

# CASE-BASED REASONING FOR THE MULTI-METHOD DECISION MAKING

*Galina S. Maltugueva<sup>(1)</sup>, Alexandr Yu. Yurin<sup>(1)</sup>*

<sup>(1)</sup> Matrosov Institute for System Dynamics and Control Theory SB RAS, Irkutsk, Russia

The efficiency of decision-making, especially when using multi-method schemes, can be improved by using artificial intelligence methods, in particular, the case-based reasoning approach. The paper presents the application of case-based reasoning for the selection of a relevant method (as part of a multi-method procedure), taking into account its characteristics, as well as the characteristics of the problem: type, forms of presentation of the initial data and the results, the data source. The scheme of the proposed algorithm and the case model are described.

*Keywords: case-based reasoning, multi-method procedure, decision making, multisets*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕЦЕДЕНТОВ В СОСТАВЕ МНОГОМЕТОДНОЙ ПРОЦЕДУРЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

*Малтугуева Г.С. <sup>(1)</sup>, Юрин А.Ю. <sup>(1)</sup>*

<sup>(1)</sup> Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН, г. Иркутск

Повышение эффективности принятия решений, особенно при использовании многометодных схем, может быть повышена при помощи методов искусственного интеллекта. Одним из подобных методов являются прецеденты. В работе предлагается применить прецедентный подход для подбор определенного метода, с учетом его характеристик, а также особенностей решаемых задач: типа, форм представления исходных данных и результата, источника данных. Приведена схема предлагаемого алгоритма и модель прецедента.

*Ключевые слова: прецеденты, многометодная процедура, принятие решений, множества*

**Введение.** Разработка методов интеллектуализации процесса поддержки принятия решений остается перспективной областью исследований, особенно, если решается задача многокритериального группового выбора. Подобные задачи могут быть описаны различными характеристиками [5-6], в частности: числом задействованных лиц, видом показателя эффективности, степенью структурированности, степенью определенности исходной информации, степенью согласованности целей, структурой множества вариантов, типом используемой модели принятия решений, степенью информированности лица, принимающего решение, и др. В свою очередь, именно на основе их анализа возможен выбор релевантных методов.

Поддержка подбора (выбора) соответствующих решаемым задачам методов в разных областях является актуальной проблемой, для решения которой могут быть использо-

ваны различные подходы, в том числе, основанные на методах искусственного интеллекта.

Поскольку выбор методов, в большинстве случаев, осуществляется на основании знаний и опыта лица, принимающего решение (ЛПР), в том числе, в форме примеров ранее решенных задач, то для решения данной задачи предлагается применить прецедентный подход (принятие решений «по аналогии», Case-Based Reasoning) [1]. Применение данного подхода позволит не только накапливать информацию о решенных задачах, но и использовать эти знания при решении новых задач, формируя не только базу уже решенных задач, но и базу паспортов методов.

Таким образом, в данной работе предлагается модифицированная многометодная процедура принятия решений, которая:

- обеспечивает решение хорошо- и слабоструктурированных задач многокритериального выбора и упорядочения вариантов, в которых индивидуальные предпочтения могут быть представлены в любой форме (числовые/вербальные оценки, ранжировки вариантов, парные сравнения), благодаря расширяемому набору методов,
- предусматривает возможность подбора методов решения с помощью принципов прецедентного подхода, в частности, на основе оценки меры близости описания текущей задачи и описаний, как методов, так и ранее разрешенных задач.

Программная реализация многометодной процедуры осуществлена в форме СППР «Выбор+». Апробация процедуры и программной системы осуществлена на примере решения коллекции тестовых задач, а также прикладных задач выбора конструкционного материала [2] и формирования плана мероприятий по улучшению состояния атмосферного воздуха в городе Улан-Батор (Монголия) [3].

**Поиск аналогов и модель прецедента.** Для обеспечения подбора методов в рамках многометодной процедуры предлагается представить их в виде структурированных образов – паспортов, обеспечив в дальнейшем их автоматизированную обработку и извлечение. Понятие «паспорт метода» включает следующие свойства: наименование, разработчик, тип решаемой задачи, форма представления исходных данных и результата, источник данных и др. При этом описание задачи используются в качестве «Описания проблемы» при поиске и извлечении прецедентов.

Пример паспорта метода «АРАМИС» [5] представлен в таблице.

Таблица. Пример паспорта метода «АРАМИС»

| Имя свойства            |                                   | Значение   |
|-------------------------|-----------------------------------|--|
| Название                |                                   | АРАМИС   |
| Полное название         |                                   | Агрегирование и Ранжирование Альтернатив около Многопризнаковых Идеальных Ситуаций |
| Свойства решаемых задач | Число участников                  | групповой  |
|                         | Вид показателя эффективности      | векторный  |
|                         | Вид информации                    | смешанная  |
|                         | Вид окончательного решения        | выбор, упорядочение  |
|                         | Форма индивидуальных предпочтений | оценки   |

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Класс методов решения | вербальный анализ решений   |
| Особенности           | метрическое пространство мультимножеств Петровского   |
| Ограничения           | результат зависит от метрики  |
| Решенные задачи       | оценка проектов в РФФИ;<br>выбор конструкционных материалов;<br>выбор мероприятий по улучшению состояния атмосферного воздуха в городе;<br>оценка эффективности медицинского персонала; |
| Литература            | Петровский А.Б. Теория принятия решений. М.: Издательский центр «Академия», 2009. 400 с.  |

Для обеспечения возможности повторного использования информации о результатах решения задач были сформированы «Паспорта задач», каждый из которых представляют собой структурированный образ ранее решенной задачи. Понятие «Прецедент задачи» (Рис.1) включает два раздела: «Описание» и «Решение». В первом разделе содержится информация об основных характеристиках решенной задачи, включая: число участников, вид показателя эффективности, вид информации, вид окончательного решения, множества вариантов, множество критериев, множество индивидуальных предпочтений. В разделе «Решение» хранится информация о примененных методах решения, полученных результатах и об окончательном решении ЛПР.

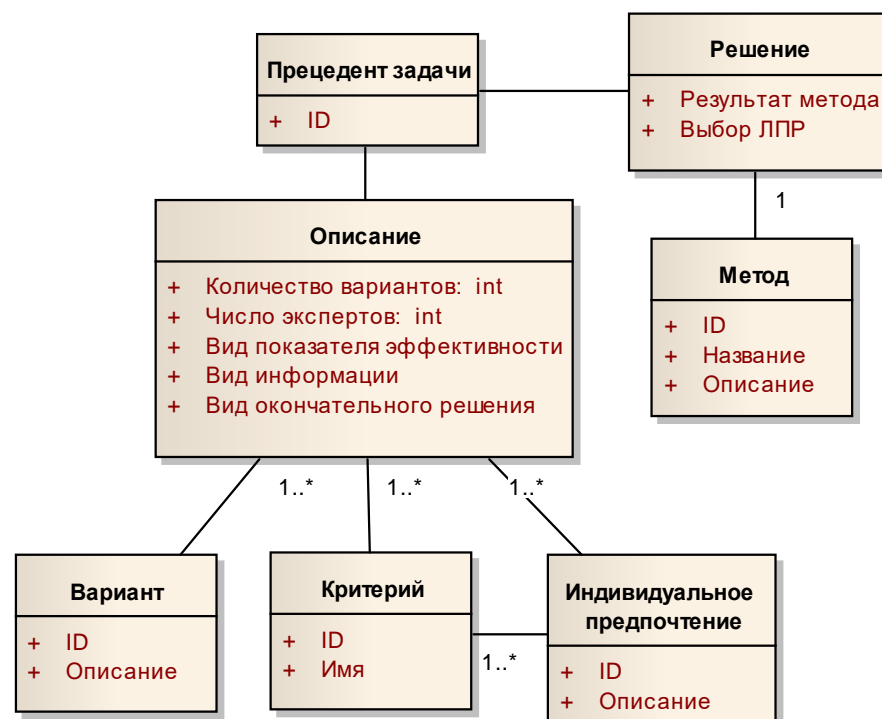


Рис.1. Фрагмент модели прецедента задачи

При извлечении аналогов используется метрика Журавлева [7], с помощью которой анализируются значения свойств из описательной части прецедента.

В результате извлечения возможно получение либо пустого, либо избыточного набора прецедентов. В первом случае необходимо осуществить поиск методов по имеющимся паспортам методов (структурированное описание). Далее и в случае избыточного множества прецедентов-аналогов предлагается применить многометодный подход для сужения этого набора.

**Модифицированная многометодная процедура.** Прецедентный подход, включая предложенные модели и алгоритм извлечения, был использован для модификации многометодной процедуры, которая, в свою очередь обеспечивает обработку информации, представленной в разных формах (Рис.2).

При подборе методов для реализации многометодной процедуры был проведен аналитический обзор, результатом которого стал вывод о необходимости использования методов, базирующихся на теории мультимножеств [5]. В частности, для обработки предпочтений экспертов в виде оценок предложено использовать метод АРАМИС, в виде ранжировок – АИР, в виде парных сравнений – МОПС [4].

Применение данных методов позволяет одновременно обрабатывать разные формы представления индивидуальных предпочтений, а также в процессе решением задачи формулировать обоснование для ЛПР.

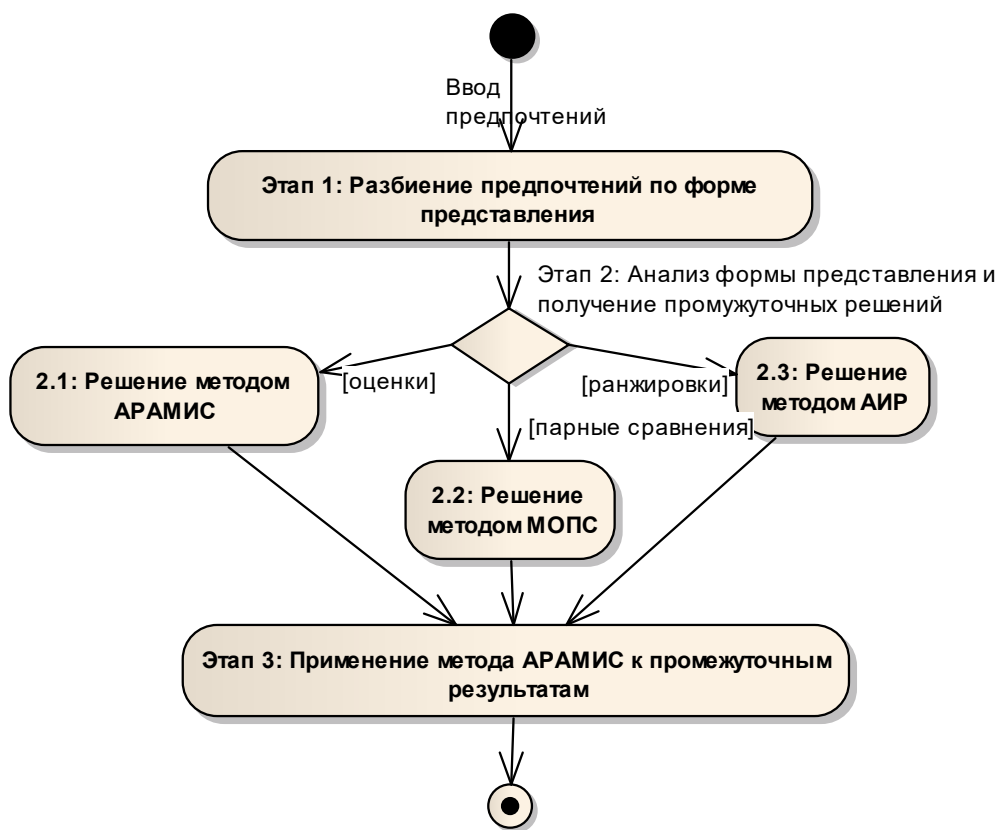


Рис.2. Схема реализации многометодного подхода к решению задачи группового многокритериального выбора

**Заключение.** Правильность подбора методов для решения задач многокритериального принятия решений в условиях определенности обеспечивает получение корректных решений. Одним из способов поддержки подбора является использование методов искус-

ственного интеллекта, в частности прецедентного подхода, обеспечивающего эффективное использование накопленного опыта.

В работе приведено описание алгоритмического обеспечения для подбора методов на основе прецедентов, включая: модель прецедента и модифицированную многометодную схему. В качестве методов поддержки многометодного подхода использованы методы теории мультимножеств.

Предложенная процедура подбора методов решения задач многокритериального выбора на основе совместного применения прецедентного и многометодного подходов реализована в составе ИС ППР «Выбор+» [8], которая позволяет решать задачи многокритериального (индивидуального, группового) выбора.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 17-07-00512).

Результаты получены при использовании сетевой инфраструктуры ЦКП «Интегрированная информационно-вычислительная сеть Иркутского научно-образовательного комплекса» (<http://net.icc.ru>).

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Aamodt A., Plaza E. Case-Based reasoning: Foundational issues, methodological variations, and system approaches // *AI Communications*. 1994. Vol.7. No.1. P. 39-59.
- [2] Berman A.F., Maltugueva G.S., Yurin A.Yu. Application of case-based reasoning and multi-criteria decision-making methods for material selection in petrochemistry // *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials: Design and Applications*, 2018. Vol. 232, issue: 3, P. 204-212.
- [3] Maltugueva, G.S., Yurin, A.Y. Combination of the group and multi-criteria decision-making methods in business management // *Decision-Making: Processes, Behavioral Influences and Role in Business Management*. 2015. P. 1-13.
- [4] Малтугуева Г.С., Петровский А.Б. Многометодное групповое многокритериальное оценивание экологически мероприятий // Шестая международная конференция «Системный анализ и информационные технологии» САИТ-2015/ ИСА РАН, 2015. Т.2. С. 72-80.
- [5] Петровский А.Б., Заболеева-Зотова А.В. Многометодная технология конкурсного отбора проектов // *Теория и практика системной динамики. Материалы докладов*. 2015, С. 67-70.
- [6] Подиновский В.В. Анализ задач многокритериального выбора методами теории важности критериев при помощи компьютерных систем поддержки принятия решений // *Известия РАН: Теория и системы управления*, 2008. № 2, С. 64–68
- [7] Распознавание, классификация, прогнозирование: Математические методы и их приложения/ Под ред. Журавлева Ю.И. М.: Наука, 1989. 302 с.
- [8] Юрин А.Ю., Малтугуева Г.С., Павлов А.И. Система поддержки принятия решений в задачах группового выбора // *Программные продукты и системы*. 2011. №2. С.54-57.