
УДК 004.942:519.816

Н.А. МИРОНОВА, Г.В. ТАБУНЩИК

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ВЫБОРА МОДИФИКАЦИИ МЕТОДА АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ

Предлагается экспертная система, которая позволяет охватить существующие модификации метода анализа иерархий. Реализация экспертной системы способствует повышению эффективности работы пользователей в интерактивной среде коллективного взаимодействия и обуславливает перспективность использования таких систем при решении практических задач.

1. Введение

В современных условиях большинство важных социально-экономических решений принимаются в процессе коллективного обсуждения. Групповое принятие решений предпочтительней индивидуального тем, что с увеличением сложности и объема задач один человек не может быть компетентным во всех вопросах и выполнить всей работы по выработке и реализации решения. Кроме того, отсутствие полной и точной информации, необходимой для принятия решения, приводит к тому, что выбор оптимального исхода происходит именно в результате группового обсуждения руководителями, специалистами, экспертами и консультантами.

Актуальность разработки моделей систем поддержки принятия групповых решений обусловлена потребностью в повышении эффективности коллективного взаимодействия на этапе принятия групповых решений за счет разработки новых, усовершенствовании и адаптации существующих методов принятия групповых решений.

Из множества известных методов и подходов к принятию решений наибольший интерес представляют те, которые дают возможность учитывать многокритериальность и неопределенность, а также позволяют осуществлять выбор решений из множеств альтернатив различного типа при наличии критериев, имеющих разные типы шкал измерения [1]. Среди таких методов, которые учитывают специфику процесса обсуждения проблемной ситуации, является классический метод анализа иерархий (МАИ), предложенный Т. Л. Саати [2].

Целью работы является разработка экспертной системы выбора модификации метода анализа иерархий на основе продукционной модели для интеллектуальных систем поддержки принятия групповых решений.

Задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели:

– выполнить анализ существующих модификаций МАИ и провести их классификацию;

– разработать экспертную систему, которая бы обеспечила рациональный выбор методов принятия решений.

2. Постановка задачи

Для повышения степени объективности и качества процедуры принятия решений целесообразно учитывать мнение коллектива экспертов. МАИ [2] предоставляет возможность группе людей взаимодействовать по интересующей их проблеме, модифицировать свои суждения и в результате объединять их в соответствии с основным критерием: при проведении попарных сравнений объектов по отношению к некоторой характеристике, или характеристик относительно главной цели. Обратные связи обеспечивают ключ к объединению групповых суждений рациональным образом.

Данный метод позволяет выполнить исследование сложных систем взаимосвязанных компонент (ресурсы, желаемые исходы или цели) путем декомпозиции их на отдельные составляющие. Для оценки компонентов систем используется метод последовательного попарного сравнения объектов.

Можно выделить следующие этапы МАИ: построение иерархии, формирование матрицы попарных сравнений (МПС), получение вектора приоритетов, оценка степени согласованности МПС, получение наилучшей альтернативы.

С момента появления МАИ он был глубоко исследован, подробно изучены его преимущества и потенциальные недостатки, что привело к разработке множества модификаций метода, касающихся, в основном, изменения внутренних процедур (улучшения, усовершенствования определенного этапа) и направленных на исправление присущих классическому методу недостатков.

Для повышения эффективности систем поддержки принятия групповых решений необходимо выполнить разработку экспертной системы выбора модификации МАИ на основе продукционной модели.

3. Анализ модификаций классического метода анализа иерархий

В настоящее время существуют множество модификаций МАИ [3-19], которые можно классифицировать относительно следующих критериев:

- по типу системы предпочтения экспертов;
- по типу иерархий;
- по методу формирования матриц попарных сравнений;
- по способу измерения предпочтений экспертов (использование различных шкал измерения);
- по способу оценки и коррекции экспертных суждений;
- по методу синтеза итогового решения;
- в зависимости от структуры метода.

В табл. 1 приведено описание существующих модификаций классического МАИ.

4. Разработка экспертной системы выбора модификаций метода анализа иерархий

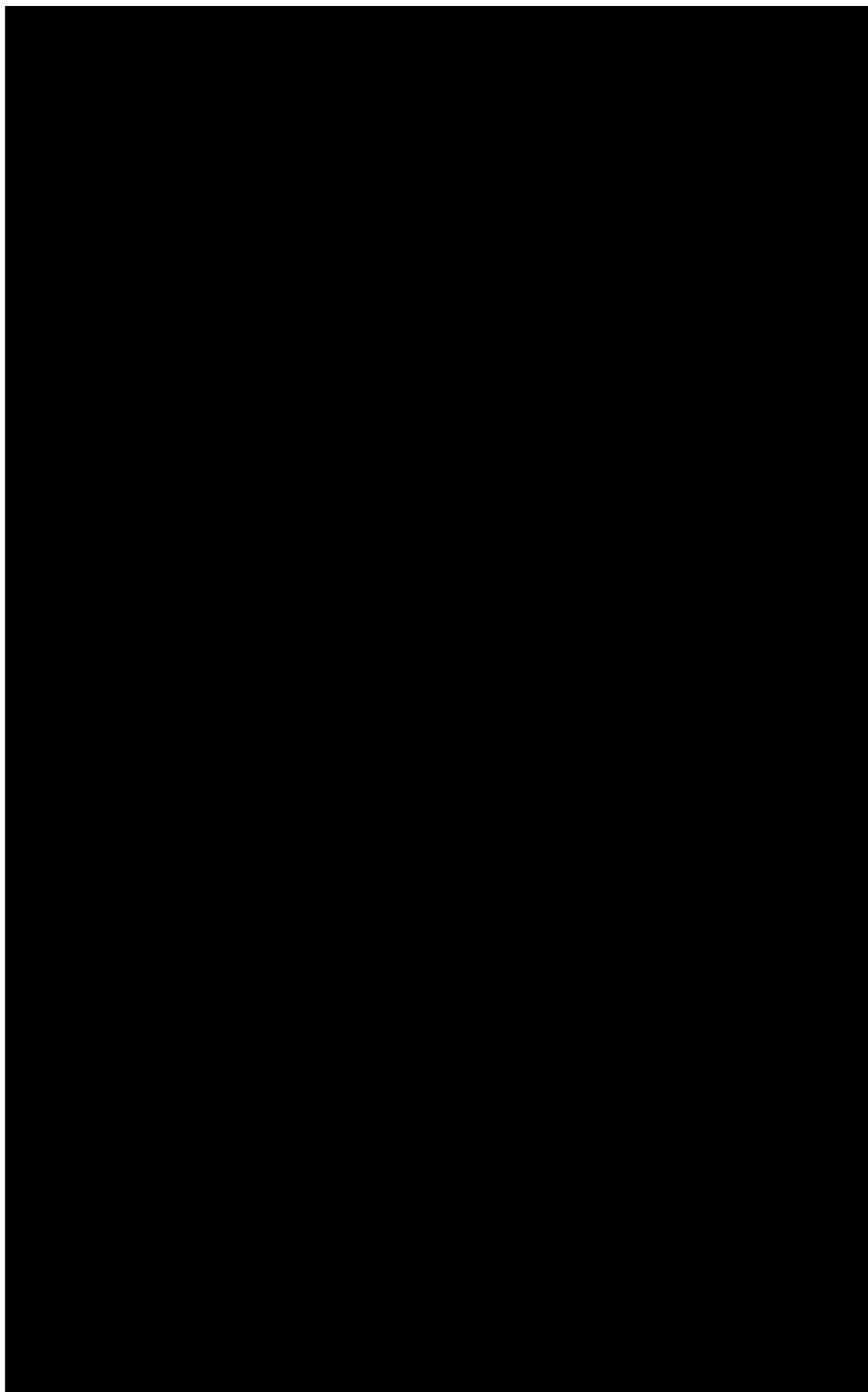
Задача анализа и выбора моделей принятия решений для автоматизированной системы поддержки группового обсуждения в основном соответствует постановке задачи определения предпочтительного варианта. В настоящее время проектирование систем компьютерной поддержки коллективного принятия решений связано с привлечением интеллектуальных средств, таких как модель представления, способы обработки, хранения и преобразования знаний. Наличие перечисленных элементов сочетается в интеллектуальных системах поддержки принятия решений (ИСППР). ИСППР относятся к классу интегрированных интеллектуальных систем, сочетающих строгие математические методы и модели поиска решения с нестрогими, эвристическими моделями и методами, базирующимися на знаниях специалистов, моделях человеческих рассуждений и накопленном опыте [20].

Ядром ИСППР является экспертная система (ЭС), в архитектуре которой выделяют следующие основные компоненты [21]:

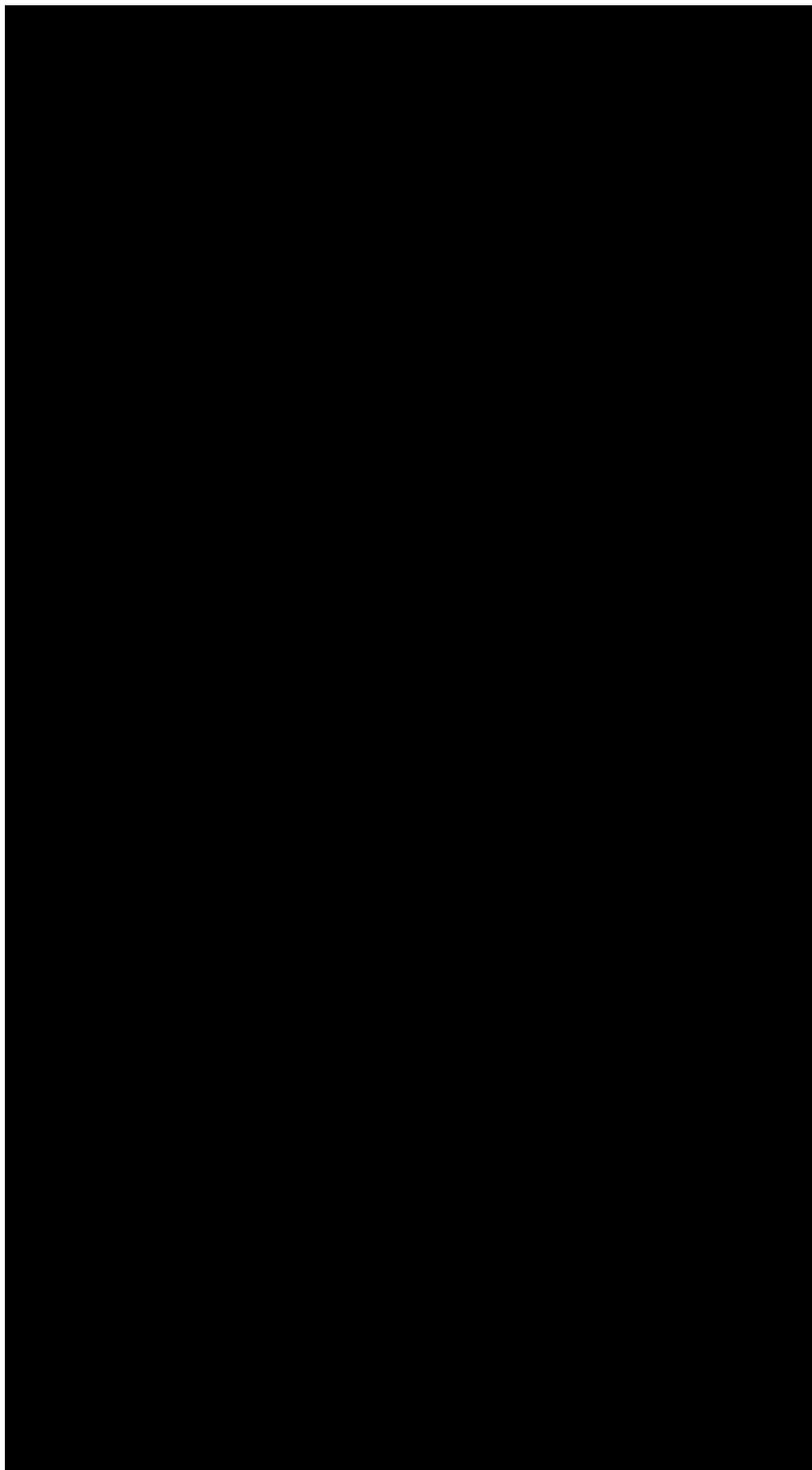
- базу знаний (факты, правила и эвристики, представляющие экспертные знания о предметной области);

– машину логического вывода (содержит стратегии и управляющие структуры, используемые для применения знаний, содержащихся в базе знаний для решения поставленной проблемы);

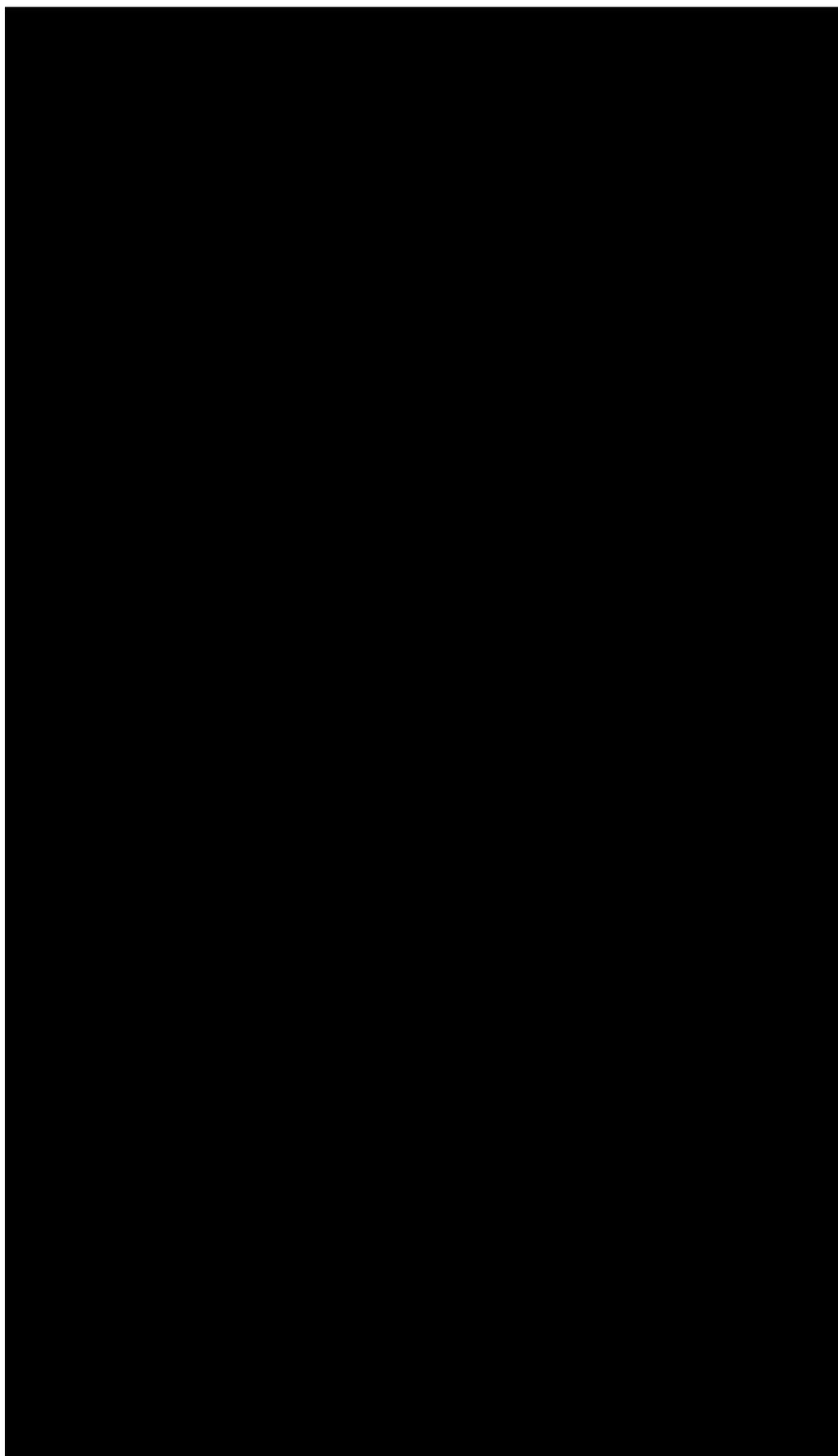
Таблица 1



Продолжение табл. 1



Окончание табл. 1



- подсистему приобретения знаний (автоматизирует процесс наполнения экспертной системы знаниями);
- подсистему объяснения решений (позволяет контролировать ход суждений экспертной системы и объяснять ее решения или их отсутствие);
- рабочую память (база данных);
- пользовательский интерфейс, который управляет взаимодействием с пользователем (управление экраном, организация диалога, объяснительные способности системы).

В качестве модели представления знаний в проектируемой ЭС используется продукционная модель, в которой знания представлены совокупностью так называемых продукционных правил вида «если – то», дополняемых логическими операторами.

Разработка ЭС выбора модификации МАИ включает в себя формирование базы знаний «Модификации метода анализа иерархий». Опишем множество возможных фактов (базу фактов) $F = (f_1, f_2, \dots, f_{nf})$, формируемое при разработке данной информационной системы (табл. 2).

Заполнение базы правил (множество правил $P = (p_1, p_2, \dots, p_{np})$) выполняется в соответствии с синтаксисом продукционной модели. Приведем пример правила:

p_1 : ЕСЛИ *тип иерархии* = f_{11} ,

И *способ измерения предпочтений экспертов* = f_{21} ,

И *метод парных сравнений* = f_{31} ,

И *метод получения вектора приоритета* = f_{41} ,

И *способ оценки и коррекции экспертных суждений* = f_{51} ,

И *метод синтеза итогового решения* = f_{611} ,

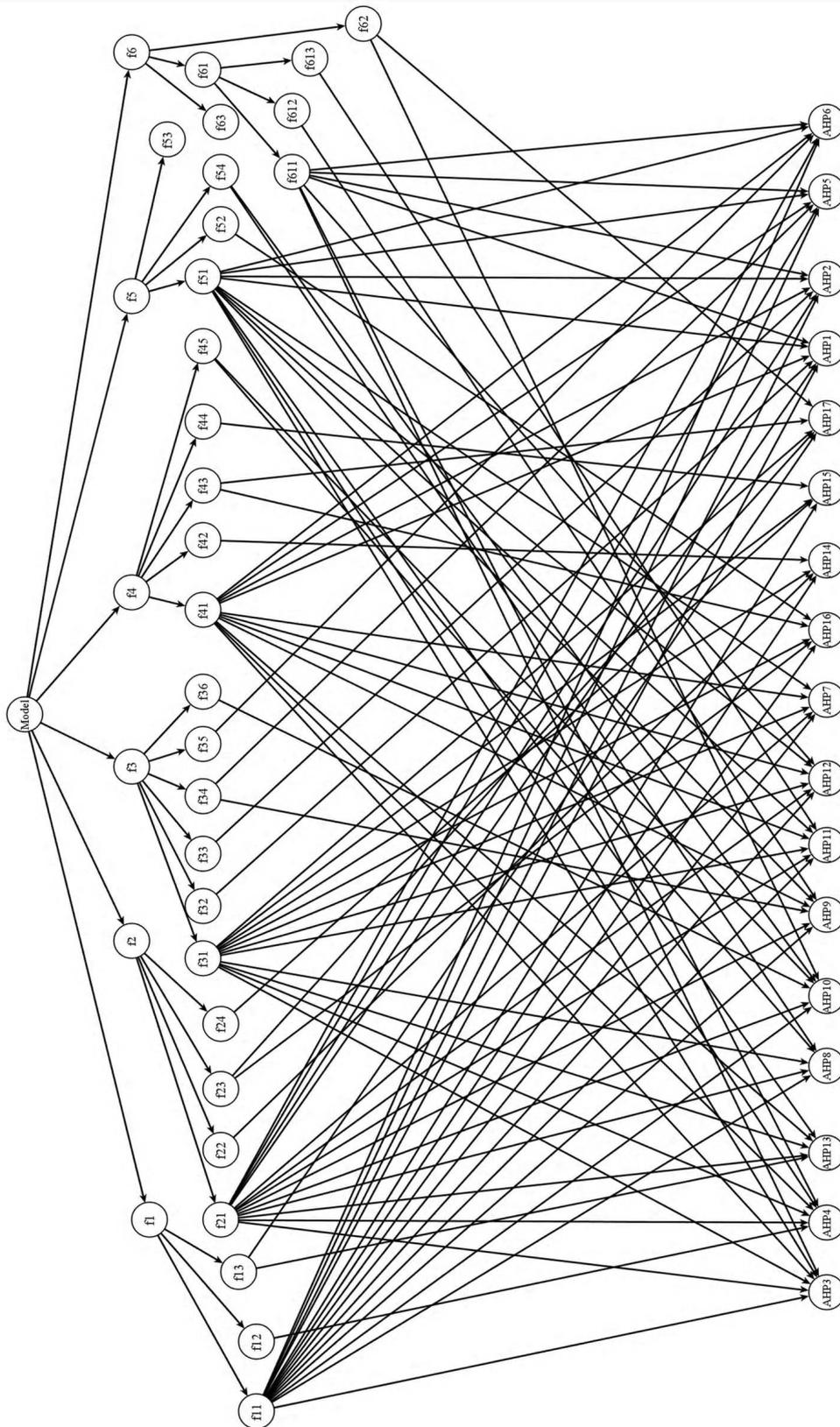
ТО *рекомендуемый метод* = *классический метод анализа иерархий*.

Сформируем граф логического вывода для разрабатываемой системы (рисунок). Вершины графа – факты базы знаний, дуги характеризуют механизм рассуждения ЭС, т.е. правила базы знаний.

Таблица 2

Название объекта	Определение сущности	Название атрибута (свойства) объекта
1	2	3
$f_1 = \text{тип иерархии}$	Характер связей между критериями и альтернативами	f_{11} = первый, f_{12} = второй, f_{13} = третий
$f_2 = \text{способ измерения предпочтений экспертов}$	Используемая шкала измерения суждений экспертов	f_{21} = точечная, f_{22} = стохастическая, f_{23} = нечеткая, f_{24} = интервальная
$f_3 = \text{метод парных сравнений}$	Способ формирования МПС	f_{31} = Саати, f_{32} = относительно стандартов, f_{33} = копированием, f_{34} = сокращенная процедура формирования МПС, f_{35} = модификация для случаев с большим количеством оцениваемых параметров, f_{36} = не требует формирования МПС
$f_4 = \text{метод получения вектора приоритета}$	Метод обработки МПС	f_{41} = для точечных МПС, f_{42} = для стохастических МПС, f_{43} = для нечетких МПС, f_{44} = для интервальных МПС, f_{45} = не требуется
$f_5 = \text{способ оценки и коррекции экспертных суждений}$	Способ оценки, улучшения согласованности и коррекции суждений	f_{51} = в зависимости от структуры метода, f_{52} = по типу оценок, f_{53} = по способу пересмотра, f_{54} = не требуется
$f_6 = \text{метод синтеза итогового решения}$	Метод получения наилучшего решения	f_{61} = способ свертки критериев, f_{611} = линейная, f_{612} = нелинейная, f_{613} = мультипликативная, f_{62} = тип модели, f_{63} = тип оценок

В результате работы создано программное обеспечение, реализующее предложенную ЭС выбора модификации МАИ, в состав которой входят следующие программные средства: пользовательский интерфейс, база знаний, редактор базы знаний, машина логического вывода, база моделей методов анализа иерархий. Разработанная ЭС обеспечивает рациональный выбор методов принятия групповых решений.



Граф логического вывода ЭС выбора метода принятия групповых решений на основе МАИ

5. Выводы

Выполнена разработка экспертной системы выбора модификации метода анализа иерархий на основе продукционной модели.

Научная новизна исследования состоит в том, что выполнена классификация существующих модификаций метода анализа иерархий по следующим критериям: по типу системы предпочтения экспертов; по типу иерархий; по методу формирования матриц попарных сравнений; по способу измерения предпочтений экспертов (использование различных шкал измерения); по способу оценки и коррекции экспертных суждений; по методу синтеза итогового решения; в зависимости от структуры метода, что позволяет осуществить рациональный выбор метода при принятии групповых решений, описать онтологию применения данного метода анализа иерархий в системах поддержки принятия групповых решений.

Практическая ценность исследования заключается в том, что разработана экспертная система, которая позволяет охватить существующие модификации метода анализа иерархий.

Использование реализованной экспертной системы в качестве надстройки для систем поддержки принятия коллективных решений приводит к дальнейшему развитию интеллектуальных систем поддержки принятия групповых решений и обуславливает перспективность применения данных программных средств при решении практических задач.

Список литературы: 1. *Андрейчиков А. В.* Анализ, синтез, планирование решений в экономике [Текст] / А. В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. М.: Финансы и статистика, 2002. 368 с. 2. *Саати Т. Л.* Принятие решений. Метод анализа иерархий [Текст] / Т. Л. Саати. М.: Радио и связь, 1993. 320 с. 3. *Миронова Н.А.* Обзор методов аналитической иерархии [Текст] / Н.А. Миронова, В.И. Дубровин // Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта: Материалы международной научной конференции. Том 1. Херсон: ХНТУ, 2009. С. 192-194. 4. *Трофимец В.Я.* К вопросу разработки вспомогательных вычислительных процедур МАИ: [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2004/079.pdf> 5. *Rotshtein A.P.* Modification of the Saaty Method for the Construction of Fuzzy Set Membership Functions [Текст] / A.P. Rotshtein // Proc. of the International Conference on Fuzzy Logic and its Applications, Zichron, Israel, 1997. P. 125-130. 6. *Сайко В. В.* Модификация метода парных сравнений для случаев с большим количеством оцениваемых параметров [Текст] / В. В. Сайко // Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта: Материалы международной научной конференции. Том 1. Херсон: ХНТУ, 2009. С. 210-214. 7. *Панкратова Н.Д.* Комплексне оцінювання чутливості рішення на основі методу аналізу ієрархій [Текст] / Н.Д. Панкратова, Н.І. Недашківська // Системні дослідження та інформаційні технології. 2006. № 3. С. 7–25. 8. *Ногин В. Д.* Упрощенный вариант МАИ на основе нелинейной свертки критериев [Текст] / В. Д. Ногин // Журнал вычислительной математики и математической физики. 2004. Т. 44. № 7. С. 1259-1268. 9. *Ротштейн А.П., Козачко А.Н.* Нечеткий многокритериальный выбор альтернатив: метод наилучшего случая [Текст] / А.П. Ротштейн, А.Н. Козачко // Автоматика-2008: доклады XV международной конференции по автоматическому управлению, 23-26 сентября 2008 г. Одесса: ОНМА. С. 488-491. 10. *Triantaphyllou E.* Two new cases of rank reversals when AHP and some of its additive variants are used that do not occur with multiplicative AHP [Текст] / E.Triantaphyllou // Journal of multicriteria decision analysis. 2001. № 10. P. 11-25. 11. *Недашківська Н.І.* Оцінювання реверсу рангів у методі аналізу ієрархій [Текст] / Н.І. Недашківська // Системні дослідження та інформаційні технології. 2005. № 4. С. 120–130. 12. *Saaty T.L.* Decision making with Dependence and Feedback. The Analytic Network Process. [Текст] / T.L. Saaty; PWS Publications. Pittsburgh: 2001. 386 p. 13. *Hahn E. D.* Decision making with uncertain judgments: a stochastic formulation of the analytic hierarchy process [Текст] / E. D. Hahn // Decision Sciences. 2003. № 34(3). P. 443-466. 14. *Kazutomi Sugihara.* Interval priorities in AHP by interval regression analysis [Текст] / Kazutomi Sugihara, Hiroaki Ishii and Hideo Tanaka // European Journal of Operational Research. 2004. № 158(3). P. 745-754. 15. *Lipovetsky S.* Interval estimation of priorities in the AHP [Текст] / Stan Lipovetsky, Asher Tishler // European Journal of Operational Research. 1999. № 114(1). P. 153-164. 16. *Панкратова Н.Д.* Методология обработки нечеткой экспертной информации в задачах предвидения. Ч. 1 [Текст] / Н.Д. Панкратова, Н.И. Недашкова // Проблемы управления и информатики. 2007. № 2. С. 40-55. 17. *Панкратова Н.Д.* Методология обработки нечеткой экспертной информации в задачах предвидения. Ч. 2 [Текст] / Н.Д. Панкратова, Н.И. Недашкова // Проблемы управления и информатики. 2007. № 3. С. 49-63. 18. *Ахрамейко А. А.* Обобщение метода анализа иерархий Саати для использования нечетко-интервальных экспертных данных: [Электрон. ресурс]. Режим доступа: http://sedok.narod.ru/_s_files/belorusia_2002.htm 19. *Prabjot K.* A fuzzy ANP-based approach for selection ERP vendors [Текст] / K. Prabjot, N.C. Mahanti // International Journal of Soft Computing. 2008. № 3(1). P. 24-32.

20. Орлов С.П., Чуваков А.В., Нечаев Д.А. Разработка экспертной системы в составе интеллектуальной системы поддержки принятия решений в области водоподготовки и водоочистки природных вод // Современные наукоемкие технологии. 2010. № 5. С. 44–51. 21. Субботин С.О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник. Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. 341 с.

Поступила в редколлегию 03.12.2010

Миронова Наталья Алексеевна, ассистент кафедры программных средств ЗНТУ. Научные интересы: метод анализа иерархий, принятие групповых решений, информационные технологии. Адрес: Украина, 69063, Запорожье, ул. Жуковского, 64, тел. (061) 769-82-67.

Табунщик Галина Владимировна, канд. техн. наук, доцент кафедры программных средств ЗНТУ. Научные интересы: управление проектами, проектирование программного обеспечения, нечеткая логика. Адрес: Украина, 69063, Запорожье, ул. Жуковского, 64, тел. (061) 769-82-67.