

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

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
ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

***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. Предлагаемый подход основан на использовании аппарата нечетких множеств и позволяет достаточно корректно с математической точки зрения учесть неопределенности параметров задач, предопределенные спецификой предметной области.*

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

Развитие экономики – главный вопрос, решаемый регионами при определении стратегий своего развития. В основных положениях стратегии, развития, любого региона необходимо обеспечение устойчивого функционирования всех базовых отраслей. Коммерциализация образования и повышение стоимости жизни в крупных образовательных центрах существенно снизили возможности молодежи в получении образования за пределами региона.

При перенасыщении рынка труда определенными специалистами выпускники образовательных организаций (ОО) с той же специальностью не могут найти профильную работу, и со временем их профессиональная квалификация снижается или полностью утрачивается. В то же время, при приеме на работу все чаще в качестве одного из основных требований выдвигается «опыт работы по специальности», которого выпускник учебного заведения не имеет. В результате создается ситуация, при которой рост безработицы происходит одновременно с ростом дефицита кадров [1].

В условиях ограниченных трудовых ресурсов остро встают проблемы четкого прогнозирования потребности экономики региона в кадрах определенных специальностей и уровня подготовки, а для это необходимо решить задачу грамотного распределения абитуриентов между существующими ОО региона с возможным обоснованием необходимости открытия новых ОО.

Задача распределения студентов в статье рассматривается применительно к следующим ОО: профессиональная образовательная организация (профессиональное училище, профессиональный лицей, колледж, техникум), образовательная организация высшего образования (институт, академия, университет).

Задачу распределения количества студентов между ОО можно решать, используя различные подходы: как задачу линейного программирования; используя максимизацию критерия по генетическому алгоритму; используя метод ранжирования; используя метод слияния целей и ограничений [2].

Рассмотрим постановку задачи распределения количества студентов между ОО на основе линейного программирования [3] (таблица 1).

Таблица 1

Постановка задачи распределения количества студентов между ОО на основе
линейного программирования

Постановка	Примечание
Пусть задан временной интервал, для которого решается данная задача – T лет.	
Пусть $B = \{B_i, i = \overline{1, k}\}$ – универсальное множество всех специальностей, для которых решается задача.	Этот интервал будем считать дискретным и разбитым на промежутки.
Пусть $P = \{P_{ij}, P_{ij} \in [P_{ij}^-, P_{ij}^+], i = \overline{1, T}, j = \overline{1, k}\}$ – матрица прогнозированного госзаказа 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.
Пусть $V = \{v_{ij}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, k}\}$ – это множество, содержащее рейтинг определенных специальностей, определенного учебного заведения, относительно этих же специальностей первого учебного заведения.	В данном множестве элементы будут принимать значения от 0 до 1.
Пусть $C_g = \{c_{ij}, c_{ij} \in [c_{ij}^-, c_{ij}^+], i = \overline{1, m}, j = \overline{1, k}\} \quad g = \overline{1, T}$ – это T матриц содержащих расходы на обучение одного человека по определенной специальности в определенном ОО для определенного года, если данной специальности в ОО не обучают то величина расходов на неё равна нулю.	Данную величину необходимо учитывать, поскольку непосредственно от неё зависит количество обучаемых студентов, при четко заданном бюджетном финансировании.
Пусть $A_g = \{A_{ij}, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, k}\} \quad g = \overline{1, T}$ – это T матриц, содержащих запланированные значения бюджетного финансирования по каждой специальности каждого государственного ОО на каждый из годов планового периода.	Размер каждого A_{ij} должен зависеть, во-первых, от рейтинга определённого факультета, а во-вторых, от величины расходов на обучение.
Пусть $G_g = \{g_{ij}, g_{ij} \in [g_{ij}^-, g_{ij}^+], i = \overline{1, T}\}$ – это запланированное финансирование всех ОО в каждом из T периодов.	
Пусть $D_g = \{d_{ij}, d_{ij} \in [0, d_{ij}^+], i = \overline{1, m}, j = \overline{1, k}\} \quad g = \overline{1, T}$ – матрицы, содержащие стоимости обучения студентов на коммерческой основе в конкретном ОО на конкретной специальности в конкретном году планирования.	
Пусть $E_g = \{e_{ij}, e_{ij} \in [0, e_{ij}^+], i = \overline{1, m}, j = \overline{1, k}\} \quad g = \overline{1, T}$ – матрицы, содержащие стоимости обучения студентов на основе целевого набора в конкретном ОО на конкретной специальности в конкретном году планирования.	
Пусть $O_g = \{o_{ij}, o_{ij} \in [0, o_{ij}^+], i = \overline{1, m}, j = \overline{1, k}\} \quad g = \overline{1, T}$ – матрицы содержащие ограничения на количества студентов ОО, наложенных выданной лицензией.	

Что необходимо определить представим в виде матриц (таблица 2).

Таблица 2

Что необходимо определить

Матрицы	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

При неправильном планировании выпуска студентов ОО возможны два нежелательных варианта: перепроизводство; недопроизводство.

Перепроизводство вызывает увеличение денежных выплат специалистам не нашедшим работу и вставшим на биржу труда. Недопроизводство вызывает нехватку кадров на различных предприятиях и может быть оценено с помощью объемов невыплаченных зарплат на вакантных должностях.

Введем функции вида:

$$F_{it} = \left(P_{it} - d_{it} - \sum_{j=1}^m (x_{ijt} + y_{ijt} + z_{ijt}) \right) * \alpha, \quad (1)$$

$$F'_{it} = \left(P_{it} - d_{it} - \sum_{j=1}^m (x_{ijt} + y_{ijt} + z_{ijt}) \right) * \beta, \quad (2)$$

где i – номер специальности, t – год планирования, j – номер ОО; d_{it} - уровень удовлетворенности в специалистах; α и β – средняя выплата с биржи труда и средняя зарплата специалиста по региону соответственно.

Введем следующий критерий:

$$\sum_{t=1}^T (F_{it} + F'_{it}) \rightarrow \min, \quad (3)$$

или

$$\sum_{t=1}^T -(F_{it} + F'_{it}) \rightarrow \max. \quad (4)$$

В общем случае для каждого ОО необходимо максимизировать прибыль, получаемую от студентов, обучаемых на коммерческой основе и от обучения студентов «целевиков»:

$$\sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^k (z_{mjt} * e_{mjt} + y_{mjt} * d_{mjt}) \rightarrow \max, \quad (5)$$

где m – номер конкретного учебного заведения,

t – коэффициент, который указывает из какой матрицы необходимо брать значение.

Итоговый критерий выглядит следующим образом:

$$\sum_{t=1}^T (\sum_{i=1}^k -(F_{it} + F'_{it}) + \sum_{j=1}^k \sum_{l=1}^m (z_{ljt} * e_{ljt} + y_{ljt} * d_{ljt})) \rightarrow \max. \quad (6)$$

При решении этой задачи необходимо учитывать следующие ограничения:

1. Все выделенные бюджетные средства должны быть расходованы на студентов бюджетников, следовательно, их количество должно быть строго определенным, но так же необходимо учитывать и рейтинг и стоимость обучения по определенным специальностям поэтому:

$$G_t = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k A_{ijt}, \quad (7)$$

где $t = \overline{1, T}$.

Количество обучаемых на факультете зависит непосредственно от рейтинга этого факультета, но количество денег выделенных факультету будет зависеть так же и от стоимости обучения:

$$A_{ijt} = V_{ijt} * X_{ijt} * C_{ijt}. \quad (8)$$

$$\sum_{t=1}^T (A_{m^*t} - \sum_{j=1}^k x_{m^*jt} c_{m^*jt}) = 0. \quad (9)$$

2. Количество студентов не может быть отрицательным:

$$z_{ijt} \geq 0; y_{ijt} \geq 0; x_{ijt} \geq 0. \quad (10)$$

3. Количество студентов определенного ОО ограничено лицензией:

$$\sum_{i=1}^k z_{ijt} + y_{ijt} + x_{ijt} \leq O_{ij}. \quad (11)$$

Полученный критерий оптимизации с учетом введенных ограничений можно максимизировать различными способами в частности используя генетический алгоритм, метод ранжирования или метод слияния целей и ограничений, что рассмотрено в статьях в этом же сборнике.

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.