

УДК 004.94:519.816

Н.А. Миронова, ассистент  
Запорожский национальный технический университет, г. Запорожье, Украина  
mironovanata@ukr.net

## Метод синтеза группового решения для многокритериальных задач большой размерности

*Предложен метод синтеза группового решения. В результате синтеза получен новый метод принятия групповых решений ИМБРА для многокритериальных иерархических задач большой размерности в условиях неопределенности с учетом согласованности суждений коалиций экспертов.*

**Ключевые слова:** метод синтеза группового решения, задача принятия групповых решений, метод принятия групповых решений ИМБРА

### Введение

В настоящее время задачи принятия групповых решений (ПГР) характеризуются возрастающей сложностью [1]: увеличение количества объектов сравнения (критериев относительно подкритериев, критериев для оценки альтернатив и т.д.); учет зависимости объектов (необходимость построения иерархической или сетевой модели); а также необходимостью улучшения качества и точности обработки экспертных данных (получение согласованных оценок экспертов).

Существующие методы ПГР ограничены для решения задач сложной структуры, характеризующихся большим количеством сравниваемых объектов в условиях неопределенности.

Одним из таких методов, который учитывает специфику процесса группового обсуждения проблемной ситуации и предоставляет возможность учитывать многокритериальность и неопределенность, является классический метод анализа иерархий (МАИ), предложенный Т. Л. Саати [2].

Модификации МАИ [3] позволяют решать задачи ПГР сложной иерархической или сетевой структуры. Однако данные методы направлены на решение одной определенной задачи: или построение задач сложной структуры, или сравнение большого количества объектов, или учет неопределенности, или поддержка ПГР и др.

Поэтому актуальной задачей является разработка новых и модификация существующих методов ПГР, что позволит дополнить структуру базы методов групповых систем поддержки принятия решений (ГСППР) и, как следствие, расширить функциональные возможности ГСППР для решения практических задач ПГР

сложной структуры в условиях неопределенности.

Целью работы является разработка метода синтеза группового решения для задач сложной структуры, который позволит получить новый метод для решения групповых многокритериальных иерархических задач большой размерности в условиях неопределенности с учетом согласованности суждений коалиций экспертов.

### Постановка задачи

Внутреннее строение модифицированных МАИ, входные и выходные данные алгоритмов (блоков) внутри методов предоставляют возможность их комбинировать и объединять в единый новый метод с новыми функциональными возможностями.

Предложенная систематизация модификаций МАИ [3] позволяет выделить систему классификационных признаков методов ПГР, которая приведена в табл. 1:

$$CL\_P = \{TSP, TH, M, \theta, WPO, \xi, OA\}.$$

Введем дополнительные обозначения:

$$Bl = (Bl_1, Bl_2, \dots, Bl_n) \quad - \quad \text{множество}$$

методов-кандидатов;

$VT$  – вектор требований к новому методу.

Необходимо выполнить синтез метода ПГР согласно вектору требований  $VT$ , который формируется на основе выделенных классификационных признаков.

Цель синтеза – получить новый метод ПГР для решения задач сложной структуры в условиях неопределенности.

### Описание метода

Предлагаемый метод синтеза группового решения для решения задач сложной структуры в условиях неопределенности с использованием

морфологического подхода состоит из следующих этапов [1, 3-4]:

**Этап 1.** Выделение необходимых классификационных признаков из множества признаков  $CL\_P$  (определение маски синтеза):

$$CL\_P(REQ) = \left\{ \begin{array}{l} (TSP2), (TH1, TH2, TH3), \\ (M2, M3, M4, M5), \\ (\theta1, \theta2, \theta3, \theta4), \\ (WPO1, WPO2, WPO3, WPO4), \\ (\xi1, \xi2, \xi3), \\ (OA11, OA12, OA13, OA2, OA3) \end{array} \right\}.$$

**Этап 2.** Описание модификаций МАИ по предложенным классификационным признакам.

Построение и заполнение морфологической таблицы методов ПГР [5].

**Этап 3.** Наложение маски синтеза на морфологическую таблицу методов ПГР. Маска синтеза характеризует новый, еще несуществующий метод.

В соответствии с морфологическим подходом, необходимо было бы проанализировать 25920 различных вариантов решений. Применение маски синтеза позволяет ограничить область поиска, изначально отсеивая неперспективные методы с точки зрения цели синтеза.

Таблица 1 – Классификационные признаки методов ПГР

Классификационный признак	Значение
Тип системы предпочтений ( $TSP$ )	1. Принятие индивидуальных решений 2. Принятие групповых решений
Тип иерархии ( $TH$ )	1. Первый (однородная иерархия) 2. Второй (неоднородная иерархия) 3. Третий (сеть)
Метод формирования матриц попарных сравнений ( $M$ )	1. Саати 2. Относительно стандартов 3. Копированием 4. Сокращенная процедура формирования матриц попарных сравнений (МПС) 5. Модификация для случаев с большим количеством оцениваемых параметров (>9)
Способ измерения предпочтений экспертов ( $\theta$ )	1. Точечная 2. Стохастическая 3. Нечеткая 4. Интервальная
Метод получения вектора приоритета ( $WPO$ )	1. Для точечных МПС 2. Для стохастических МПС 3. Для нечетких МПС 4. Для интервальных МПС
Способ оценки и коррекции экспертных суждений ( $\xi$ )	1. В зависимости от структуры метода: 1.1 Изменение структуры иерархии 1.2 Пересмотр оценок в МПС 2. По типу оценок: 2.1 Точечные 2.2 Нечеткие 3. По способу пересмотра: 3.1 Единоличный пересмотр значений оценок самим ЛПР 3.2 Итеративный способ пересмотра
Метод синтеза итогового решения ( $OA$ )	1 Способ свертки критериев: 1.1 Линейная 1.2 Нелинейная 1.3 Мультипликативная 2 Тип модели: 2.1 Иерархический синтез 2.2 Синтез для сетевой модели 2.3 Специальные соотношения 3 Тип оценок: 3.1 Точечные 3.2 Нечеткие 3.3 Интервальные

**Етап 4.** Определение правила отбора методов-кандидатов.

$$Pr^+ = \left\{ \begin{array}{l} Pr_i^+ | Pr_i^+ \in Pr \wedge CL\_P(Pr_i^+) \supset TSP2 \wedge \\ (TH1, TH2) \wedge M5 \wedge \xi 1 \wedge OA12 \end{array} \right\},$$

где  $Pr^+$  – множество методов, соответствующих предъявляемым требованиям;  
 $Pr$  – множество рассмотренных методов;

$CL\_P(Pr_i^+)$  – множество значений классификационных признаков  $i$ -метода.

**Етап 5.** Определение требований к функциональным возможностям синтезируемого метода с учетом маски синтеза и правила отбора методов-кандидатов (определение компонент вектора требований  $VT$ ):

– решение задач сложной иерархической структуры (наличие различных зависимостей между альтернативами, критериями, подкритериями):  $TH1$  – первый тип иерархий или однородная иерархия;  $TH2$  – второй тип иерархий или неоднородная иерархия;

– решение задач большой размерности (большое количество объектов сравнения, более 9):  $M2$  – метод формирования МПС относительно стандартов,  $M3$  – метод формирования МПС копированием,  $M4$  – сокращенная процедура формирования МПС,  $M5$  – модификация для случаев с большим количеством оцениваемых параметров(>9);

– учет согласованности суждений коалиций экспертов – выделение с помощью кластерного анализа коалиций экспертов, далее применение способов оценки и коррекции согласованности суждений групп экспертов:  $\xi 1$  – способы оценки и коррекции экспертных суждений в зависимости от структуры метода.

**Етап 6.** Наложение вектора требований  $VT$  к новому методу:

$$VT = \{ (TH1, TH2), (M2, M3, M4, M5), \xi 2 \}.$$

**Етап 7.** Получение нового метода с необходимыми характеристиками и новыми функциональными возможностями:

$$METHOD(IMBRA) = \left\{ \begin{array}{l} TSP2, TH1, \theta 3, \\ M5 \vee M4, \\ WPO3, \xi 22, \\ OA21 \vee OA12 \vee OA32 \end{array} \right\}.$$

Предложенный метод позволяет снять ограничение эксперта, связанное с установленным психологами фактом, что обычному человеку трудно осуществлять рациональный выбор, если число объектов выбора превышает  $7 \pm 2$ , и не позволяющего одновременно учитывать множество параметров решаемой задачи (параметрическая неопределенность), а также устранить явление

невозможности (нереальности) знания всех возможных (допустимых) вариантов решений задачи группового выбора (комбинаторная неопределенность).

При создании нового метода ПГР, соответствующего сформулированным требованиям, возникали проблемы совместимости между синтезируемыми методами-кандидатами. Для решения данной проблемы предлагается следующий алгоритм:

– определение мест несовместимости между методами-кандидатами;

– разработка методов-адаптеров (методы решения задачи отсутствуют и их необходимо разработать) или модификация (усовершенствование) методов-кандидатов (методы есть, но они не предназначены для решения данной задачи) для согласования мест несовместимости в новом методе.

В результате при создании нового метода выявлены методы, которые необходимо реализовать для обеспечения необходимой функциональности полученного метода:

– метод-кандидат: метод получения вектора приоритетов из нечетких МПС на основе эволюционного алгоритма [6];

– методы-адаптеры: методы синтеза итогового решения на основе нечетких экспертных оценок [7].

### **Иерархический метод принятия групповых решений для многокритериальных задач большой размерности (ИМБРА)**

В результате синтеза получен иерархический метод ПГР ИМБРА на основе МАИ для решения многокритериальных иерархических задач большой размерности в условиях неопределенности с учетом согласованности суждений коалиций экспертов, который состоит из следующих блоков:

$$METHOD(IMBRA) = \{ Bl_1, Bl_2, Bl_3, Bl_4, Bl_5, Bl_6 \},$$

$$\text{где } Bl_3 = \{ Bl_{31}, Bl_{32} \} \text{ и } Bl_6 = \{ Bl_{61}, Bl_{62} \}.$$

Распишем метод принятия групповых решений ИМБРА по блокам в виде следующих этапов:

Етап 1. Построение иерархии первого типа (однородной иерархии):

$$Bl_1 = TH1(S, A, B, X),$$

где  $S$  – множество критериев

$$S = (s_1, s_2, \dots, s_m);$$

$$A – \text{множество целей } A = (a_1, a_2, \dots, a_k);$$

$$B – \text{множество ограничений}$$

$$B = (b_1, b_2, \dots, b_h);$$

$$X – \text{множество альтернатив}$$

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n), \text{ из которых выбирается}$$

единственное оптимальное решение  $X^*$ ;

Этап 2. Выбор шкалы оценок экспертов ( $Bl_2 = \theta 3$ ). Первичное сравнение элементов с помощью вербальной шкалы, затем перевод вербальной оценки в нечеткую оценку.

Этап 3. Оценка элементов иерархии методом попарных сравнений. При количестве элементов одного уровня больше 9 оценка выполняется по методу парных сравнений ( $Bl_{31} = M5$ ) для случаев с большим количеством оцениваемых параметров [8].

В качестве «идеальной» матрицы используется МПС, полученная с помощью сокращенной процедуры формирования МПС ( $Bl_{32} = M4$ ), на основании оценок эксперта, вынесенных только относительно первого объекта сравнения (в этом случае эксперт выносит  $n-1$  суждение). Эксперт просматривает матрицу и/или соглашается с полученными оценками, или корректирует их в соответствии со своими предпочтениями [9].

Этап 4. Получение векторов приоритетов с помощью метода получения вектора приоритетов из нечетких МПС на основе эволюционного алгоритма [6] ( $Bl_4 = WPO3$ ), проверка индивидуальных нечетких оценок на транзитивность, в случае нарушения логичности суждений – идентификация и корректирование нетранзитивных оценок [10].

Этап 5. Оценка степени согласованности ( $Bl_5 = \xi 22$ ): использование нечеткого спектрального коэффициента согласованности, использование нечеткого порога в случае нечетких оценок [11].

Этап 6. Иерархический синтез для первого типа иерархии ( $Bl_{61} = OA21$ ), синтез итогового решения: использование нелинейной свертки критериев для нечетких оценок ( $Bl_{62} = OA12 \vee OA32$ ) [7].

Этап 7. Получение группового решения

$$G = (g_1, g_2, \dots, g_p):$$

$$G = f(\theta, X, L),$$

где  $L$  – решающее правило (способ), позволяющее согласовать индивидуальные предпочтения в единое групповое предпочтение,  $p$  – количество экспертов в группе.

В качестве решающего правила  $L$  рекомендуются следующие методы: медианы Кемени или среднего ранга [12-14].

## Выводы

В работе решена актуальная задача разработки метода синтеза группового решения для многокритериальных задач большой размерности, который учитывает современные требования к задачам принятия групповых решений, использует комбинаторный метод для построения множества возможных вариантов реализации, и может быть использован для синтеза новых методов принятия групповых решений.

Научная новизна работы состоит в том, что впервые предложен метод синтеза группового решения для многокритериальных иерархических задач большой размерности в условиях неопределенности на основе морфологического подхода, который позволяет сузить область поиска необходимого варианта метода принятия групповых решений и формализовать процесс настройки задач группового выбора для групповых систем поддержки принятия решений.

В результате синтеза получен иерархический метод принятия групповых решений ИМБРА на основе методов анализа иерархий для решения многокритериальных иерархических задач большой размерности в условиях неопределенности с учетом согласованности суждений коалиций экспертов.

## Список литературы

1. Олейников С. П. Системный синтез иерархических методов принятия решений: автореф. дис.... канд. техн наук: спец. 05.13.01 / Олейников Сергей Петрович; Волгоградский государственный технический университет. – Волгоград, 2010. – 24 с.
2. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Л. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.
3. Миронова Н.А. Интеграция модификаций метода анализа иерархий для систем поддержки принятия групповых решений / Н.А. Миронова // Радиоэлектроника. Информатика. Управление. – 2011. – №2. – С. 47-54.
4. Андрейчиков А. В. Анализ, синтез, планирование решений в экономике / А. В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
5. Миронова Н.А. Экспертная система выбора модификации метода анализа иерархий / Н.А. Миронова, Г.В. Табунщик // АСУ и приборы автоматики. – 2010. – № 153. – С. 62–70.
6. Миронова Н.А. Метод получения вектора приоритетов из нечетких матриц попарных сравнений / Н.А. Миронова, В.И. Дубровин // Искусственный интеллект. – 2009. – № 3. – С. 464–470.

7. Миронова Н.О. Модифіковані методи отримання найкращої альтернативи для методу аналізу ієрархій на основі нечітких експертних оцінок / Н.О. Миронова, В.І. Дубровін // Тези доповідей IV міжнародної наукової конференції [«Комп'ютерні науки та інженерія 2010 (CSE-2010)»]. – Львів: Львівська політехніка, 2010. – С. 246-247.
8. Сайко В. В. Модификация метода парных сравнений для случаев с большим количеством оцениваемых параметров / В. В. Сайко // Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта: Материалы международной научной конференции. Т. 1. – Херсон: ХНТУ, 2009. – С. 210-214.
9. Трофимец В.Я. К вопросу разработки вспомогательных вычислительных процедур МАИ: [Электрон. ресурс] / В.Я. Трофимец. – Режим доступа: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2004/079.pdf>
10. Кораблев Н.М. Согласование и коррекция экспертных оценок в системах поддержки принятия решений в условиях нечеткой исходной информации / Н.М. Кораблев, С.Г. Удовенко, Ферас Алзин // Радиоэлектроника. Информатика. Управление. – 2005. – №2(14). – С. 116-120.
11. Панкратова Н.Д. Методология обработки нечеткой экспертной информации в задачах предвидения. / Н.Д. Панкратова, Н.И. Недашковская // Проблемы управления и информатики. – 2007. – Ч. 2, № 3. – С. 49-63.
12. Тоценко В.Г. Методы и системы поддержки принятия решений: Алгоритмический аспект / В.Г. Тоценко. – К.: Наукова думка, 2002. – 381 с.
13. Кемени Дж. Кибернетическое моделирование: Некоторые приложения / Дж. Кемени, Дж. Снелл. – М.: Советское радио, 1972. – 192 с.
14. Миронова Н.А. Методы определения групповой оценки объектов в методах анализа иерархий / Н.А. Миронова, В.И. Дубровін // Системный анализ и информационные технологии: Материалы XI Международной научно-технической конференции (26-30 мая 2009 г., Киев). – К: УНК «ИПСА» НТУУ «КПИ», 2009. – С. 94.

*Надійшла до редакції 10.10.2012*

#### **Н.О. МИРОНОВА**

Запорізький національний технічний університет

#### **N.A. MIRONOVA**

Zaporizhzhya National Technical University

#### **Метод синтезу групового рішення для багатокритеріальних задач великої розмірності**

#### **Group Decision Making Synthesis Method for Solving Large-Scale Multi-Criteria Problems**

Запропоновано метод синтезу групового рішення. В результаті синтезу отримано новий метод прийняття групових рішень ІМВРО для багатокритеріальних ієрархічних задач великої розмірності за умов невизначеності з урахуванням узгодженості суджень коаліцій експертів.

The article offers a group decision synthesis method. The synthesis allowed obtaining a new group decision method HMLDI for solving multicriteria hierarchical large scale problems in uncertainty conditions taking into account the agreement in experts' judgments

**Ключові слова:** метод синтезу групового рішення, задача прийняття групових рішень, метод прийняття групових рішень ІМВРО

**Keywords:** group decision method synthesis, group decision making problem, group decision method HMLDI