



УДК 51-77:004.021

ПОДХОД К ПРИНЯТИЮ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ КОЛЛЕКТИВОМ

© Г.С. Малтугуева¹, И.В. Орлова²Иркутский государственный технический университет,
664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Приведены основные понятия теории принятия решений и, в частности, коллективного бесконфликтного выбора. Одним из способов принятия решений в коллективе является голосование, в ходе которого вырабатывается компромиссное решение. Существует множество процедур голосования, однако выявленные при этом парадоксы свидетельствуют об их недостатках. Авторами предложен новый подход к согласованию индивидуальных предпочтений, заключающийся в последовательном многометодном согласовании отношений выбора.

Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. 10 назв.

Ключевые слова: принятие решений; коллективный выбор; индивидуальное предпочтение; отношение коллективного предпочтения; голосование.

APPROACH TO COLLECTIVE MANAGERIAL DECISION MAKING

G.S Maltugueva, I.V. Orlova

Irkutsk State Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia.

The article deals with the main concepts of the decision-making theory, a collective conflict-free choice, in particularly. Voting, which involves the elaboration of a compromise solution, is one of the methods of collective decision-making. In spite of the fact that voting procedures are numerous they have a number of shortcomings due to their paradoxes. The authors introduce a new approach to individual preference accommodation that consists in successive multi-method adjustment of preference relations.

1 figure. 1 table. 10 sources.

Key words: decision-making; collective choice; individual preference; collective preference relation; voting.

Введение. Разнообразие сложных задач, связанных с принятием решений в ходе выработки управляющих воздействий, обуславливает необходимость разработки специального математического и алгоритмического обеспечения, повышающего эффективность принятия решений. Трудоемкость данного процесса возрастает, если он связан с необходимостью обобщения множества мнений, полученных в ходе коллегиального обсуждения, и выработки некоего компромиссного решения, являющегося «коллективным» предпочтением – выражением мнения всех участников малой группы.

Коллективный выбор. *Принятие решений* – особый вид человеческой деятельности, направленный на определение наилучшего варианта действий, при этом очень сложно (в большинстве случаев невозможно) рассчитать и оценить последствия. Процесс принятия решения включает в себя три этапа:

- поиск информации;
- формирование множеств: альтернатив, критериев, индивидуальных предпочтений;
- выбор предпочтительного (лучшего) результата.

Выработки управляющих воздействий осуществляются в пределах последнего этапа, поэтому будет

считать, что вся информация, необходимая для принятия решения, имеется и требуется ее обработать. Для начала приведем определения основных понятий теории принятия решений.

Альтернатива – вариант действия. Для принятия решения необходимо иметь в рассмотрении не менее двух альтернатив. Альтернативы могут быть как зависимыми, так и независимыми. Они задаются при постановке задачи (априори), или появляются в процессе принятия решения. Множество альтернатив обозначим через $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$, где n – число альтернатив [1, 2].

Критерий – некоторая выделенная особенность, характеризующая альтернативы (признак, свойство, атрибут). Критерии должны быть заданы априори, их количество определяется участниками процесса принятия решений. По числу критериев принято различать однокритериальный и многокритериальный выбор. Каждому критерию соответствует шкала измерения (шкала наименований, ранговая, интервальная, шкала отношений), согласно которой оценивается любая из альтернатив [1, 2].

Индивидуальное предпочтение – субъективное мнение лица, принимающего решение (ЛПР), о порядке предпочтительности альтернатив, основанное на

¹Малтугуева Галина Станиславовна, магистрант института кибернетики им. Е.И. Попова, тел.: 89148845521, e-mail: gama@icc.ru

Maltugueva Galina, Master's Degree student of Popov Institute of Cybernetics, tel.: 89148845521, e-mail: gama@icc.ru

²Орлова Ирина Витальевна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры информатики, тел.: 89025433705, e-mail: soobshenie_1@mail.ru

Orlova Irina, Candidate of Physico-Mathematical sciences, Associate Professor of the Department of Information Science, tel.: 89025433705, e-mail: soobshenie_1@mail.ru



его знаниях, опыте, критериальных оценках альтернатив. На формирование индивидуального предпочтения оказывают влияние многие факторы: собственные убеждения, общественное мнение, особенности характера, настроение и т.д., большая часть которых не может быть формализована. Кроме того, у любого человека существует собственный способ оценивания альтернатив по критериям; в частности, некоторые люди могут строго упорядочить все альтернативы, другие же способны лишь указать наиболее предпочтительный вариант. Соответственно, за каждым предпочтением скрывается решение многокритериальной задачи, ведь, прежде чем высказать свое мнение, человек оценивает альтернативы по своему, индивидуальному набору критериев и сравнивает их. Любое индивидуальное предпочтение представимо в виде обобщенной ранжировки R_i [1; 2].

Обобщенная ранжировка – упорядочение всех рассматриваемых альтернатив с указанием равноценности: $R_j = A_{j,i_1} Q_{i_1}^j \dots Q_{i_{n-1}}^j A_{j,i_n}$, где $j = \overline{1, m}$, $Q_i^j \in \{>, \approx\}$, $>, \approx$ – отношения строгого предпочтения и эквивалентности соответственно. Каждой ранжировке соответствует некоторый элемент из \mathfrak{R}_n ($R_j \in \mathfrak{R}_n$), где \mathfrak{R}_n – множество всех возможных упорядочений n альтернатив, например $\mathfrak{R}_1 = \{A_1\}$, $\mathfrak{R}_2 = \{A_1 > A_2, A_1 \approx A_2, A_2 > A_1\}$, $\mathfrak{R}_3 = \{A_1 > A_2 > A_3, A_1 > A_3 \approx A_2, A_2 > A_1 > A_3, A_2 > A_1 \approx A_3, A_2 > A_3 > A_1, A_2 > A_3 \approx A_1, A_1 > A_2 \approx A_3, A_1 > A_3 > A_2, A_3 > A_1 > A_2, A_3 > A_1 \approx A_2, A_3 > A_2 > A_1, A_3 > A_2 \approx A_1, A_1 \approx A_2 \approx A_3\}$ и т.д. [3; 4].

Совокупность индивидуальных предпочтений всех членов группы образует профиль индивидуальных предпочтений $R = \{R_1, \dots, R_m\}$, где m – количество членов группы, $R \in \mathfrak{R}_n^m = \mathfrak{R}_n \times \dots \times \mathfrak{R}_n$ [5].

Коллективный выбор – выработка согласованного решения о предпочтительности альтернатив группой людей на основе индивидуальных предпочтений всех членов группы. Примеры: распределение поощрений различными комиссиями; ранжирование участников соревнований по местам членами жюри; распределение ограниченного ресурса, прибылей, инвестиций; установление порядка внедрения новых образцов технологий; определение лучшего интерфейса из набора прототипов группой пользователей бета-версии, выбирающих лучший интерфейс пользователя; выбор политики участниками проекта с открытым исходным кодом [1; 2; 6].

Проблема коллективного выбора заключается в переходе от набора индивидуальных предпочтений к

единому отношению коллективного предпочтения, т.е. необходимо агрегировать (согласовать) индивидуальные предпочтения всех членов группы, принимающей решение, которые порой бывают спонтанными, интуитивными и слабо обоснованными. При этом члены группы могут придерживаться разных и зачастую противоположных точек зрения в своих оценках, причем шкала оценивания индивидуальна для каждого человека [6].

Общепринятой классификации методов коллективного выбора не существует, однако можно выделить основные группы методов:

1. Аксиоматические.
 2. Теоретико-игровые, включая позиционные и дифференциальные игры.
 3. Методы многокритериального коллективного выбора.
 4. Методы бесконфликтного коллективного выбора.
- Остановимся на рассмотрении методов, применимых для решения задачи коллективного бесконфликтного выбора. При этом существуют:
1. Процедуры открытого обсуждения: мозговой штурм (мозговая атака), переговоры, аукционный торг, проблемно-деловая игра.
 2. Процедуры без личных контактов: многоуровневое анкетирование (метод Дельфи), установление цен на конкурентном рынке, консилиум, метод парных сравнений, метод экспертизы.
 3. Голосование.
 4. Методы поиска минимальных отклонений.
 5. Методы многокритериальной оптимизации и их модификации.
 6. Дескриптивные методы.
 7. Концепции социального выбора.

Все перечисленные методы имеют определенные достоинства и недостатки. Основным недостатком методов седьмой группы является их направленность на решение экономических задач, методы шестой группы носят описательный характер. Методы первой, второй, четвертой и пятой групп требуют длительного обсуждения, обмена информацией, соответственно процесс принятия решений является продолжительным по времени. Для использования методов пятой группы необходимо большое количество информации от экспертов, что, в свою очередь, увеличивает продолжительность процесса принятия решения. Кроме того, методы каждой группы имеют ограниченную область применимости. На практике процесс принятия решений ограничен во времени, задачи бывают как уникальные, так и повторяющиеся, но решение должно быть найдено в любом случае. Поэтому наиболее распространенным и часто применяемым на практике способом принятия коллективных решений является голосование.

Система голосования включает в себя:

- правила подсчета голосов (равноправие, неравноправие участников);
- формы организации (однотуровая, многотуровая);



- итог коллективного выбора (лучшая альтернатива, отношение коллективного предпочтения);
- формы проведения (очное, заочное);
- процедуры голосования [2; 7].

Различают два вида голосования: конституционное (всеобщее) и в малых группах (численность до нескольких сот человек). Наиболее распространенными системами всеобщего голосования являются мажоритарные/плюралистические системы (абсолютного и относительного большинства), системы пропорционального представительства. Рассмотрим подробнее голосование в малых группах, основное отличие которого заключается в процедуре голосования.

Процедура голосования – совокупность процедуры учета мнений и способа обработки индивидуальных предпочтений (принципа согласования) [7].

Выделяют два вида процедуры учета мнений:

- неранжирующая – каждому участнику группы предлагается указать одну или несколько альтернатив, самые лучшие или самые худшие, по его мнению;
- ранжирующая – предполагает выполнение членами коллектива следующей инструкции: «каждой альтернативе должно соответствовать целое число из диапазона $(1, n)$, при этом альтернатива, имеющая меньший номер, считается более предпочтительной, допускается приписывание одного числа нескольким равноценным вариантам» [7]. Применение ранжирующей процедуры учета мнений позволяет получить от экспертов более полную информацию о предпочтительности альтернатив.

Способ обработки индивидуальных предпочтений представляет собой метод агрегирования индивидуальных предпочтений всех участников, результатом применения которого могут быть: единственная альтернатива (предпочтительная для всей группы), несколько наиболее предпочтительных вариантов или упорядочение всех альтернатив. Например, методы построения отношения коллективного предпочтения, реализующие принципы согласования индивидуальных предпочтений.

До XVIII века для выработки коллективного решения повсеместно применялась мажоритарная процедура голосования (неранжирующая процедура учета мнений, мажоритарный принцип согласования), согласно которой каждый член группы указывал наиболее предпочтительную для себя альтернативу. Лучшей для группы считалась альтернатива, набравшая максимальное число «голосов». В XVIII веке французскими исследователями Ж.-Ш. Борда и Ж.-А. Кондорсе была предложена новая процедура голосования, где человеку предлагалось не просто указать лучшую, по его мнению, альтернативу, а строго ранжировать все предложенные варианты в порядке убывания их предпочтительности (ранжирующая процедура учета мнений). Для обработки индивидуальных предпочтений, представленных в виде упорядочений, ими были предложены принципы согласования, названные по фамилиям разработчиков, – Борда и Кондорсе.

К настоящему времени разработано множество различных процедур голосования, реализующих разнообразные способы обработки индивидуальных предпочтений (принципы согласования индивидуальных предпочтений, методы построения отношения коллективного предпочтения). Рассмотрим процедуру голосования в малых группах [5], в которой:

- множество альтернатив задано априори и конечно $A = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$, $n > 2$;

- индивидуальные предпочтения представимы в виде обобщенных ранжировок

$$R_j = A_{j,i_1} Q_{i_1}^j \dots Q_{i_{n-1}}^j A_{j,i_n};$$

- совокупность индивидуальных предпочтений образует m -элементный профиль индивидуальных предпочтений $R = \{R_1, \dots, R_m\}$. $m \geq 2$.

Требуется построить отношение коллективного предпочтения $R_{agg} = F(R)$: $\langle A, R \rangle \rightarrow R_{agg}$, где

$$R_{agg} = A_{i_1} Q_{i_1}^{agg} \dots Q_{i_{n-1}}^{agg} A_{i_n} \in \mathfrak{R}_n.$$

В поставленной задаче способ обработки индивидуальных предпочтений представляет собой отображение $F: \mathfrak{R}_n^m \rightarrow \mathfrak{R}_n$, которое задано на профиле индивидуальных предпочтений, и результатом является ранжировка R_{agg} . Метод построения отношения коллективного предпочтения реализует один или несколько принципов согласования индивидуальных предпочтений, согласно которым из множества \mathfrak{R}_n выбирается упорядочение $R_{agg} = F(R)$, являющееся результатом агрегирования индивидуальных предпочтений всех экспертов. В таблице приведены примеры соответствующих процедур голосования с кратким описанием реализованного в них способа обработки индивидуальных предпочтений (принципа согласования).

Рациональность плюралистарной процедуры голосования доказана для двух альтернатив [8], но при увеличении их числа данная процедура не учитывает индивидуальные предпочтения меньшинства, т.е. отношение коллективного предпочтения строится без учета мнений всех участников голосования, что свидетельствует о ее несправедливости. Кроме этого, применение плюралистарной процедуры в некоторых случаях приводит к получению нетранзитивного отношения предпочтения. С целью учета всех индивидуальных предпочтений, предложены принципы согласования Кондорсе и Борда, которые легли в основу процедур и систем голосования. Позже были найдены примеры, также иллюстрирующие недостатки процедур Кондорсе и Борда.

Разнообразие процедур голосования, применяемых как в малых группах, так и при всеобщем голосовании, обусловлено парадоксами голосования, которые возникают в результате их применения. В работе [9] приведена классификация известных парадоксов голосования.

**Процедуры голосования в малых группах**

Наименование	Описание
1. Плюралитарная процедура	Создается вспомогательная шкала – «сумма первых мест», по которой оцениваются все альтернативы. Отношение коллективного предпочтения строится в порядке убывания значений [1; 2; 7].
2. Обратная плюралитарная процедура (правило антибольшинства)	Создается вспомогательная шкала – «сумма последних мест», по которой оцениваются все альтернативы. Отношение коллективного предпочтения строится в порядке возрастания значений. Применяется для сокращения множества альтернатив [7].
3. Процедура Борда	Создается вспомогательная шкала – «сумма ранговых мест»: каждой альтернативе приписывается число, равное сумме ранговых мест этого варианта во всех индивидуальных предпочтениях. Результат строится по возрастанию значений [1; 2; 6; 7].
4. Модифицированная процедура Борда	Для каждой альтернативы создается числовая оценка – сумма разностей между числом экспертов, предпочитающих данную альтернативу каждой другой, и числом экспертов, для которых другие альтернативы предпочтительнее данной. Отношение коллективного предпочтения строится по убыванию значений [2].
5. Процедура Кондорсе	В ходе попарного сравнения по правилу простого большинства определяется альтернатива, которая превосходит все остальные (таковая не всегда существует) [1; 2; 6; 7].
6. Процедура Симпсона	Для каждой альтернативы определяется функция, равная минимальному числу участников, предпочитающих данную альтернативу любой другой. Отношение коллективного предпочтения строится по убыванию значений функции [2].
7. Процедура минимакса	Двойственна к процедуре Симпсона [7].
8. Процедура Доджсона	Все альтернативы упорядочиваются по числу голосов, которых им не хватает для того, чтобы превосходить все остальные варианты по простому большинству (более половины) голосов. Упорядочение строится по возрастанию значений [7].
9. Процедура Нансона	Используется в случае строгого упорядочения альтернатив в индивидуальных предпочтениях. Последовательно исключаются альтернативы, худшие по процедуре Борда [2; 7].
10. Процедура Кумбса	Последовательно исключаются альтернативы, худшие по обратной плюралитарной процедуре [2].
11. Процедура Варе	Последовательно исключаются альтернативы, худшие по плюралитарной процедуре [7].
12. Процедура Шульце (метод разъезженного пути)	Построение графика путей предпочтений, определение силы путей. Упорядочение альтернатив строится по убыванию величины силы пути.

На основании анализа литературных источников сделан вывод о том, что у существующих методов формирования отношения группового предпочтения, реализующих различные принципы согласования индивидуальных предпочтений, имеются различные недостатки, приводящие к возникновению парадоксов голосования. Соответственно, актуальным остается вопрос *разработки нового подхода к построению отношения группового предпочтения*.

Предлагаемый подход. С целью повышения эффективности (результативности) процедуры голосования в процессе выработки коллективных управляющих воздействий предложен многометодный подход к согласованию индивидуальных предпочтений: КПП-метод (Комплексное Применение Принципов).

Суть КПП-метода заключается в итеративном получении решения:

1. На первой итерации одновременно разными методами (принципами согласования) осуществляется построение отношений группового предпочтения, которые предъявляются ЛПР [5].

2. Если ЛПР считает, что некоторое решение достаточно согласовано, то выход, иначе переход, на 3.

3. Решение задачи согласования отношений группового предпочтения между собой различными методами. В результате получаем совокупность отношений группового предпочтения и переход на 2 [5; 10].

Количество итераций и методы, применяемые на каждой итерации, определяет лицо, принимающее решение. На рисунке приведена схема работы КПП-метода.

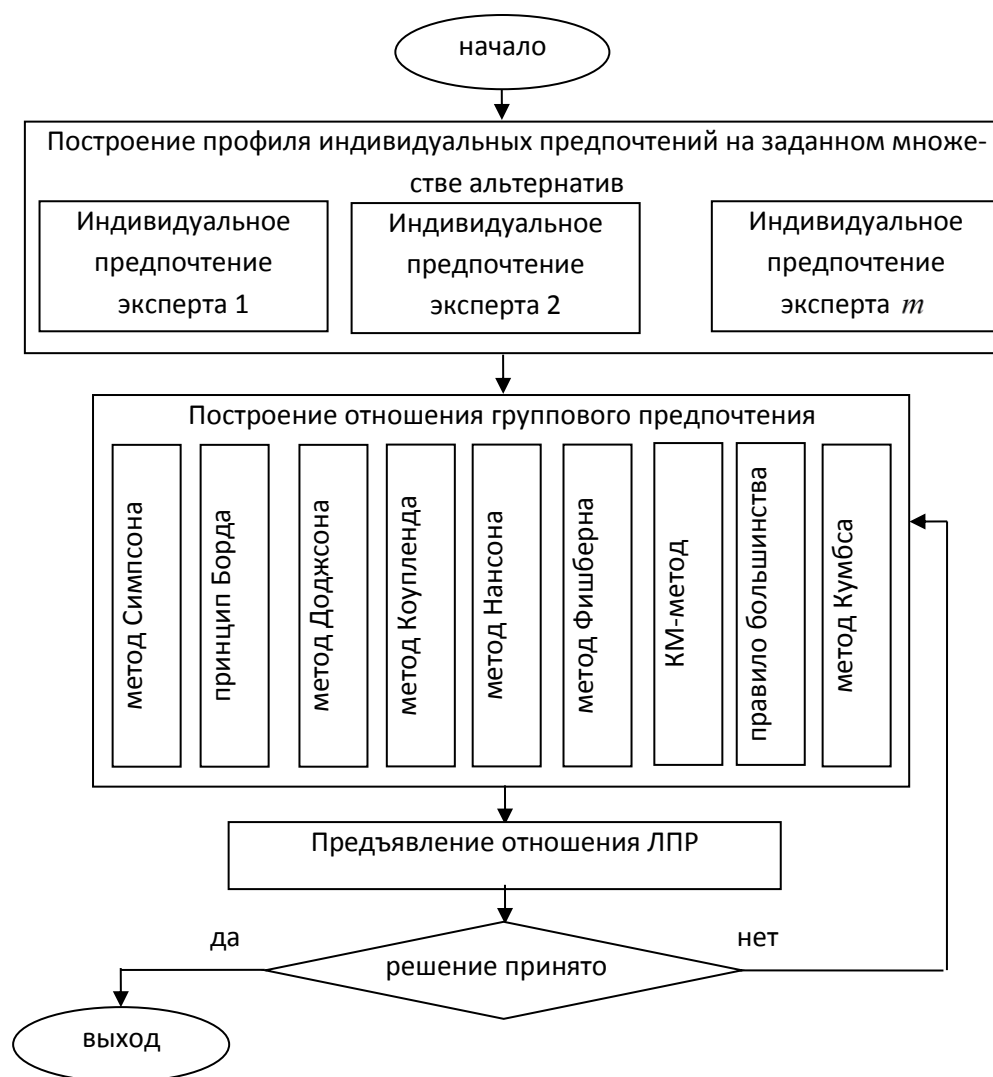


Схема работы КПП-метода

Применение КПП-метода не позволяет разрешать задачи, в которых начальный профиль индивидуальных предпочтений цикличен, но подобные задачи не разрешимы ни одним из известных методов.

На основе КПП-метода предлагается новая модель процедуры голосования, которая отличается от известных:

1. Процедурой учета мнений. Может быть как ранжирующей, так и неранжирующей, т.е. участникам коллектива предоставляется возможность выбора одного из трех способов формирования индивидуального предпочтения:

- упорядочить все альтернативы, от лучшей к худшей (ранжирующая процедура учета мнений);
- указать только лучшую альтернативу – остальные считаются эквивалентными и хуже указанной (неранжирующая процедура учета мнений);
- указать только худшую альтернативу – остальные признаются эквивалентными или лучше указанной (неранжирующая процедура учета мнений);

2. Способом обработки голосов. Согласование индивидуальных предпочтений с помощью КПП-метода.

На основе предложенной модели процедуры голосования, разработана модель–система голосования в малых группах, сочетающая:

- равноправие всех участников выбора: мнение может быть высказано только один раз; один участник – одно индивидуальное предпочтение;
- однотуровую форму организации голосования;
- форму представления итогового группового (коллективного) выбора в виде ранжировки упорядоченных альтернатив;
- заочную форму проведения: мнение участников выбора выявляется с помощью письменного опроса (заполнение формы установленного образца).

Применение предложенной модели процедуры голосования обеспечивает ей рациональность, демократичность и универсальность.

Закключение. В работе рассмотрена часто встречающаяся на практике задача: принятие управляющих воздействий коллективом. Основная сложность заключается в агрегировании всех мнений. На сегодняшний день разработано множество методов построения отношения коллективного предпочтения, однако ни один из них не является универсальным.



Авторами предложен новый подход к решению задачи коллективного выбора в виде КПП-метода, суть которого заключается в последовательном многометодном согласовании отношений предпочтения. На основании

данного подхода предложены модели процедуры и системы голосования в малых группах.

Статья поступила 15.04.2014 г.

Библиографический список

1. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. М.: Логос, 2000. 295 с.
2. Петровский А.Б. Теория принятия решений. М.: Академия, 2009. 400 с.
3. Котлов Ю.В. Алгоритмическое и программное обеспечение многокритериального выбора на основе обобщенных ранжировок: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Иркутск: ИДСТУ СО РАН, 2001. 20 с.
4. Малтугуева Г.С., Котлов Ю.В. Алгоритм группового выбора при описании индивидуальных предпочтений в виде ранжировок // Вестник БГУ. 2004. №9 (II). С. 44–47.
5. Малтугуева Г.С., Юрин А.Ю. Метод поддержки принятия решений в малых группах // Вестник БГУ. Математика, информатика. 2012. № 1. С. 26–34.
6. Миркин Б.Г. Проблема группового выбора. М.: Наука, 1974. 258 с.
7. Вольский В.И., Лезина З.М. Голосование в малых группах. М.: Наука, 1991. 192 с.
8. Moulin H. Axioms of Cooperative Decision Making. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
9. Nurmi H. Voting Paradoxes and how to deal with them. Berlin: Springer-Verlag, 1999.
10. Малтугуева Г.С., Юрин А.Ю. Алгоритм коллективного выбора на основе обобщенных ранжировок для поддержки принятия решений // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2009. № 3. С. 57–62.