



Т.Е. Нагорнова, М.Н. Елунин, С.А. Пиявский

## ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПАР «ШЕФ – ПОДШЕФНЫЙ» В МАТРИЧНОЙ СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

(Самарский государственный архитектурно-строительный университет)

Неотъемлемой функцией высшей школы на сегодняшний день является ведение научно-исследовательской деятельности, в которой задействованы и студенты, и преподаватели соответствующих кафедр. Информатизация научно-исследовательской деятельности открывает новые возможности и перспективы. Для массового вовлечения студентов в исследовательскую деятельность необходимо иметь алгоритм формирования студенческих научных коллективов. Наиболее интересной и успешно реализованной на факультете ИСТ СГАСУ является предложенная проф. С.А. Пиявским концепция матричной структуры студенческого коллектива [1]. Основной идеей матричной структуры является то, что студент одновременно состоит в двух коллективах: учебной группе и научной группе. Научные группы формируются по принципу «шефства», т.е. студенты старших курсов руководят работами младшекурсников, а работу всей научной группы курирует опытный преподаватель.

Подбор пар «шеф – подшефный» является сложным, интеллектуальным процессом, целью которого является получение наиболее эффективных и сбалансированных научных групп студентов. Он осуществлялся группой преподавателей во главе с заведующим кафедрой. Для оптимизации и автоматизации данного процесса на кафедре ПМиВТ был разработан математический аппарат для формирования пар «шеф – подшефный».

Построение оптимальной наиболее эффективной структуры научных групп, посредством распределения студенческих пар «шеф – подшефный» происходит с помощью разработанного алгоритма, состоящего в последовательном решении ряда взаимосвязанных однокритериальных задач линейного программирования.

Оптимальная модель включает в себя максимизацию трех количественных характеристик:

1. средняя эффективность матричной структуры;
2. гарантированный уровень эффективности каждой пары матричной структуры;
3. гарантированная эффективность деятельности наиболее перспективных пар.

Основополагающей для расчета эффективности научной пары студентов является система критериев и требований, предъявляемых к качеству формируемой матричной структуре. Система критериев, выявляющих как профессиональные и учебные компетенции студентов, так и их личностные, психологические характеристики была подробно рассмотрена в [2].



Основные соотношения и условные обозначения модели распределения пар «шеф – подшефный»:

$i$  – номер подшефного  $i = 1, \dots, n$ .

$j$  – номер шефа  $j = 1, \dots, m$ .

$f_{ij}$  – эффективность взаимодействия пары студентов  $i, j$ ,  $f_{ij} \in [0, 1]$ , рассчитывается по формуле (1).

$z_q$  – численное значение критерия  $q = 1..8$ .

$p_s$  – группа важности психологической характеристики в соответствии с политикой свертки.

$V_{prinn}$  – числовой модуль, показывающий насколько важность критерия принадлежавшего к более значимой группе важности превосходит критерий принадлежащий к меньшей по значимости группе. В методе ПРИНН [3] обосновано, что  $V_{prinn} = 3$ .

$u_{ij}$  – признак включения пары обучаемых с номерами  $i, j$ , в оптимальное распределение.  $u_{ij} = 1$  – пара включена в распределение,  $0$  – нет.

$t$  – количество наиболее перспективных пар.

$x_{ij}$  – признак включения пары  $ij$  в число наиболее перспективных,  $x_{ij} = 1$  или  $0$ .

$f_{\min}$  – наиболее низкая эффективность из пар, вошедших в оптимальное распределение.

$f_{\max}$  – значение эффективности, выше которого пара признается наиболее перспективной.

$f_{cp}$  – средний уровень эффективности всех пар в распределении (2).

$$f_{ij} = \frac{\sum_{q=1}^8 V_{prinn}^{p_{si}-1} z_{qij}}{\sum_{q=1}^8 V_{prinn}^{p_{si}-1}} \quad (1)$$

$$f_{cp} = \frac{1}{n} \sum_i \sum_j f_{ij} u_{ij}, \quad i = 1, \dots, n, \quad j = 1, \dots, m \quad (2)$$

Далее для упрощения расчетов вводятся переменные  $q = \frac{1}{f_{\min}}$ ,  $w = \frac{1}{f_{\max}}$ . У

каждой из переменных  $f_{cp}$ ,  $q$  и  $w$  есть минимально и максимально возможные значения, обозначаемые, соответственно, символами черты и галочки.

Вместо переменных  $f_{cp}, f_{\min}, f_{\max}$  вводятся нормированные переменные  $\varphi_{cp}, \varphi_{\min}, \varphi_{\max}$ , значения которых изменяются от 0 до 1, и определяются соотношениями (3), (4) и (5).

$$\varphi_{cp} = \frac{1}{(\bar{f}_{cp} - \hat{f}_{cp})} \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m f_{ij} u_{ij} - \hat{f}_{cp} \right] \quad (3)$$

$$\varphi_{\min} = 1 - \frac{q - \bar{q}}{\hat{q} - \bar{q}} \quad (4)$$



$$\varphi_{\max} = 1 - \frac{w - \bar{w}}{\hat{w} - \bar{w}} \quad (5)$$

Исходя из формул (4) и (5) значения для  $q$  и  $w$  преобразуются в (6) и (7).

$$q = (1 - \varphi_{\min})(\hat{q} - \bar{q}) + \bar{q} \quad (6)$$

$$w = (1 - \varphi_{\max})(\hat{w} - \bar{w}) + \bar{w} \quad (7)$$

Окончательно задача оптимального формирования пар «шеф – подшефный» среди студентов двух конкретных курсов сводится к решению задачи линейного программирования.

$u_{ij}, x_{ij}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m$  - булевые переменные, подлежащие оптимизации из условия максимизации комплексной эффективности распределения (8).

$$F_r = \frac{U_{prinn} \varphi_{cp} + \varphi_{\min} + \varphi_{\max}}{U_{prinn} + 2} \rightarrow \max \quad (8)$$

Используемые ограничения:

У каждого подшефного должен быть один шеф (9).

$$\sum_{j=1}^m u_{ij} = 1, i = 1, \dots, n \quad (9)$$

Каждый шеф имеет одного или двух подшефных (10).

$$1 \leq \sum_{i=1}^n u_{ij} \leq 2, j = 1, \dots, m \quad (10)$$

Количество перспективных пар (11) и, соответственно, включение их в оптимальное распределение (12).

$$\sum_j \sum_i x_{ij} = t \quad (11)$$

$$x_{ij} \leq u_{ij}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m \quad (12)$$

Ограничение на минимальную эффективности распределения (13).

$$u_{ij} \leq f_{ij}((1 - \varphi_{\min})(\hat{q} - \bar{q}) + \bar{q}), i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m \quad (13)$$

Ограничение на значение эффективности, выше которой пара признается перспективной (14).

$$x_{ij} \leq f_{ij}((1 - \varphi_{\max})(\hat{w} - \bar{w}) + \bar{w}), i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m \quad (14)$$

Данный математический аппарат положен в основу построения оптимального распределения студенческих научных пар «шеф – подшефный» в рамках разработки информационной системы распределения пар. В [2] представлена диаграмма вариантов использования данной системы, разработанная по методологии UML.

Система «Распределение пар «шеф – подшефный» предоставляет следующий функционал:



1. Ведение справочной информации о рейтинге успешности студентов, населенных пунктах, школах и хобби. Доступ к справочной информации имеет только Администратор системы.
2. Формирования и выдача отчетов:
  - 1) отчет по формированию распределения пар «шеф – подшефный»
  - 2) отчет по мониторингу прохождения психологических тестов и опросов, используемых в системе;
  - 3) сравнительный отчет распределения пар «шеф – подшефный» по семестрам для выбранного курса;
  - 4) отчет о распределении по курсу и по отдельному студенту.

Система формирования пар «шеф – подшефный» позволит автоматизировать процесс формирования матричной структуры студенческого коллектива для совместного занятия научно-исследовательской деятельностью, а также сформирует пары наиболее оптимальным способом с наилучшим показателем эффективности, учитывая все критерии и требования, являющиеся необходимыми для этого. Исходные данные для работы системы берутся из базы данных, содержащей результаты тестирования и опросов студентов.

Система разработана на языке C# с использованием технологии ASP.NET MVC3. В качестве базы данных использовался Microsoft SQL Server 2008 r2.

Результаты работы внедрены в учебный процесс факультета информационных систем и технологий самарского государственного архитектурно-строительного университета.

### Литература

1. Елунин М.Н., Пиявский С.А. Управление студенческим научным микроколлективом в матричной структуре // Высшее образование в России, №11, 2013 – с. 148-152.
2. Нагорнова Т.Е., Елунин М.Н. Автоматизированная система распределения пар «шеф-подшефный» по совокупности ряда критериев на основе линейного программирования [Текст] // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2013). – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2013. – С. 71-73.
3. Пиявский С.А. Технология ПРИНН для моделирования слабо структурированных систем // Информационные технологии в моделировании и управлении: Труды II Международной научно-практической конференции. - Санкт-Петербург, 2000. - С.295-297.