_{kj} + y_{kj} + z_{kj} \leq P_{ij}^- \\ \text{Min}(\mu_D, \mu_C, \mu_G) \sum_{k=1}^m x_{kj} + y_{kj} + z_{kj} \leq (P_{ij}^+ - P_{ij}^-) / 2 \\ \text{Min}(\mu_D, \mu_C, \mu_G) \sum_{k=1}^m x_{kj} + y_{kj} + z_{kj} \geq (P_{ij}^+ - P_{ij}^-) / 2 \\ 0, \sum_{k=1}^m x_{kj} + y_{kj} + z_{kj} \geq P_{ij}^+ \end{cases}. \quad (2)$$

В определении нечёткого решения P как слияния цели и ограничений подразумевается, что все цели и ограничения имеют одинаковую важность. В задаче планирования развития образовательной системы ограничения по финансированию и по количеству студентов нельзя считать равновесными, в этом случае решение может быть выражено выпуклой комбинацией целей и ограничений с весовыми коэффициентами, характеризующими относительную важность составляющих элементов.

Таким образом, μ_P может быть записано в виде:

$$\mu_P = a\mu_D + \beta\mu_C + \gamma\mu_G, \text{ где } a, \beta, \gamma - \text{ функции принадлежности, такие, что } \sum a + \beta + \gamma = 1.$$

В дальнейшем алгоритм решения задачи сводится к следующему:

1. Удаление из универсального множества решений, заранее являющихся не удовлетворительными (к примеру, решение содержащее все 0). 2. Вычисление

функции принадлежности оставшихся комбинаций решений. 3. Выбор оптимального решения.

Список литературы

1. 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.