

УДК 5:519.876

## УЧЁТ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА В ЗАДАЧАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ<sup>1</sup>

© Дорофеев А.А., Гольдовская М.Д., Чернявский А.Л.

ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ РАН

**Abstract.** The decision-making methods, that allow to reduce human factor influence, and sometimes – to use it for receiving additional information, are discussed. For solving similar problems the use of collective multivariate expert examination procedures is proposed.

### ВВЕДЕНИЕ

В процессе функционирования организационных и социально-экономических систем часто возникают ситуации, разрешение которых требует нестандартных решений. В таких случаях лицо принимающее решение (ЛПР) вынуждено при выработке решения ориентироваться не столько на стандартные схемы, сколько на информацию от специалистов-экспертов. Для этой цели используются разнообразные методы экспертизы, включающие процедуры сбора, обработки и интерпретации экспертной информации.

В классических методах экспертизы, как правило, предлагается набор готовых вариантов решений, заданы чёткие критерии оценки этих решений, а при обработке экспертной информации используются простейшие процедуры математической статистически. Однако, возникающие в организационных системах проблемы не имеют стандартных вариантов решения, поэтому для их подготовки классические методы непригодны. При анализе экспертных оценок аргументация экспертов часто бывает важнее самих оценок, поскольку позволяет получить дополнительную информацию о степени их обоснованности. Более того, так как в подавляющем числе случаев к принятию решения привлекаются эксперты, работающие в той же системе, их оценки не могут быть беспристрастными, поскольку невозможно абстрагироваться от последствий принятого решения, которые будут иметь место для него лично или для подразделения, в котором он работает. В этом проявляется сильное влияние человеческого фактора на экспертные процедуры принятия решений. Влияние человеческого фактора ещё больше усиливается из-за особенностей личных взаимоотношений экспертов – конфликтность, психологическая несовместимость, взаимоотношения типа «начальник-подчиненный» и т.п. Именно из-за неконтролируемого влияния человеческого фактора классические методы экспертизы и обработки экспертных оценок в таких случаях неприменимы.

В работе рассматриваются методы принятия решений с участием экспертов, позволяющие уменьшить отрицательное влияние человеческого фактора, а иногда – использовать его для получения дополнительной информации. Для решения подобных задач наиболее адекватным является использование методологии коллективной многовариантной экспертизы [1].

<sup>1</sup>Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, проекты 08-07-00349-а, 08-07-00427-а.

## 1. МЕТОДОЛОГИЯ КОЛЛЕКТИВНОЙ МНОГОВАРИАНТНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Любая коллективная экспертиза предполагает, что наиболее эффективным способом сопоставления, оценки и согласования мнений экспертов является коллективное обсуждение в экспертной комиссии [1]. При обсуждении важных для организации и работающих в ней людей вопросов практически всегда имеется несколько различных, а иногда и прямо противоположных точек зрения. При этом каждая из таких точек зрения объективно имеет свои достоинства и недостатки, которые можно было бы выявить в процессе обсуждения. Однако опыт показывает, что совместная работа в одной комиссии экспертов, придерживающихся разных точек зрения, как правило, оказывается малопродуктивной [1].

Кроме того, даже эксперты, имеющие сходные точки зрения, иногда не могут работать в одной комиссии из-за особенностей личных взаимоотношений. Поэтому вместо того, чтобы сталкивать между собой людей, придерживающихся взаимоисключающих точек зрения, не имеющих возможности обсуждать спорные вопросы на равных и т.д., целесообразно детально проработать каждую точку зрения в комиссии, состоящей из экспертов, придерживающихся приблизительно одинаковой точки зрения и не имеющих конфликтных взаимоотношений.

Методы коллективной многовариантной экспертизы предполагают, что экспертизу проводит специальная консалтинговая группа, приглашенная, для большей объективности, со стороны. Роль входящих в эту группу консультантов состоит в том, что они проводят всю организационную, подготовительную и расчетную работу; участвуют в работе экспертных комиссий; проводят компьютерную и содержательную обработку экспертных мнений и представляют результаты обработки и свое собственное мнение заказчику – лицу, принимающему решение (ЛПР). Такой способ организации коллективного обсуждения обеспечивает каждой из сторон равные возможности.

**1.1. Концепция коллективной многовариантной экспертизы.** Концепция коллективной многовариантной экспертизы базируется на следующих основных принципах:

- экспертиза проводится в экспертных комиссиях, число которых не меньше числа различных точек зрения на исследуемую проблему;
- в одну и ту же комиссию включаются эксперты, имеющие близкие точки зрения на проблему экспертизы;
- в каждой комиссии работают эксперты, не имеющие конфликтных взаимоотношений;
- для экспертизы отбираются условно компетентные эксперты;
- организация и проведение экспертизы, обработка экспертных оценок, формирование результатов экспертизы должны проводиться специальной консалтинговой группой, независимой и не заинтересованной в результатах экспертизы.

**1.2. Методика формирования экспертных комиссий.** Эти принципы были реализованы в рамках специальной методики формирования экспертных комиссий. Методика включает пять основных разделов (этапов): выявление кандидатов для работы в экспертных комиссиях; выявление существенно различных точек зрения;

определение групп неконфликтующих экспертов; оценка условной компетентности экспертов; формирование экспертных комиссий.

*Этап 1. Формирование списка кандидатов в эксперты.*

Для формирования списка кандидатов в эксперты предлагается использовать стандартные схемы типа «снежный ком» [2].

*Этап 2. Выявление существенно различных точек зрения и классификация экспертов.*

Информация, характеризующая точки зрения экспертов на проблемы организации, собирается в ходе бесед (интервью) членов консалтинговой группы с каждым экспертом, а также с помощью специально разрабатываемых анкет. Основой таких анкет и интервью является составленный в процессе предварительного «пилотного» обследования перечень возможных вариантов реформирования разных аспектов деятельности организации. Тогда «точка зрения» эксперта в первом приближении описывается набором его ответов на вопросы анкеты. Для выявления типовых точек зрения и классификации экспертов в работе используются методы многомерной автоматической классификации [3]. Каждый эксперт представляется точкой в  $k$ -мерном пространстве характеристик  $X$  (пространстве точек зрения). Тогда задача структуризации мнений  $n$  экспертов сводится к задаче структуризации в  $X$   $n$  точек  $x_1, \dots, x_n$  на «компактные» группы (кластеры)  $A_1, \dots, A_R$ . Считается, что эксперты, попавшие в одну группу, имеют сходные точки зрения.

Если количество вопросов в анкете достаточно велико, то пространстве точек зрения  $X$  имеет большую размерность. В таких случаях предлагается использовать процедуры выделения информативных параметров, например, алгоритмы экстремальной группировки «квадрат» в составе комплексного алгоритма классификации [3].

*Этап 3. Выявление групп не конфликтующих экспертов.*

Исходная информация на этом этапе – заполняемые каждым экспертом две анкеты, отражающие его оценки взаимоотношения экспертов.

В первой анкете эксперт отвечает на вопросы, характеризующие его взаимоотношения с другими экспертами. Опыт показывает, что задавать здесь прямые вопросы опасно, так как велика вероятность получения дезинформации. Дело в том, что на взаимоотношения экспертов накладывается целый ряд ограничений, связанных с влиятельностью, соподчиненностью, родственными и дружескими связями и т.д. По этой причине многие эксперты уклоняются от разговоров даже о наличии конфликтности, не говоря уже об оценке её уровня. В такой ситуации хорошие результаты дают так называемые косвенные вопросы, ответы на которые в совокупности дают существенно более надежную информацию, чем ответ на прямой вопрос.

Вопросы второй анкеты касаются оценки опрашиваемым экспертом взаимоотношений между другими экспертами. Ввиду специфики вопроса эта анкета заполняется обычно членом консалтинговой группы после интервью с экспертом. Обработка этих анкет производится также с помощью комплексного алгоритма классификации [3].

Вся информация, касающаяся взаимоотношений экспертов, представляется в виде  $n$  матриц отношений  $B_j = \|b_{is}^j\|$ ,  $i = 1, \dots, j-1, j+1, \dots, n$ ;  $s = 1, \dots, k_2$ ,

каждая из которых отражает отношение  $j$ -го эксперта к остальным. Здесь  $k_2$  – число вопросов анкеты,  $b_{is}^j$  – ответ  $j$ -го эксперта на  $s$ -й вопрос анкеты относительно  $i$ -го эксперта. Каждая из этих матриц обрабатывается независимо, в силу чего опишем процедуру обработки матрицы  $B_j$ , соответствующей  $j$ -му эксперту.

Введем в рассмотрение  $k_2$ -мерное пространство  $X_{2j}$ , характеризующее отношение  $j$ -го эксперта к остальным. Тогда каждая строка  $x_i^j = \{b_{i1}^j, \dots, b_{ik_2}^j\}$  матрицы  $B_j$ , соответствующая  $i$ -му эксперту, может быть представлена в виде точки в этом пространстве. Если  $j$ -й эксперт приблизительно одинаково относится к некоторым двум экспертам, то соответствующие этим экспертам точки должны быть достаточно близки друг другу. Для выявления структуры взаиморасположения точек (их всего  $n-1$ ) также используется алгоритм автоматической классификации [3]. С помощью этого алгоритма производится разбиение точек на  $d$  групп  $D_1, \dots, D_d$ . Поскольку в данном случае необходимо разделить всех экспертов на «конфликтующих» и «неконфликтующих», то число групп выбирается небольшим – порядка  $r = 2 - 4$ . Заметим, что величина  $b_{is}^j$ , оценивающая «неконфликтность» экспертов, положительна, а оценивающая «конфликтность» – отрицательна.

Затем полученные группы упорядочиваются по степени «неконфликтности» с  $j$ -м экспертом. Для этой цели используется специальная процедура упорядочения групп  $D_i$ ,  $i = 1, \dots, d$  по отношению к точке  $x^*$ , соответствующей «идеально неконфликтному эксперту». Затем производится их ранжировка по степени неконфликтности. Обычно для этой цели используют некоторую непрерывную шкалу неконфликтности, и каждой группе  $D_i^*$  присваивается определенное значение показателя неконфликтности в этой шкале. При решении прикладных задач часто используется другой, более простой способ, когда все группы делятся на две части – конфликтные и неконфликтные, для чего вводится порог неконфликтности  $a$ .

Описанная процедура обработки матрицы  $B_j$  выполняется для всех  $9j = 1, \dots, n$ . Информация, полученная в результате такой обработки, сводится в матрицу отношений  $V = \|v_{ij}\|$ , каждый элемент которой  $v_{ij}$  равен значению показателя неконфликтности  $j$ -го эксперта по отношению к  $i$ -му, причем  $v_{ij}$  равно либо 1, либо 0.

Затем производится обработка матрицы  $V$  с целью выделения групп наиболее неконфликтующих экспертов. Для этой цели бинарная матрица  $V$  рассматривается как матрица смежности некоторого ориентированного графа (орграфа) с  $n$  вершинами, каждая из которых соответствует определенному эксперту. Наличие дуги из  $i$ -й вершины в  $j$ -ю (т.е. в случае  $v_{ij}=1$ ) свидетельствует о том, что  $i$ -й эксперт неконфликтен с  $j$ -м экспертом (отсюда, вообще говоря, не следует, что  $j$ -й эксперт неконфликтен с  $i$ -м, т.к. матрица  $V$  может быть и несимметрична). Полученный орграф преобразуется в простой граф  $\Gamma$  с  $n$  вершинами по следующему правилу:  $i$ -я и  $j$ -я вершины соединяются дугой в том и только в том случае, когда  $v_{ij} = v_{ji} = 1$  (взаимно неконфликтные эксперты).

Тогда группе экспертов, каждая пара из которой взаимно неконфликтна, будет соответствовать некоторый полный подграф графа  $\Gamma$ . Таким образом задача нахождения искомого разбиения  $V_1, \dots, V_{r_2}$  сводится к выделению полных подграфов

графа  $\Gamma$  (их число обозначено через  $r_2$ ) [4]. Для не бинарной матрицы  $V$  разбиения  $V_1, \dots, V_{K_2}$  получаются с помощью алгоритмов диагонализации матрицы связи [5].

Этап 4. Оценка условной компетентности экспертов.

Необходимость этого этапа связана с тем, что оценка компетентности существенно зависит от состава группы, в которой эта оценка получается. Поэтому компетентность каждого эксперта должна оцениваться с точки зрения только тех экспертов, которые будут с ним работать в одной комиссии («условная компетентность»).

Исходной информацией для этого этапа являются специальные анкеты, которые заполняет сам эксперт. В анкетах оценки проставляются для всех экспертов, однако, в итоге будут использованы оценки только для тех экспертов, которые войдут в ту же самую экспертную комиссию.

В первой анкете каждый эксперт дает оценку компетентности остальных экспертов по различным разделам (направлениям), имеющим отношение к предметной области экспертизы. Здесь необходимо отдавать предпочтение косвенным вопросам. Вторая анкета содержит вопросы по ключевым направлениям (проблемам) предметной области экспертизы. Ответы на нее позволяют «объективно» оценить профессионализм и кругозор эксперта. Формирование вопросов этой анкеты представляет собой самостоятельную задачу, которая также решается методами экспертизы. Информация, получаемая с помощью этой анкеты, используется для коррекции ответов экспертов по первой анкете, уточнения окончательных результатов ее обработки, получения абсолютных (реперных) значений на шкале условной компетентности.

Ответы экспертов на первую анкету с учетом информации, полученной из второй анкеты, представляются в виде  $n \times n$  матрицы компетентности  $K = \|k_{ij}\|$ , каждый элемент которой  $k_{ij}$  является интегральной оценкой компетентности  $j$ -го эксперта, полученной с помощью  $i$ -го эксперта.

Если задано некоторое разбиение экспертов на группы  $C_1, \dots, C_q$ , а  $j$ -й эксперт находится в  $s$ -й группе  $C_s$ , то в качестве меры «условной» компетентности  $u_j$  предлагается использовать среднее по  $s$ -й группе величин  $k_{ij}$  для  $j$ -го эксперта, т.е. величину  $u_j = 1/n_s \sum_{i/x_i \in C_s} k_{ij}$ , где  $n_s$  – число экспертов в группе  $C_s$ . Затем для  $u_j$  подсчитыва-

ется нижняя граница доверительного интервала  $\Delta_j^{(H)}$ . Если оказывается, что  $u_j < a$ ,  $\Delta_j^{(H)} < b$ , где  $a$  и  $b$  – заданные пороговые значения, то  $j$ -й эксперт считается некомпетентным в группе  $C_s$ . Если выполняются неравенства  $u_j \geq a$ ,  $\Delta_j^{(H)} < b$ , то необходимо провести уточнение данных по  $j$ -му эксперту в группе  $C_s$ . И, наконец, если  $u_j \geq a$ ,  $\Delta_j^{(H)} > b$ , то эксперт считается компетентным в группе  $C_s$ .

Этап 5. Формирование экспертных комиссий.

На заключительном этапе производится формирование экспертных комиссий.

Выше были сформулированы специальные требования к числу и составу экспертных комиссий. Формирование комиссий, удовлетворяющих всем этим требованиям, производится с помощью следующей процедуры.

Рассматриваются разбиения по точкам зрения  $A = \{A_1, \dots, A_{r_1}\}$ , по взаимоотношениям (неконфликтности)  $V = \{V_1, \dots, V_{r_2}\}$ . Строится пересечение разбиений  $A$  и  $V$ , т.е. формируются группы экспертов  $A_i \cap V_j$ ,  $i = 1, \dots, r_1$ ;  $j = 1, \dots, r_2$ .

Рассмотрим группы такого вида, содержащие более одного эксперта, и обозначим их через  $E = \{E_1, \dots, E_{r_3}\}$ , где  $r_3$  – общее число таких групп. Для каждой группы  $E_i$  определяется матрица компетентности  $K$  и из неё исключаются условно некомпетентные эксперты. Оставшиеся группы, содержащие более двух экспертов, обозначим через  $E' = \{E'_1, \dots, E'_{r_4}\}$ , где  $r_4$  – общее число таких групп.

Для формирования  $j$ -ой экспертной комиссии из множества  $E'$  выбирается группа  $E'_{j \max}$ , в которую входит максимальное число экспертов, имеющих  $j$ -ую точку зрения. Эксперты, входящие в эту группу, и составляют  $j$ -ю экспертную комиссию. Так формируются все экспертные комиссии. На практике иногда приходится формировать дополнительные экспертные комиссии, в которые входят либо высококомпетентные эксперты, не включенные ни в одну из сформированных комиссий по соображениям конфликтности, либо высокопоставленные чиновники исследуемой организации из соображений престижа.

**1.3. Методы работы экспертных комиссий.** На *этапе анализа* работа сформированных комиссий проходит по специальному сценарию. На заседаниях комиссий в основном обсуждаются разногласия и спорные вопросы, выявляемые по результатам анализа заранее заполняемых экспертами анкет.

Результаты анализа представляются каждой комиссией в виде развернутого заключения, в котором отмечаются недостатки и причины, их вызывающие.

На *этапе разработки предложений* по совершенствованию исследуемой системы изменяется цель работы экспертных комиссий – переход от суммирования существенных недостатков к выбору варианта предложений, в максимальной степени их устраняющих. Это влечет за собой изменения методики работы экспертных комиссий, поскольку на этапе разработки предложений проявляется различие точек зрения экспертов из разных комиссий. В этих условиях эксперты стремятся подчеркнуть преимущества и сгладить недостатки «своих» предложений. Задачей же экспертизы в целом является получение объективных характеристик (как положительных, так и отрицательных) каждого из предложений.

Для получения таких характеристик используется специальная *процедура перекрестной экспертизы*.

Суть этой процедуры состоит в следующем. После обсуждения каждого из узловых вопросов в экспертной комиссии подготавливается предпроект № 1. Каждый такой предпроект передается для обсуждения в другие комиссии. Замечания по каждому предпроекту №1, высказанные остальными комиссиями, передаются в комиссию, подготовившую этот предпроект. Комиссия обсуждает сделанные замечания, вносит коррективы – как в свои предложения, так и в список положительных и отрицательных сторон этих предложений. В итоге появляется предпроект №2 и т.д. Итерация таких перекрестных экспертиз заканчивается, когда дополнительное обсуждение не дает изменений предварительного проекта. Совокупность итоговых проектов с замечаниями исследовательской группы является результатом работы комиссий на втором этапе.

При исследовании крупномасштабных организационно-экономических систем возникают серьезные проблемы совместной работы экспертов, поскольку их места

работы (и проживания) разбросаны на большой территории. Для таких систем была разработана *методология заочной многовариантной экспертизы*. Основной особенностью такого варианта коллективной экспертизы является то, что эксперты обсуждают исследуемые проблемы заочно по результатам предварительного анкетирования. Она имеет важное преимущество – не требуется отбирать в одну комиссию неконфликтующих экспертов, поскольку каждому эксперту информация представляется обезличенно.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная методология коллективной многовариантной экспертизы использовалась при решении ряда прикладных задач, в том числе: разработка стратегии реформирования регионального пассажирского автотранспорта, развитие системы регионального здравоохранения; совершенствование межбюджетных отношений федерального центра и субъектов РФ; совершенствование налоговой политики и системы сбора налогов; совершенствование системы оплаты труда в бюджетной сфере, обоснованный выбор минимального размера оплаты труда (МРОТ); анализ и совершенствование системы управления ряда крупных предприятий и организаций.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дорофеев А.А., Чернявский А.Л.* Консультативная работа по совершенствованию управления в организационных системах (методологические основы) / Сб.: Методы и алгоритмы анализа эмпирических данных. / – М.: ИПУ. 2008.
2. *Панкова Л.А., Петровский А.М., Шнейдерман М.В.* Организация экспертизы и анализ экспертной информации / – М.: Наука. 1984.
3. *Дорофеев Ю.А.* Комплексный алгоритм автоматической классификации и его применение для анализа и принятия решений в больших системах управления. / Теория активных систем. Труды международной научно-практической конференции. / – М.: ИПУ РАН. 2007. – С. 39-42.
4. *Басакер Р., Саати Т.* Конечные графы и сети / – М.: Наука. 1974.
5. *Браверман Э.М., Дорофеев А.А., Лумельский В.Я., Мучник И.Б.* Диагонализация матрицы связи и выделение скрытых факторов / Сб.: Проблемы расширения возможностей автоматов. Вып.1. / – М.: ИАТ. 1971.

*Статья поступила в редакцию 27.04.2008*