

## МОДИФИЦИРОВАННЫЙ МЕТОД АНКЕТИРОВАНИЯ В ЗАДАЧАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

*А.А. Стенин, д-р техн. наук, профессор;*

*Е.Ю. Мелкумян, канд. техн. наук;*

*А.Н. Губский, аспирант;*

*В.В. Курбанов, аспирант,*

*Национальный технический университет Украины «КПИ»,*

*Пр-т. Победы, 32, г. Киев, 03056, Украина*

*E-mail: alexander.stenin@yandex.ru, e.melkumyan@ukr.net*

*В статье предлагается способ формирования опросных анкет, математический аппарат которого основанный на логике предикатов первого порядка. Также предложена новая модифицированная процедура метода анкетирования по экспертной оценке альтернатив, в которой по каждому критерию оценивается все множество альтернатив.*

**Ключевые слова:** *системы поддержки принятия решений, метод анкетирования, опросные анкеты, логика предикатов, экспертная оценка альтернатив.*

### ВВЕДЕНИЕ

Анкетирование является одной из основных форм учета мнений респондентов в социологических, психологических, экономических, педагогических и других исследованиях[1]. Независимо от цели процесс анкетирования разделяют на четыре этапа: подготовка анкет, проведение анкетирования (сбор данных), обработка собранных данных, анализ результатов опроса и принятие на их основе решений.

В зависимости от информационной сложности, которая определяется мощностью множества альтернатив и ограничений, накладываемых проблемной средой, в задачах принятия решений целесообразно использовать различные компоновки методов и алгоритмов принятия решений.

Информационная сложность имеет два аспекта: «количественный» и «качественный» [2].

Количественная сложность зависит от объема обрабатываемой информации, требуемой скорости обработки (средней и пиковой), ее распределенности в пространстве и т.п. Качественная сложность определяется составом и характером информации, необходимой для успешного решения задачи: числом и разнообразием смысловых аспектов проблемной среды, которые должны отображаться в информационной системе, характером взаимосвязей между компонентами программной системы (ПС), существенных для решения задачи, степенью влияния через эти взаимосвязи результатов решения одних подзадач на пути решения других подзадач, априорной обозримостью ПС и т.п. Задачи, обладающие большой информационной сложностью, называют информационно сложными задачами. В противном случае, задачи называют информационно несложными.

Метод анкетирования, как правило, используется в информационно несложных задачах принятия решений[3]. Таким задачам можно поставить в соответствие схему принятия решений, приведенную на рис. 1. Здесь в прямоугольниках приведены исходные данные, а в фигурных стрелках – методы обработки исходных данных.

Данная схема включает три этапа решения задачи принятия решений: генерация альтернатив, оценивание альтернатив и вывод решения.

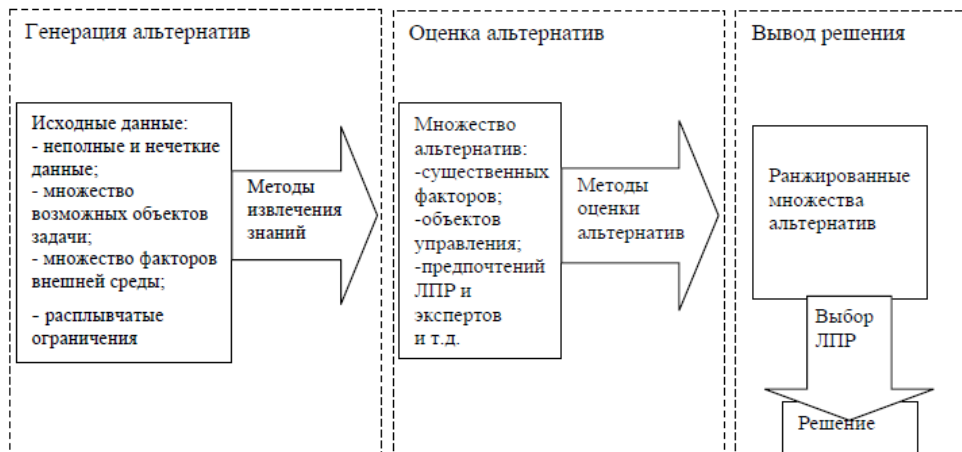


Рисунок 1 – Схема принятия решений для информационно несложных задач

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

В соответствии с исходными данными для задач принятия решений могут быть сгенерированы следующие типы множеств альтернатив:

- множество факторов, влияющих на систему извне;
- множество ограничений, накладываемых на задачу исследования и принятия решений;
- множество предпочтений лица, принимающего решения, описываемых в виде множества решающих правил;
- множество объектов исследования, характеризующихся набором свойств, которые описываются в виде множеств признаков.

Первичные множества альтернатив должны формироваться аналитиком на основе использования базы знаний предметной области исследуемого объекта, а затем уточняться посредством применения экспертного опроса, осуществляемого как правило, методом анкетирования. Однако наличие нечеткой информации и неопределенностей, вносимых внешней средой, требует модификации традиционного подхода метода анкетирования.

Следующей задачей является задача оценки сгенерированного множества альтернатив.

К настоящему времени имеется большой выбор методов оценки сгенерированного множества альтернатив и выбора лучших альтернатив. В работе [5] выделяется четыре класса методов, соответствующих четырем видам использования экспертной информации:

- экспертная информация не используется;
- используется информация о предпочтениях на множестве критериев;
- используется информация о предпочтениях на множестве альтернатив;
- используется информация о предпочтениях на множестве критериев и множестве альтернатив.

В данной работе рассматривается второй класс использования экспертной информации, что характерно при работе большинства экспертных комиссий.

Обычно, выделяют три группы экспертной информации, задающейся на множестве критериев: качественная (порядковая) информация, количественная информация о предпочтительности критериев, количественная информация о замещениях. Для этого класса экспертной информации наиболее часто используются методы анкетирования и

парных сравнений. Однако при большом количестве критериев оба метода нуждаются в соответствующих модификациях. Ниже предлагается модификация метода анкетирования для генерации, оценки и ранжирования альтернатив в системах принятия решений.

### ГЕНЕРАЦИЯ АЛЬТЕРНАТИВ

Организация экспертного опроса с применением метода анкетирования с целью генерации множеств альтернатив складывается из составления анкеты, проведения интерактивного экспертного опроса, теоретико-множественной формализации и формирования окончательного множества альтернатив. Модификация метода анкетирования на этом этапе заключается в формировании иерархической структуры анкеты с использованием лингвистических переменных.

Будем считать, что посредством извлечения знаний текстологическими методами формируется первичное семейство множеств альтернатив  $A = \{A_i | i = 1, \dots, n\}$ , где  $A_i = \{A_{ij} | j = 1, \dots, n_i\}$ , где  $n_i$  – количество исходных элементов множества альтернатив  $A_i$ .

Составление анкеты. Для уточнения семейства множеств необходимо составить анкету. Структура анкеты должна состоять из четырех блоков, соответствующих видам множеств альтернатив, а именно: множество факторов, множество ограничений, множество предпочтений и множество управляющих воздействий. Для уточнения первичных множеств альтернатив, сформированных аналитиком, следует использовать в анкете полузакрытые по форме вопросы. Это позволит эксперту не только отметить обязательные альтернативы, но и дописать отсутствующие, которые, на его взгляд, должны входить в формируемое множество  $A_i$ .

Интерактивный экспертный опрос. Процедура опроса в современных информационных системах обычно организована в on-line режиме с использованием Интернет-технологий и единой базы данных первичного множества альтернатив. Это требование объясняется тем, что как только появляется новая альтернатива, она должна быть добавлена в базу данных новых альтернатив и предоставляться остальным экспертам для просмотра и возможного выбора с целью добавления. Это необходимо для того, чтобы наименования новых одинаковых альтернатив совпадали.

Формирование окончательного множества альтернатив. Обозначим множество полузакрытых по форме вопросов блока символом  $Q$ , тогда по каждому  $i$ -му блоку анкеты для  $j$ -го эксперта множество альтернатив

определяется формулой  $\tilde{A}_i = \prod_{i=1}^n A_{ij}$ , где  $i$  – индекс блока, а  $n = |Q|$ ,  $j$  – индекс эксперта.

Объединение результатов анкетирования по всем экспертам производится по формуле  $\tilde{A}_i = \prod_{j=1}^m A_j$ , где  $m = |E|$  – мощность множества экспертов  $E$ .

При генерации альтернатив их оценка не осуществляется, так как при оценке альтернатив структура анкеты имеет более сложный характер, поэтому во множество альтернатив записываются все первичные и новые альтернативы, введенные экспертами.

Основными элементами анкеты являются вопросы и ответы. В качестве математического аппарата для формального представления вопросно-ответных отношений предлагается применить логику предикатов первого порядка [4].

В общем виде вопрос описывается формулой:

$$(? x_1, \dots, x_n) G(A, X, R), \quad (1)$$

где  $A, X, R$  – множества термов вида  $A = \{a_i | a_i$  – предикатные постоянные, определяющие альтернативы ответов;  $i = 1, \dots, n$ ;  $n$  – количество альтернативных ответов на вопрос;  $X = \{x_i | x_i$  – предикатные переменные,  $i = 1, \dots, n$ ;  $n$  – количество предикатных переменных};  $R = \{r_i / r_i$  – предикатные постоянные, определяющие вводимые ответы в открытых вопросах;  $i = 1, \dots, n$ ;  $n$  – количество вводимых ответов на открытый вопрос};  $G$  – пропозициональная форма, которая содержит множество предикатных состояний и переменных;  $(? x_1, \dots, x_n)$  – оператор, который определяет предикатные переменный вопроса.

### МОДИФИЦИРОВАННАЯ ПРОЦЕДУРА ОЦЕНКИ И РАНЖИРОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВ

Данная процедура отличается от традиционного метода анкетирования [5] тем, что осуществляется критериальное оценивание альтернатив, причем по каждому критерию оценивается все множество альтернатив, именно поэтому мощность множества не должна превышать семи альтернатив. Кроме того данная процедура предусматривает то, что экспертом задаются оценки на лингвистической шкале оценок с использованием теории нечетких множеств.

К основным этапам процедуры относятся:

- построение системы гипотез-оснований и гипотез-следствий;
- формирование лингвистических шкал критериев оценок альтернатив;
- формирование предлагаемым в работе методом структуры анкеты;
- проведение экспертной оценки;
- анализ результатов экспертной оценки.

Рассмотрим суть каждого этапа.

#### **Этап 1. Построение системы гипотез-оснований и гипотез-следствий.**

Перед применением предлагаемой процедуры для данного этапа предполагается, что аналитиком сформировано первичное множество альтернатив. Мы исходим из предположения (основная гипотеза или гипотеза - основание), что первичное множество альтернатив является решением проблемной ситуации. Основной целью анкетирования (экспертной оценки) является доказательство данной гипотезы.

Принято различать два вида гипотез: гипотезы-основания и гипотезы-следствия. Гипотезы-основания – это исходные теоретические предположения, доказательство которой осуществляется через доказательство гипотез-следствий. Гипотеза-основание должна быть рассмотрена с разных точек зрения, т.е. необходим второй уровень, из которого затем могут быть выведены гипотезы-следствия.

Таким образом, определяется гипотеза-основание  $Z$ , для которой выявляются гипотезы-основания второго уровня  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$ . Далее по каждой гипотезе-основанию выводятся гипотезы-следствия  $z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{im}$ .

Множество гипотез-оснований второго уровня  $\{Z_i\}$  соответствует множеству критериев  $K$ , а множество гипотез-следствий  $\{z_{ij}\}$  – множеству значений критериев.

#### **Этап 2. Формирование лингвистических шкал оценок альтернатив.**

Для каждой гипотезы-основания второго уровня  $Z_i$  должна быть построена лингвистическая шкала измерения гипотезы-следствия  $\{z_{ij}\}$ , определяющая ответы эксперта качественного характера (рис.2).



Рисунок 2 – Пример лингвистической шкалы

**Этап 3. Составление структуры анкеты.**

Для составления анкеты формируем блоки вопросов. Каждому программному вопросу соответствует блок атомарных вопросов. Гипотезы-основания  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$  преобразуются в программные вопросы:  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ , а гипотезы-следствия  $z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{im}$  в атомарные вопросы  $q_{i1}, q_{i2}, \dots, q_{im}$  блока  $Q_i$ . Тогда каждый вопрос, закрытый по форме, может быть представлен в табличном виде. В строках таблицы 1 записываются альтернативы  $a_i \in A$ , а в столбцах таблицы – значения лингвистической шкалы  $V_{ij} = \{v_{i1}, \dots, v_{ik}\}$ . В терминах методологии анкетирования  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n, \{q_{ij} \mid i = 1, \dots, n, j=1, \dots, m_i\}$ , составляют систему показателей анкеты, а лингвистические шкалы – шкалы измерений показателей.

Таблица 1 - Пример шаблона табличного вопроса

| Вопрос $q_{ij}$ |                       |          |          |          |             |
|-----------------|-----------------------|----------|----------|----------|-------------|
| Измерение       | Лингвистическая шкала |          |          |          |             |
|                 | $v_{i1}$              | $v_{i2}$ | $v_{i3}$ | $v_{i4}$ | $v_{i5}$    |
| Альтернатива    | Очень хорошо          | Хорошо   | Средне   | Плохо    | Очень плохо |
| $a_1$           | ✓                     |          |          |          |             |
| ...             |                       |          |          |          |             |
| $a_n$           |                       |          | ✓        |          |             |

**Этап 4. Проведение экспертной оценки.**

Эксперты оценивают альтернативы по каждому вопросу анкеты, заполняя таблицы типа 1. Эксперт проставляет отметку напротив того значения лингвистической шкалы (столбца), которое, по его мнению, более точно оценивает альтернативу, в противном случае оставляет пустое место.

**Этап 5. Анализ результатов экспертной оценки.**

Для анализа результатов экспертной оценки введем количественную меру. Для этого поставим в соответствие значениям лингвистической шкалы значения номинальной шкалы на промежутке  $[0,1]$ . Значения оценок альтернатив по номинальной шкале вычисляются по формуле:

$$v'_{ij} = 1 - (j - 1) / k. \tag{2}$$

где  $i$  – номер альтернативы,  $j$  – индекс значения лингвистической шкалы,  $k$  – количество значений лингвистической шкалы.

Тогда сумму пометок по  $s$ -ой альтернативе можно вычислить посредством сложения суммы пометок по каждому  $j$ -му вопросу, которые суммируются по всем вопросам  $i$ -го блока и по всем блокам анкеты.

$$r_s = \sum_{S=1}^n \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k v_{ij}. \tag{3}$$

В результате можем сформулировать для исходного множества альтернатив упорядоченное множество их рангов  $R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$ . Окончательный выбор решения остается за ЛПП.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно предложенному в работе способу формирования опросных анкет в качестве математического аппарата для формального представления вопросно-ответных отношений полузакрытого типа предложено использовать логику предикатов первого порядка. Для повышения эффективности автоматизированной обработки данных опроса предложена новая модифицированная процедура метода анкетирования по экспертной оценке альтернатив, которая отличается от известных тем, что по каждому критерию оценивается все множество альтернатив.

## SUMMARY

### THE MODIFIED METHOD OF QUESTIONING IN DECISION-MAKING TASKS

*O. Stenin, K. Melkumian, A. Gubskij, V. Kurbanov*

*National Technical University of Ukraine "Kyiv Politechnic Institute",*

*37 Prospect Peremogy, Kiev 03056, Ukraine*

*E-mail: alexander.stenin@yandex.ru, e.melkumyan@ukr.net*

*In this article the method for forming questionnaires is offered. The body of mathematics is based on first-order logic predicate. Also it is offered the new modified procedure of questionnaires that based on alternative peer review. In this peer review for each criterion assessed the entire set of alternatives.*

**Keywords:** *decision support system, the survey method, questionnaire, predicate logic, alternative peer review.*

## МОДИФІКОВАНИЙ МЕТОД АНКЕТУВАННЯ В ЗАДАЧАХ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

*О.А. Стенін, К.Ю. Мелкумян, А.Н. Губський, В.В. Курбанов*

*Національний технічний університет України «КПІ»;*

*Пр-т. Перемоги, 32, г. Київ, 03056, Україна;*

*E-mail: alexander.stenin@yandex.ru, e.melkumyan@ukr.net*

*В статті пропонується спосіб формування опросних анкет, математичний апарат якого заснований на логіці предикатів першого порядку. Також запропонована нова модифікована процедура методу анкетування за експертною оцінкою альтернатив, в якій за кожним критерієм оцінюються всі множини альтернатив.*

**Ключові слова:** *системи підтримки прийняття рішень, метод анкетування, опросні анкети, логіка предикатів, експертна оцінка альтернатив.*

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРЫ

1. Ядов В. А. Стратегия социологического исследования / В. А. Ядов. – Москва: Добросвет, 2003. - 600 с.
2. Кузин Е. С. Информационно сложные задачи и технология их решения/ Е. С. Кузин // Новости искусственного интеллекта. – 2003. - №1. - С. 24.
3. Орлов А. И. Заметки по теории классификации / А. И. Орлов //Социология: методология, методы, математические модели. -1992 – № 2. - С. 28-50.
4. Алтунин А.Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях: монография / А. Е. Алтунин, М. В. Семухин. - Тюмень: Изд-во Тюменского гос. университета, 2000. - 352 с.
5. Найханова Л. В. Вопросно-ответные отношения в методе извлечения знаний «Анкетирование» / Л. В. Найханова, С. В. Дамбаева // Теоретические и прикладные вопросы современных информационных технологий. Материалы IV Всерос. науч-тех конф. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2003. - С. 37-41.

*Поступила в редакцию 4 апреля 2013 г.*