

МОДЕЛЬ ПОСТРОЕНИЯ РЕЙТИНГА КАФЕДР ИНТЕГРИРОВАННЫМ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫМ МЕТОДОМ МВС+МАИ

Аннотация. На основе интегрированного многокритериального метода МВС+МАИ предлагается модель построения рейтинга кафедр, позволяющая проанализировать основные этапы составления рейтинга кафедр. Приводится иллюстрационный пример. Предполагается на базе этой модели проектирование расширения системы поддержки принятия решений NooTron.

Ключевые слова: рейтинг, МКА, МАИ, МВС, СППР.

Введение. В современном мире задача составления рейтингов находит своё применение во многих отраслях науки и практики. Ранжирование стало мощным инструментом для своевременного выявления сильных и слабых сторон в системах разного уровня сложности. Например, рейтинг проектов, международный рейтинг университетов, рейтинг стран по уровню жизни, по объёму ВВП на душу населения и т.п.

Существует немало методов для решения подобных задач, вот основные из них: методы векторной и скалярной оптимизации, многокритериальной классификации и метод анализа иерархий (МАИ) [1]. Каждый из этих методов имеет свои достоинства и недостатки, но хотелось бы подчеркнуть, что, по своей сути, составление рейтингов является задачей многокритериального ранжирования и её решение лежит в плоскости многокритериального анализа (МКА).

Методы МКА составляют основу библиотеки методов веб-приложения «Система поддержки принятия решений NooTron» (<http://nootron.net.ua>), разработанной на кафедре информационных технологий и систем НМетАУ [2].

Покажем классы задач ранжирования, решаемые встроенными в СППР NooTron методами, причем фактором классификации возьмём «целевое время». Таким образом, выделим два класса задач:

ранжирование постфактум и прогностические задачи ранжирования. В СППР NooTron решить задачу первого типа можно как методом взвешенных сумм (МВС), методом анализа иерархий, так и интегрированным методом МВС+МАИ, который позволяет решить проблему согласованного определения весов критериев в МВС [3]. Для решения задач второго типа, требующих учета вариантов внешних условий, в СППР NooTron целесообразно использовать метод матрицы решений (ММР), интегрированный метод МАИ+ММР [3, 4].

Для многокритериального ранжирования можно также применять МАИ «в абсолютных измерениях», у которого (в отличие от МАИ) нет ограничения на количество сравниваемых объектов и критериев. Данный метод планируется добавить в библиотеку методов СППР NooTron.

На кафедре ведется проектирование расширения интегрированного метода МВС+МАИ в веб-приложении «СППР NooTron» для составления рейтинга кафедр НМетАУ за календарный год. Цель решения данной задачи – активизировать работу преподавателей, аспирантов (докторантов), сотрудников, кафедр, факультетов для достижения ими высоких показателей деятельности, что будет способствовать повышению качества образования, рейтинга и имиджа академии.

Основная часть. Так как задача построения рейтинга кафедр является ранжированием постфактум, то целесообразно использовать для её решения метод взвешенных сумм. Несмотря на такие достоинства этого метода, как отсутствие принципиальных ограничений на количество и структуру критериев, на количество сравниваемых объектов, он имеет существенный недостаток – проблему согласованного определения весов критериев.

В СППР NooTron рейтинг (по выбору пользователя) можно составить как методом взвешенных сумм, так и интегрированным методом МВС+МАИ. Последний позволяет решить проблему согласованного определения весов критериев.

В многокритериальном анализе построение структуры решения задачи называется моделью многокритериального ранжирования или моделью выбора. Покажем основные этапы построения модели многокритериального ранжирования кафедр на базе интегрированного метода МВС+МАИ.

При постановке задачи составления рейтинга в методе взвешенных сумм необходимо построить многоуровневую иерархическую структуру критериев. Для построения иерархии (рисунок 1) критериев (показателей) оценки деятельности кафедр за основу были взяты общие критерии (критерии 1-го уровня) из [1], затем по ним были сгруппированы показатели, взятые из приказа «О мерах по усовершенствованию оценки деятельности подразделений и преподавателей академии НМетАУ».

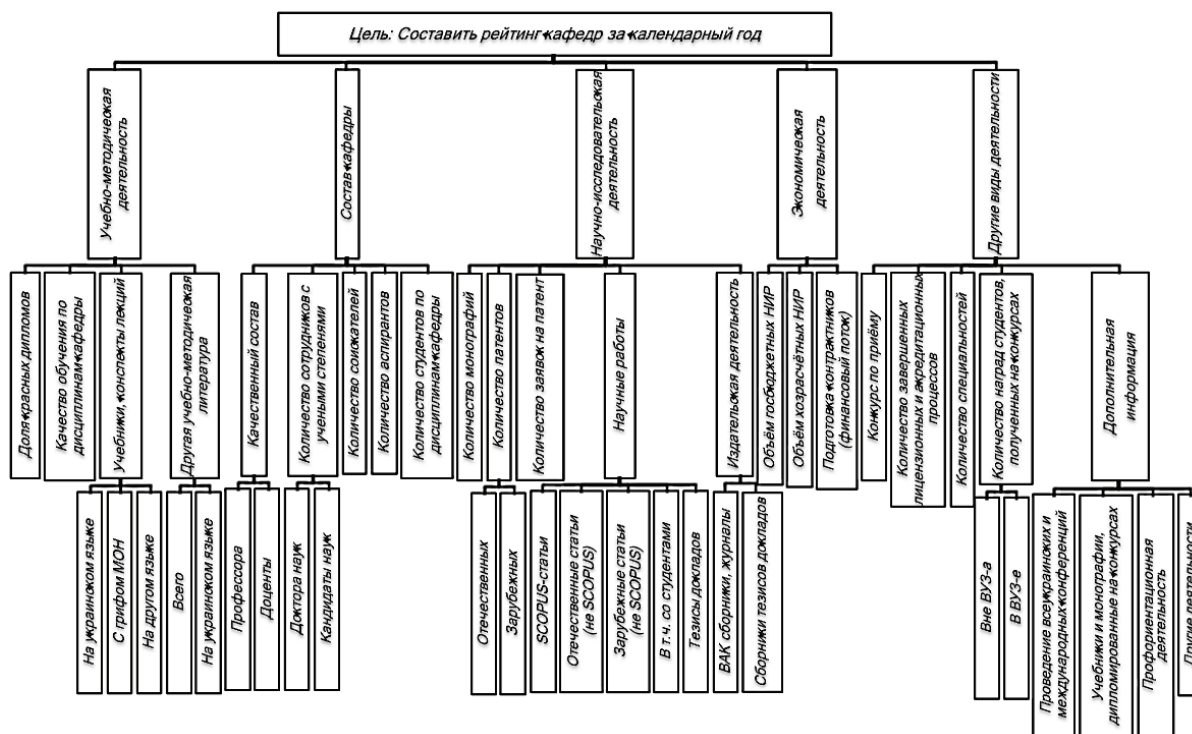


Рисунок 1 – Иерархия критериев оценки деятельности кафедр

Далее необходимо определить веса критериев оценки деятельности кафедр. В интегрированном методе МВС+МАИ веса (приоритеты) в каждой группе критериев вычисляются с помощью матрицы парных сравнений (МПС), в которой критерии сравниваются попарно по отношению к обобщающему критерию в шкале Саати или в шкале отношений.

При точном процессе определения приоритетов критериев задача сводится к нахождению собственного вектора МПС (1), соответствующего максимальному собственному значению [5].

$$A \cdot X = \lambda_{\max} \cdot X, \quad (1)$$

где A – матрица парных сравнений (МПС),

X – n -мерный вектор, составленный из искомым приоритетов (n – количество критериев в группе),

λ_{\max} – максимальное собственное значение МПС;

и последующего нормирования этого вектора:

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1 \quad (2)$$

Нахождение собственного вектора матрицы парных сравнений – это трудоемкая задача (если «вручную»), но в состав практически всех математических пакетов включены средства для нахождения собственных значений и векторов матриц – Eigenvalues, Eigenvectors. Поэтому при разработке классов обработки матриц парных сравнений для СППР NooTron была использована библиотека Efficient Java Matrix Library (EJML), которая позволяет быстро и эффективно проводить матричные расчеты.

В рассматриваемой задаче иерархия критериев состоит из 15 групп, таким образом, для определения весов критериев иерархии необходимо заполнить 15 матриц парных сравнений. Приведём несколько МПС групп показателей деятельности кафедр при составлении рейтинга в веб-приложении «СППР NooTron» (рисунок 2, 3).

Рейтинг кафедр. Решение

Метод Взвешенных Сумм

ШАГ 3.

«Определение Весов критериев Уровня 3»

3.6 Заполните матрицу парных сравнений критериев Уровня 3 ветви по Кр3.4, используя:

Шкалу Саати (1/2, 1/3, ...; 1/9, 1, 2, ...; 9);

Шкалу отношений (Шк Отн.)

Чем больше, тем лучше ▾

Кр3.4: Научные работы

	Название	Кр3.4.1	Кр3.4.2	Кр3.4.3	Кр3.4.4	Кр3.4.5	ЛПР.
Кр3.4.1	SCOPUS-статьи	1	3	2	3	7	0.418
Кр3.4.2	Отечест. статьи	1/3	1	1/2	1	3	0.137
Кр3.4.3	Зарубеж. статьи	1/2	2	1	3	5	0.273
Кр3.4.4	В т.ч. со студентами	1/3	1	1/3	1	2	0.118
Кр3.4.5	Тезисы докладов	1/7	1/3	1/5	1/2	1	0.054

Dim	Lam	CI	CR
5.000	5.047	0.012	0.011

Вычислить

Рисунок 2 – МПС критериев группы «Научные работы» в СППР NooTron

Рейтинг кафедр. Решение

Метод Взвешенных Сумм

ШАГ 2.

"Определение Весов критериев Уровня 2"

2.3 Заполните матрицу парных сравнений критериев Уровня 2 ветви по Кр3, используя:

Шкалу Саати (1/2, 1/3, ..., 1/9; 1, 2, ..., 9,)

Шкалу отношений (Шк. Отн.)

Чем больше, тем лучше ▾

Кр3: Науч.-исслед. д-сть

	Название	Кр3.1	Кр3.2	Кр3.3	Кр3.4	Кр3.5	ЛПр.
Кр3.1	Кол-во монографий	1	3	4	3	5	0.463
Кр3.2	Кол-во патентов	1/3	1	2	1	2	0.170
Кр3.3	Заявки на патенты	1/4	1/2	1	1/3	1/2	0.077
Кр3.4	Научные работы	1/3	1	3	1	2	0.186
Кр3.5	Издательская д-сть	1/5	1/2	2	1/2	1	0.104

Dim	Lam	CI	CR
5.000	5.100	0.025	0.022

Вычислить

Рисунок 3 – МПС критериев группы «Научно-исследовательская деятельность» в СППР NooTron

При определении весов критериев с помощью матриц парных сравнений следует обращать также внимание на индекс «CR», отображающий отношение согласованности. Допустимым считается значение данного индекса, не превышающее 0.100 – 0.200. Если CR выходит из этих пределов, то экспертам необходимо исследовать задачу и проверить свои оценки [5].

Следующим этапом в рассматриваемой задаче является задание сравниваемых объектов и их оценок, нормированных к выбранной шкале. Данный этап представляет собой отдельную проблему метода и находится в процессе разработки. Предполагается, что при проектировании расширения интегрированного метода МВС+МАИ в веб-приложении «СППР NooTron» для составления рейтинга кафедр НМетАУ за календарный год, данные можно будет загружать из Excel-файлов, что будет осуществляться от роли «Заведующий кафедрой».

Обычно для приведения оценок сравниваемых объектов к единой шкале используются линейные функции принадлежности. В СППР NooTron для нормализации оценок планируется реализовать возможность выбора вида функции принадлежности.

При решении данной задачи в СППР NooTron оценки кафедр по первичным критериям были заданы в шкале «1-12». На рисунке 4 приведена страница задания сравниваемых объектов и их оценок.

Таким образом, модель составления рейтинга кафедр, построенная на основе интегрированного метода МВС+МАИ, представляет собой древовидную иерархическую структуру критериев, входными данными которой являются нормализованные к шкале «1-12» оценки кафедр по частным (первичным) критериям. Результатом является список кафедр, упорядоченных в порядке убывания их глобальных оценок.

Выводы. Рассмотренный интегрированный метод МВС+МАИ позволяет решить существенную проблему ранжирования – согласованное нахождение весов критериев.

Разработана модель многокритериального ранжирования кафедр и показана возможность её реализации в СППР NooTron.

На базе предложенной модели построения рейтинга кафедр проектируется расширение веб-приложения «Система поддержки принятия решений NooTron», что позволит упростить процесс сбора и хранения данных, а также представлять результаты в соответствии с уровнем доступа.

В перспективе предполагается добавить МАИ «в абсолютных измерениях» в библиотеку методов СППР NooTron, и провести сравнительный анализ расчёта рейтинга данным методом и интегрированным методом МВС+МАИ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Микони С.В. Многокритериальный выбор на конечном множестве альтернатив: Учебное пособие. – СПб.: Издательство "Лань", 2009. - 272 с: ил.
2. Михалёв А.И., Кузнецов В.И., Теплякова Г.Л. Система поддержки принятия решений NooTron // Автоматизация: проблемы, идеи, решения: материалы міжнар. наук. - техн. конф. Севастополь, 3-7 вересня 2012 р. / М-во освіти і науки, молоді та спорту України; Севастоп. нац. техн. ун-т; наук. ред. В.Я. Копп - Севастополь:, СевНТУ, 2012. – С. 222-223.
3. Михалёв А.И., Кузнецов В.И., Ковалик Н.Н., Теплякова Г.Л. Интеграция методов многокритериального анализа и их применение в системе поддержки принятия решений // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 4 (75). – Дніпропетровськ, 2011. – С. 140-152.
4. Михалёв А.И., Кузнецов В.И., Теплякова Г.Л. Оценка эффективности проектов объединённым методом многокритериального анализа // Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 3 (80). – Дніпропетровськ, 2012. – С. 113-121.
5. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 360 с.