

Процедуры коллективной многовариантной экспертизы в задачах анализа и совершенствования социально-экономических систем управления¹

А.А. Дорофеев, М.Д. Гольдовская, Н.Е. Киселева, И.В. Покровская, А.Г. Спиро, А.Л. Чернявский

Аннотация. Одним из инструментов решения плохо формализуемых задач является экспертиза, при этом основным источником информации являются специалисты – эксперты. Проведение экспертизы для анализа и реформирования слабо формализованных систем (в основном, – социально-экономических и организационных) имеет ряд особенностей, затрудняющих использование классических методов экспертизы. Работа посвящена описанию нового класса методов экспертизы – коллективной многовариантной экспертизы, а также специфики их применения при решении прикладных задач.

Ключевые слова: коллективная многовариантная экспертиза (КМВЭ), экспертные комиссии, условная компетентность экспертов, процедура перекрёстной экспертизы, независимая многовариантная экспертиза (НМВЭ), итерационная оценка компетентности эксперта, методы коллективной экспертизы при решении прикладных задач.

Введение

Одним из методов (инструментариев) получения экспертных знаний, которые можно использовать для решения разнообразных прикладных задач, является экспертиза. [1]. При этом основным источником подобных знаний являются эксперты. Проведение экспертизы для анализа и реформирования социально-экономических и организационных систем имеет ряд особенностей, затрудняющих использование классических методов экспертизы. Для таких объектов требуются две категории

экспертов. Как правило, возникает необходимость привлечения экспертов «со стороны» – специалистов с широким кругозором, способных выйти за рамки текущих проблем исследуемой организации, знакомых с зарубежным опытом и современными тенденциями в соответствующей отрасли. Однако основную часть экспертной работы, как правило, выполняют «свои» эксперты – высококвалифицированные специалисты, много лет работающие в организации и хорошо знающие её «изнутри». Поскольку каждый эксперт второго типа занимает определённое место в соответствующей организационной структуре управления организа-

¹ Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (гранты 14-07-00463-а, 15-07-06713-а, 16-07-00896-а, 16-29-12880-офи, 16-29-12943-офи; РНФ: грант 14-19-01772).

ции, он смотрит на проблему как с точки зрения своих собственных целей, задач и интересов, так и корпоративных интересов «своего» подразделения. Поэтому его мнение заведомо не может быть беспристрастным. А так как в любой организации цели и задачи разных подразделений неизбежно вступают в противоречие друг с другом, не приходится ожидать, что эксперты с помощью классических процедур экспертизы придут к согласованному мнению. Поэтому главную роль в экспертизе такого рода играет не столько само мнение эксперта, сколько его аргументация, позволяющая судить о степени обоснованности этого мнения. Один из способов проверки обоснованности мнений – это обсуждение спорных вопросов. Наиболее часто такое обсуждение происходит на обычных производственных совещаниях и «оперативках». Однако это не лучший способ выяснения и обсуждения разных мнений: во-первых, из-за нехватки времени, а во-вторых, из-за того, что сотрудники «по политическим причинам» не всегда готовы высказать свое мнение в присутствии начальников, конкурентов и недоброжелателей. Для подобных случаев и были разработаны методы коллективной многовариантной экспертизы (КМВЭ) [2, 3]. В последние годы при решении задач синтеза и совершенствования крупномасштабных социально-экономических систем управления широко используются именно эти методы, которые во многих случаях являются единственным источником получения информации, необходимой для решения подобных задач.

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 [4]. При обсуждении вопросов, имеющих жизненно важное значение для организации и работающих в ней людей, 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 про-

цессе обсуждения. Однако опыт показывает, что совместная работа в рамках одной группы экспертов, придерживающихся разных точек зрения, как правило, оказывается малопродуктивной [4].

Кроме того, даже эксперты, имеющие сходные точки зрения, иногда не могут работать в одной комиссии из-за особенностей личных взаимоотношений («конфликтность», психологическая несовместимость, взаимоотношения «начальник-подчиненный» и т.п.). 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 с приблизительно одинаковой точкой зрения и не имеющих конфликтных взаимоотношений.

Методы коллективной многовариантной экспертизы предполагают, что экспертизу проводит специальная консалтинговая группа, как правило, 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 (ЛПР – лицу, принимающему решение). Такой способ организации коллективного обсуждения обеспечивает каждой из сторон равные возможности, а то обстоятельство, что консультанты не являются членами организации и не имеют в ней личных интересов, способствует тому, что мнение консультантов рассматривается как объективное и по этой причине находит поддержку у заказчика. Следует отметить, что аналогичных принципов работы консультантов (без проведения коллективной экспертизы) придерживаются ведущие консалтинговые фирмы мира [4, 5].

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;

- при формировании результатов экспертизы обязательно проводится «перекрёстная экспертиза» - мнение каждой комиссии проходит экспертизу в других экспертных комиссиях;

- организация и проведение экспертизы, обработка экспертных оценок, формирование результатов экспертизы должны проводиться специальной консалтинговой группой, независимой и не заинтересованной в результатах экспертизы.

Эти принципы были реализованы в рамках методики формирования экспертных комиссий, а также методики их работы.

1.2. Методика формирования экспертных комиссий

Методика формирования экспертных комиссий 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" [1] основная идея работы которых сводится к следующему. Каждого попавшего в исходный список S_1 просят дать несколько фамилий людей, которые, по его мнению, являются достаточно квалифицированными специалистами по некоторым аспектам предметной области, и их можно привлечь как потенциальных экспертов. Суммарно – это список второго уровня S_2 . Такие итерации продолжаются до тех пор, пока либо число кандидатов в эксперты в списке S_j не превысит

заранее установленный порог, либо когда перестанут появляться новые фамилии претендентов, т.е. $S_j = S_{j+1}$. Получившийся список предлагается фильтровать с помощью членов консалтинговой группы, проводящей экспертизу, а также участников списка S_1 .

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 анкетирования по специально разработанным анкетам. Основой таких анкет и интервью является полученные в процессе предварительного «пилотного» обследования основные результаты анализа деятельности организации, а также перечень возможных вариантов их реформирования. Эксперты указывают варианты, которые они считают целесообразными или более предпочтительными. Тогда «точка зрения» эксперта в первом приближении описывается набором его ответов на вопросы анкеты. Для выявления типовых точек зрения и классификации экспертов используются методы многомерной автоматической классификации [6].

Информация, содержащаяся в анкетах и интервью, представляется в виде набора из k чисел (чаще всего единиц и нулей: единица означает, что эксперт согласен с данным вариантом ответа на вопрос анкеты, ноль – не согласен). Тогда i -й эксперт представляется точкой x_i в k -мерном пространстве характеристик X (пространстве точек зрения). Если опрошено n экспертов, то в этом пространстве определено положение n точек x_1, \dots, x_n , и задача структуризации мнений сводится к задаче автоматической классификации, то есть задаче разбиения в пространстве X точек x_1, \dots, x_n на такие группы A_1, \dots, A_R , чтобы точки в пределах каждой группы были как можно ближе одна к другой, а сами группы были расположены по возможности дальше друг от друга. Считается, что эксперты, попавшие при разбиении в одну группу, имеют сходные точки зрения.

Если количество вопросов в анкете пилотного обследования достаточно велико, то векто-

ры, характеризующие индивидуальные точки зрения экспертов, имеют большую размерность. В таких случаях результаты автоматической классификации теряют наглядность и их трудно интерпретировать. Поэтому для анализа матрицы ответов экспертов алгоритм автоматической классификации предлагается использовать не в исходном пространстве признаков X , а в сочетании с методом группировки параметров, т.е. применить для этой цели так называемый «метод лингвистического анализа» [6]. Поясним основную идею этого метода. Пусть имеется матрица размерности $n \times k$, содержащая ответы n экспертов на k вопросов анкеты (модельный пример такой матрицы для $k=7$ приведен на Рис. 1). Разобьем множество её столбцов (вопросов анкеты) на группы «тематически близких» (на Рис. 1 таких групп три) и проведем автоматическую классификацию экспертов отдельно по каждой группе вопросов.

На Рис. 1 по первой и второй группе вопросов эксперты разделились на два класса, а по третьей – на три класса. Тогда каждого эксперта можно обобщенно описать уже не k числами, а только тремя. Например, эксперт 1 имеет описание 111, что означает: по первой группе вопросов он относится к классу 1, по второй – к классу 1 и по третьей – к классу 1. Аналогично, эксперт 3 будет иметь описание 212, эксперт n – 223 и т.д. Произведение чисел классов каждой классификации даёт теоретически возможное число основных точек зрения. В ситуации, изображенной на Рис. 1, имеется две основных точки зрения по первой группе вопросов, две – по второй и три – по третьей, т.е. всего может быть $2 \times 2 \times 3 = 12$ основных точек зрения. Реальное число обычно бывает существенно меньше, так как не все возможные комбинации находят сторонников среди экспертов. Например, на Рис. 1 реально имеется три основных точки зрения (им соответствуют коды 111, 212 и 223).

Этап 3. Классификация экспертов по конфликтности взаимоотношений

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

	Группа 1	Группа 2	Группа 3
Эксперт 1			
Эксперт 2			
Эксперт 3			
...			
...			
Эксперт n			

Рис. 1. Построение описаний экспертов (модельный пример)

здесь прямые вопросы типа: "Оцените уровень конфликтности с Вами каждого эксперта из представленного ниже списка" – во-первых, не совсем этично, а во-вторых, опасно, так как велика вероятность получить дезинформацию. 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 надёжную информацию, чем ответ на прямой вопрос. Число таких косвенных вопросов в анкете может доходить до 10 и более.

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 с помощью одного из алгоритмов автоматической классификации [6]. В большинстве прикладных задач использовался комплекс алгоритмов интеллектуального анализа сложно организованных данных [7], в котором для классификации используется алгоритм структурно-классификационного анализа данных (СКАД).

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

та. Каждая из этих матриц обрабатывается независимо. Опишем процедуру обработки матрицы B_j , соответствующей j -му эксперту.

Введём 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. 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 следующая процедура. В качестве начальной выбирается точка x^* , соответствующая "идеально неконфликтному эксперту", т.е. точка, координаты которой принимают максимально возможные значения в выбранных шкалах. Далее ищется группа D_i , ближайшая в определенном смысле к точке x^* . Обозначим её через D_1^* . Пусть уже упорядочено l групп D_1^*, \dots, D_l^* , тогда на следующем шаге ищется группа D_{l+1}^* , ближайшая к уже упорядоченным l группам в среднем.

Мера близости групп D_i и D_j определяется выражением $K(D_i, D_j) = K(\bar{x}_i, \bar{x}_j)$, где \bar{x}_i – центр (эталон) группы D_i , то есть $\bar{x}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{x_j \in D_i} x_j$, где n_i – число точек в группе D_i .

В качестве меры близости $K(x_i, x_j)$ между двумя точками x_i и x_j в пространстве X используется значение потенциальной функции [7]: $K(x_i, x_j) = \frac{1}{1 + \alpha R^2(x_i, x_j)}$, где α – свободный (настраиваемый) параметр, а $R(x_i, x_j)$ – евклидово расстояние между точками x_i, x_j в k -мерном пространстве X .

Средняя мера близости группы D_i к совокупности групп $D = \{D_1, \dots, D_{i-1}, D_{i+1}, \dots, D_r\}$ измеряется величиной: $K(D_i, D) = \frac{1}{r-1} \sum_{j=1, j \neq i}^r K(\bar{x}_i, \bar{x}_j)$.

Тогда группа D_{l+1}^* определяется следующим образом: $D_{l+1}^* = D_j / \min_j K(D_i, D_j^*)$, где

$D^* = \{D_1^*, \dots, D_l^*\}$. Процедура продолжается до тех пор, пока не будут упорядочены все группы.

После того как проведено упорядочение групп, производится их ранжировка по степени неконфликтности. Обычно для этой цели используют некоторую непрерывную шкалу неконфликтности, и каждой группе D_i^* присваивается определенное значение показателя не конфликтности в этой шкале.

При решении прикладных задач часто используется другой, более простой способ, когда все группы делятся на две части – конфликтные и не конфликтные, для чего вводится порог неконфликтности a . Тогда если показатель не конфликтности для некоторой группы больше a , то группа считается неконфликтной и ей присваивается значение 1, в противном случае она считается конфликтной и ей присваивается значение 0.

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

Затем производится обработка матрицы V с целью выделения групп наиболее не конфликтующих 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 несимметричной). Полученный орграф преобразуется в простой граф Γ с n вершинами по следующему правилу: i -я и j -я вершины соединяются дугой в том и только в том случае, когда $v_{ij} = v_{ji} = 1$.

Другими словами, вершины графа Γ , соединенные дугой, соответствуют взаимно неконфликтным экспертам. Тогда группе экспертов, каждая пара из которой взаимно не конфликтна, будет соответствовать некоторый полный подграф графа Γ . Таким образом задача нахождения искомого разбиения V_1, \dots, V_{r_2} сводится к выделению полных подграфов графа Γ (их число обозначено через r_2). Для этой цели можно использовать стандартную технику [8]. Если матрица V не является бинарной (когда используется не бинарная, а непрерывная шкала не конфликтности), то для получения разбиения V_1, \dots, V_{K_2} используются алгоритмы диагонализации матрицы связи [9].

Этап 4. Оценка «условной» компетентности экспертов

Необходимость этого этапа связана с тем, что оценка компетентности существенно зависит от состава группы, её дающей. 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 даёт 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 тоже 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 («кланы») 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 подсчитывается 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 . Выбор констант a и b в значительной сте-

пени осуществляется экспертным путём и требует определённого опыта при решении конкретных задач описанного типа. При решении прикладных задач величина a выбирается из требования минимально допустимого уровня компетентности потенциального эксперта в (шкале $[0,1]$). Очевидно, что выбор порога a в значительной степени определяется «потенциалом» набора экспертов, из которого выбираются те, кто будет участвовать в экспертизе. Значение a для различных проблем PR_i в прикладных задачах обычно выбирается в диапазоне $0,5 - 0,7$, в зависимости от «сложности» самой проблемы. Значение константы b напрямую зависит от размера выборки и дисперсии оценок компетентности для тестируемого набора экспертов. Обычно значение $b=(0,8-0,9)a$ для больших и «средних» выборок и $b=0,7a$ – для малых выборок (с экспертной поправкой, зависящей от дисперсии оценок, полученных в результате тестирования).

Структурный анализ матрицы K , вообще говоря, представляет самостоятельный интерес, поскольку позволяет выявить реальные «кланы», т.е. неформальную группировку экспертов. Часто оказывается, что в один и тот же «клан», как правило, входят не конфликтующие (либо слабо конфликтующие) эксперты, хотя и придерживающиеся разных точек зрения.

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 исключаются условно некомпетентные для группы E_i эксперты. Оставшиеся после такой операции группы, содержащие более двух экспертов, обозначим через $E' = \{E'_1, \dots, E'_{r_4}\}$, где r_4 - общее число таких групп.

Для формирования j -й экспертной комиссии из множества E' выбираются такие группы, в каждую из которых входят эксперты, имеющие одну и ту же j -ю точку зрения. Выберем среди этих групп такую группу E'_{jmax} , в которую входит максимальное число экспертов.

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 в форме обсуждения отдельных аспектов существующего положения в организации, ретроспективного анализа динамики организации, выявления «узких мест» и т.д.

Сценарий подразумевает четкую структуризацию обсуждаемых вопросов. Так, например, при выявлении «узких мест» отдельно обсуждаются недостатки организационной структуры, способов функционирования, системы стимулирования. Особое внимание уделяется анализу влияния человеческого фактора на эффективность работы организации (уровень конфликтности, стиль руководства, кадровая политика и т.д.).

На заседаниях комиссий в основном обсуждаются разногласия и спорные вопросы, выявляемые по результатам обработки заранее заполняемых экспертами анкет. Такая схема (заполнение анкет – их обработка – выявление разногласий – обсуждение – коррекция первоначальных ответов) позволяет в сжатые сроки провести обсуждение широкого круга вопросов по недостаткам

основных составляющих действующей системы управления. Результаты анализа представляются каждой комиссией в виде развернутого заключения, в котором отмечаются недостатки и причины, их вызывающие.

На *этапе разработки предложений* по совершенствованию системы управления изменяется цель работы экспертных комиссий – переход от суммирования существенных недостатков к выбору варианта предложений, в максимальной степени их устраняющих. Это влечет за собой некоторые изменения методики работы экспертных комиссий.

Если на этапе анализа процедура выявления недостатков не вызывает существенных разногласий между экспертными комиссиями, то 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 (проекта в целом либо одной из его основных составляющих) подготавливается предпроект № 1 – первая итерация проекта решения обсуждаемого вопроса в данной комиссии. Каждый такой предпроект (их число равно числу комиссий) передается для обсуждения в другие комиссии. В процессе обсуждения предложений формулируются аргументы, связанные с недостатками этих предпроектов, особенностями их внедрения и т.д. 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. Число итераций может быть различным для разных комиссий. К каждому итоговому проекту прилагается список замечаний других комиссий, высказанных в процессе перекрестной экспертизы, и контр-возражения и аргументы комиссии на эти замечания. В остальном схема работы экспертных комиссий на втором этапе практически не отличается от таковой на этапе анализа: работа проходит по специальному сценарию; основная часть информации содержится в ответах на вопросы анкет, подготавливаемых заранее консалтинговой группой; обсуждаются только разногласия, выявляемые по ответам на вопросы анкеты и т.д. Совокупность итоговых проектов с замечаниями исследовательской группы является результатом работы комиссий на втором этапе.

Исходно методы КМВЭ разрабатывались главным образом для решения задач, возникающих в рамках одного крупного ведомства (например, регионального министерства транспорта или здравоохранения, транспортной или страховой кампании, крупной медицинской клиники федерального или регионального уровня) [2,3]. Однако для многих задач такого типа приходится иметь дело с межведомственной проблемой, затрагивающей государственные и коммерческие структуры, а также общественные (некоммерческие) организации, имеющие противоречивые, а иногда и антагонистические интересы. В этой ситуации непосредственное применение классических методов КМВЭ оказывается невозможным по следующим причинам.

1. При отсутствии единого руководства никто не может обязать экспертов из разных организаций работать в экспертных комиссиях.

2. Эксперты из разных организаций мало знают о компетенциях друг друга, поэтому предлагаемые в [2,3] методики оценки компетентности экспертов на основании мнений других экспертов, входящих в ту же экспертную комиссию, в нашем случае оказывается неэффективной.

3. Согласно Концепции, эксперты разбиваются на небольшое число групп «экспертов-единомышленников», имеющих близкие точки зрения на проблему в целом. Из этих групп и

формируются экспертные комиссии. При большом количестве организаций, имеющих отношение к такой межведомственной задаче, и разнообразии выполняемых этими организациями функций трудно надеяться на то, что удастся сформировать такие комиссии.

С учётом этих обстоятельств была разработана модификация метода КМВЭ, адекватная задачам межведомственного типа, названная методом независимой коллективной многовариантной экспертизы [10]. В следующем разделе излагается его методическая и алгоритмическая база. Далее будет использоваться сокращённое название модифицированного метода – независимая многовариантная экспертиза (НМВЭ).

2. Метод независимой многовариантной экспертизы

Важное отличие метода НМВЭ от классических процедур коллективной многовариантной экспертизы состоит в том, что работа экспертов проходит, в основном, в заочной форме, при которой каждый эксперт узнает мнения других экспертов, входящих в ту же экспертную комиссию, от консультантов (членов консалтинговой группы, проводящих экспертизу); через них же по специальной процедуре проводится обсуждение спорных вопросов. Но основным и весьма существенным отличием разработанного метода состоит в том, что в процессе экспертизы разрабатываются не варианты решения исходной задачи в целом, а выявляются и разрабатываются варианты решения *относительно независимых проблем*, связанных с исходной задачей, совокупное решение которых обеспечивает также решение и исходной задачи.

Реализация метода НМВЭ разбивается на следующие основные этапы.

2.1. Этап 1 НМВЭ – формирование списка кандидатов в эксперты

Вначале составляется список специалистов, мнение которых будет заведомо полезно для разработчиков системы, и которые согласились работать экспертами, это – список первого уровня S_1 . Желательно, чтобы в этом списке были представлены все основные заинтересованные стороны по исследуемой проблеме. На

этом этапе, как и ранее, предлагается активно использовать процедуры типа «снежный ком» [1], в итоге будет сформирован предварительный список S_{pr} из l кандидатов в эксперты.

2.2. Этап 2 НМВЭ – формирование списка относительно независимых проблем

В процессе предварительных интервью с потенциальными экспертами из списка S_{pr} формируется список из n относительно независимых проблем $C_{пр} = \{PR_1, \dots, PR_n\}$, где PR_i – формальное описание i -ой проблемы. Такое описание может быть получено, например, как подмножество (подсписок) термов $PR_i = \bigcup_{j=1}^{n_i} T_{ij}$, $T_{ij} \in T_{общ}$

из общего множества (списка) термов $T_{общ} = \{T_1, \dots, T_{n_{общ}}\}$, содержательное описание каждого из которых $T_i \in T_{общ}$ характеризует определённый аспект исследуемой проблемы, а совокупность описаний термов из общего множества $T_{общ}$ полностью покрывает содержательное описание проблемы в целом, здесь: n_i – число термов в формальном описании i -ой проблемы PR_i , $n_{общ}$ – число термов в общем множестве $T_{общ}$.

Такие формальные описания должны удовлетворять следующим условиям. Во-первых, эти проблемы в совокупности покрывают общую проблему экспертизы $PR_{общ}$. В теоретико-множественных терминах это условие можно записать в виде: $PR_{общ} \in \bigcup_{i=1}^n PR_i$. Во-вторых, сами проблемы должны быть *достаточно независимы*. В теоретико-множественных терминах это означает, что мощность попарных пересечений формальных описаний проблем существенно меньше мощности формального описания каждой из этих проблем в отдельности, т.е.

$$[M(PR_i \cap PR_j) \ll M(PR_i)] \wedge [M(PR_i \cap PR_j) \ll M(PR_j)], \quad (1) \\ i, j = 1 \div n, i \neq j,$$

где $M(A)$ – мощность множества A . В данном случае (конечность рассматриваемых множеств) мощность множества A совпадает с числом элементов, входящих в это множество, т.е.

$M(PR_i)=n_i$, $M(PR_i \cap PR_j)=n_{неpi,j}$, где $n_{неpi,j}$ – число термов в формальном описании множества $PR_i \cap PR_j$ (пересечение формальных описаний проблем PR_i и PR_j). В этом случае условие (1) имеет вид (1а):

$$n_{неpi,j} \ll n_i \text{ и } n_{неpi,j} \ll n_j. \quad (1a)$$

На этом же этапе из общего списка $C_{пр}$ выделяется подписание проблем $C_{пр}^{нк} = \{PR_i^{нк}, \dots, PR_{n_{нк}}^{нк}\}$, по способам решения которых имеются различные мнения (нет консенсуса), где $PR_i^{нк}$ – формальное описание i -ой проблемы, для которой нет консенсуса, а $n_{нк}$ – общее число таких проблем. При формировании этого подписки консультанты оценивают качество и убедительность аргументации потенциальных экспертов.

2.3. Этап 3 НМВЭ – оценка компетентности потенциальных экспертов

На этом этапе производится оценка компетентности потенциальных экспертов. Алгоритм оценки компетентности, разработанный в рамках НМВЭ, существенно отличается от описанной выше процедуры оценки условной компетентности, используемой в классических схемах КМВЭ. В данном случае необходимо оценивать компетентность эксперта не в целом по исследуемой задаче, а по каждой из n относительно независимых проблем из списка $C_{пр}$, и в первую очередь – по проблемам из подписки $C_{пр}^{нк}$ (по способам решения которых, нет консенсуса). Далее приводится краткое описание этого алгоритма.

2.3.1. Алгоритм оценки компетентности экспертов для НМВЭ

Информация, используемая алгоритмом, состоит из 3 частей – результатов заполнения трёх типов анкет для j -го (оцениваемого) эксперта:

1. Анкета-1 (самооценка), заполняемая j -ым экспертом, состоит из $(n+1)$ -го раздела – общей информации об эксперте и его деятельности, а также из n разделов, каждый из которых посвящён вопросам по одной из относительно независимых проблем из списка $C_{пр}$. Анкета заполняется экспертом при участии консультанта, как правило, во время его интервью с экспертом.

2. Анкета-2, заполняемая другими экспертами из предварительного списка кандидатов в эксперты $S_{пр}$, которая состоит из n разделов – по числу относительно независимых проблем. Вопросы касаются компетентности оцениваемого эксперта по различным аспектам каждой такой проблемы. Если оцениваемый эксперт работает или сотрудничает с некоторой организацией, то такую анкету заполняет также непосредственный руководитель эксперта в этой организации либо руководитель подразделения организации, с которым эксперт сотрудничает.

3. Анкета-3 практически совпадает с Анкетой-2, но её заполняют консультанты, интервьюировавшие оцениваемого эксперта.

Во всех трёх типах анкет информация каждого раздела, относящегося к конкретной относительно независимой проблеме, обрабатывается отдельно, вне связи с другими разделами. Другими словами, компетентность эксперта оценивается по каждой такой проблеме независимо. По этой причине работу алгоритма опишем для одной проблемы PR_i .

Среди всех анкет типа 2 отбираются те, в которых заполнены пункты раздела, посвящённого проблеме PR_i (регламент позволяет эксперту не заполнять некоторые разделы Анкеты-2 для j -го эксперта). Вся эта информация представляется в виде (l_1+l_2+1) -мерного вектора интегральных оценок компетентности j -го эксперта по проблеме PR_i :

$$kj(PR_i) = \{k_j^{(1)}(PR_i), \dots, k_j^{(l_1)}(PR_i), k_j^{(l_1+1)}(PR_i), \dots, k_j^{(l_1+l_2)}(PR_i), k_j^{(l_1+l_2+1)}(PR_i)\}, \quad (2)$$

где l_1 – число экспертов, заполнивших раздел PR_i Анкеты-2 для j -го эксперта, l_2 – число консультантов, заполнивших раздел PR_i Анкеты-3 для j -го эксперта, $k_j^{(l_1+l_2+1)}(PR_i)$ – самооценка j -го эксперта, скорректированная консультантами. При заполнении всех пунктов анкет (кроме первого раздела Анкеты-1) из соображений удобства работы с экспертами используется дискретная 10-бальная шкала с шагом 0,5 балла. Величины $k_j^{(s)}(PR_i)$ интегральных оценок компетентности, фигурирующие в (2) традиционно формировались в непрерывной шкале отрезка $[0,1]$, поэтому при обработке анкет все балльные оценки экспертов делятся на 10.

Описание алгоритма представляет собой следующую пошаговую итерационную процедуру.

Шаг 1 алгоритма.

$$u_j(PR_i) = \frac{1}{l_1 + l_2 + 1} \sum_{s=1}^{l_1+l_2+1} k_j^{(s)}(PR_i). \quad (3)$$

Для значения $u_j(PR_i)$, рассчитанного по формуле (3), подсчитывается нижняя граница доверительного интервала $\Delta_j^{(H)}$ для выбранного значения доверительной вероятности [11]. В работе использовалось значение доверительной вероятности, равное для «обычных» выборок 0.95, а для малых выборок – 0,9. Классическая методика построения доверительных интервалов достаточно подробно описана в [11], в прикладных задачах для этого используются специальные таблицы [12].

Если выполняются неравенства:

$$u_j(PR_i) \geq a, \quad \Delta_j^{(H)} > b, \quad (4)$$

где a и b – заданные пороговые значения, то j -й эксперт считается компетентным по проблеме PR_i . Если выполняются следующие условия:

$$u_j(PR_i) \geq a, \quad \Delta_j^{(H)} < b, \quad (5)$$

то необходимо провести уточнение данных анкетирования по j -му эксперту по проблеме PR_i . Для этой цели для эксперта, оценка $u_j(PR_i)$ для которого удовлетворяет условию (5), либо проводится повторное анкетирование, либо, в зависимости от величины разности $(b - \Delta_j^{(H)})$, консультанты «переводят» этого эксперта соответственно в группу компетентных или некомпетентных по проблеме PR_i экспертов.

И, наконец, если:

$$u_j(PR_i) < a, \quad \Delta_j^{(H)} < b, \quad (6)$$

то эксперт считается некомпетентным по проблеме PR_i .

В итоге j -ый эксперт получает одну из оценок компетентности по проблеме PR_i , – либо $u_j(PR_i)$, если попадает в группу компетентных по этой проблеме экспертов (выполняются неравенства (4)), либо 0, если попадает в группу некомпетентных по этой проблеме экспертов (выполняются неравенства (6) или он «переведен» в эту группу консультантами при выполнении неравенств (5)). Эта схема реализуется

для всех l кандидатов в эксперты из предварительного списка S_{pr} .

Следует обратить внимание, что величины интегральных оценок компетентности $k_j^{(s)}(PR_i)$, входят в выражение (3) меры $u_j(PR_i)$ компетентности j -го эксперта по проблеме PR_i «равноправно», т.е. с одинаковым весом. Абсурдность такой ситуации особенно очевидна для тех экспертов, которые сами попали в категорию некомпетентных по проблеме PR_i , очевидно, что их оценки не нужно учитывать в (3). Однако на первом шаге алгоритма (первой итерации) это сделать просто невозможно, так как распределение всех экспертов на группы компетентных и некомпетентных будет сделано только в самом конце первого шага (первой итерации). Продолжая логику этих рассуждений, приходим к выводу, что оценки $k_j^{(s)}(PR_i)$ в (3) необходимо «взвешивать», в зависимости от уровня компетентности s -го эксперта. В работе для такого «взвешивания» предлагается использовать весовые коэффициенты $v_s(PR_i)$ вида:

$$v_s(PR_i) = \begin{cases} u_s(PR_i), & \text{если эксперт отнесён} \\ & \text{к группе компетентных} \\ 0, & \text{если эксперт отнесён} \\ & \text{к группе некомпетентных} \end{cases} \quad (7)$$

Тогда выражение (3) для расчёта меры компетентности экспертов по проблеме PR_i переписывается в виде:

$$u_j(PR_i) = \frac{1}{\sum_{s=1}^{l_1+l_2+1} v_s(PR_i)} \sum_{s=1}^{l_1+l_2+1} v_s(PR_i) k_j^{(s)}(PR_i), \quad (8)$$

$$j=1 \div l,$$

где $v_s(PR_i)$ определяется выражением (7). Веса $v_s(PR_i)$ «экспертов» под номерами $s=(l_1+1) \div l_2$ (консультанты, заполняющие Анкету-3 для j -го эксперта) по определению равны 1, а для эксперта под номером $s=(l_1+l_2+1)$ (j -ый эксперт, заполнивший Анкету-1) значение весового коэффициента равно $v_j(PR_i)$.

Тонкость такой процедуры расчёта состоит в том, что для получения оценок $u_j(PR_i)$ в (8) можно использовать веса $v_s(PR_i)$, рассчитанные с помощью формулы (7) только для оценок

$u_s(PR_i)$ и распределения экспертов по группам компетентности (компетентен – некомпетентен), полученных на предыдущей итерации (например, для второй итерации оценки рассчитываются по формуле (3)). Во избежание неправильного толкования, введём в (7) и (8) индекс итерации и перепишем их в виде:

$$v_s^t(PR_i) = \begin{cases} u_s^t(PR_i), & \text{если эксперт отнесён} \\ & \text{к группе компетентных} \\ 0, & \text{если эксперт отнесён} \\ & \text{к группе некомпетентных} \end{cases} \quad (9)$$

$$u_j^{t+1}(PR_i) = \frac{1}{\sum_{s=1}^{l_1+l_2+1} v_s^t(PR_i)} \sum_{s=1}^{l_1+l_2+1} v_s^t(PR_i) k_j^{(s)}(PR_i), \quad (10)$$

$$j=1 \div l.$$

Шаг $t+1$ алгоритма.

На $(t+1)$ -ой итерации с помощью (10) рассчитываются оценки $u_j^{t+1}(PR_i)$ меры компетентности экспертов по проблеме PR_i , с использованием весовых коэффициентов $v_s^t(PR_i)$, которые рассчитываются по формуле (9). Для каждой из этих оценок подсчитывается нижняя граница доверительного интервала $\Delta_j^{t+1,(H)}$. Затем, используя неравенства (4) - (6), в которых вместо $u_j(PR_i)$ и $\Delta_j^{(H)}$ стоит $u_j^{t+1}(PR_i)$ и $\Delta_j^{t+1,(H)}$ соответственно, получаем новые значения весовых коэффициентов $v_s^{t+1}(PR_i)$, а также распределение экспертов по группам компетентности по проблеме PR_i (компетентен – некомпетентен).

Алгоритм прекращает работу на $(N+1)$ -ой итерации, при условии, что для всех s справедливо равенство $v_s^N(PR_i) = v_s^{N+1}(PR_i)$.

Совершенно аналогично получаются оценки и распределение экспертов по группам компетентности для всех n проблем.

2.4. Этап 4 НМВЭ – формирование экспертных комиссий

На этом этапе происходит формирование экспертных комиссий. Для каждой проблемы,

по схеме решения которой среди компетентных (для этой проблемы) экспертов достигнут консенсус, создаётся единственная экспертная комиссия, состоящая из таких экспертов. В задачу каждой такой комиссии входит подготовка для ЛПР развёрнутого предложения по схеме, бизнес-плану, правовой и нормативной базе и пр., необходимых для решения этой проблемы.

Для разработки решения каждой из проблем, по которым имеются разногласия (не достигнут консенсус), формируется несколько экспертных комиссий (по числу существенно различных точек зрения на решение этой конкретной проблемы), в каждую из которых входят компетентные эксперты-единомышленники, т.е. эксперты, имеющих приблизительно одинаковые мнения по решению этой конкретной проблемы (а не по совокупности проблем, как в КМВЭ). При таком подходе общее число комиссий может несколько увеличиться по сравнению с классическими методами многовариантной экспертизы, но это не потребует увеличения числа экспертов: каждый эксперт может работать в нескольких комиссиях, сформированных для решения различных проблем, т.е. участвовать в обсуждении всех вопросов, по которым у него есть обоснованное и компетентное мнение.

2.4.1. Процедура формирования экспертных комиссий для проблем, по которым имеются разногласия

Эта процедура во многом сходна с процедурой формирования экспертных комиссий в КМВЭ. Обозначим через l_{nc} число выявленных в процессе предварительных этапов экспертизы проблем PR_i^{nc} , по которым имеются разногласия. Для каждого j -го компетентного по проблеме PR_i^{nc} эксперта на базе информации, содержащейся в анкетах и интервью, формируется n -мерный вектор $x_j^i = (x_j^{i,(1)}, \dots, x_j^{i,(n)})$, где $x_j^{i,(s)}$ – характеристика мнения j -го эксперта по s -му аспекту проблемы PR_i^{nc} (см. пояснения к формуле (1)). Тогда j -й эксперт представляется точкой x_j^i в n -мерном пространстве X_i характеристик проблемы PR_i^{nc} . Если имеется информация такого

рода от k_i компетентных по проблеме PR_i^{nc} экспертов, то в этом пространстве определено положение k_i точек x_j^i , и задача структуризации мнений (выявления групп единомышленников) на решение проблемы PR_i^{nc} сводится к задаче разбиения этих точек в пространстве X_i на группы близких в определённом смысле точек. Считается, что эксперты, попавшие при таком разбиении в одну и ту же группу, являются единомышленниками (имеют сходные точки зрения на решение проблемы PR_i^{nc}). Для получения такого разбиения в прикладных задачах используются алгоритмы из комплекса алгоритмов интеллектуального анализа сложно организованных данных [7], в котором для классификации используется алгоритм структурно-классификационного анализа данных (СКАД).

2.5. Этап 5 НМВЭ – работа сформированных экспертных комиссий

В отличие от описанной выше схемы КМВЭ в данном случае этап анализа в работе экспертных комиссий практически отсутствует, поскольку все аналитические материалы были сформированы консалтинговой группой ещё на этапе предварительных интервью с кандидатами в эксперты.

Для проблем PR_i^{nc} , по которым сформировано несколько экспертных комиссий, как и для КМВЭ, организуется перекрёстная экспертиза вариантов решения. Результатом обсуждения является либо некий согласованный вариант, либо перечень вариантов с указанием преимуществ и недостатков каждого из них. Такой перечень с соответствующими комментариями готовит консалтинговая группа после завершения процедуры перекрёстной экспертизы по проблеме PR_i^{nc} . Эксперты участвуют в обсуждении заочно, получая от консультантов полную информацию о мнениях других экспертов и результаты их статистической обработки.

Гипотетически возможны случаи, когда выявленный набор проблем не является полностью независимым, то есть выбор варианта решения некоторой проблемы будет зависеть от того, какие решения будут приняты по другим проблемам. В таких случаях процедура пере-

крёстной экспертизы становится многоэтапной. А именно, на каждом этапе перекрёстной экспертизы экспертные комиссии по i -ой условно-независимой проблеме получают результаты этого же этапа перекрёстной экспертизы по j -ой проблеме (согласованный вариант, либо перечень вариантов с указанием преимуществ и недостатков каждого из них). На следующем этапе проводится следующий цикл перекрёстной экспертизы для экспертных комиссий по i -ой условно-независимой проблеме с учётом полученных результатов. Этап является заключительным, если его результаты для всех комиссий по всем взаимосвязанным проблемам – идентичны.

2.6. Этап 6 НМВЭ – формирование итогового проекта решения проблемы

По итоговым результатам обсуждения консалтинговая группа разрабатывает проект решения проблемы в целом с указанием преимуществ и недостатков предлагаемого решения. В КМВЭ окончательное решение предлагается оставить за руководством организации (ЛПР). В случае задачи межведомственного типа функции ЛПР обычно выполняет существующий или специально для этого созданный межведомственный орган. Как правило, вопрос выбора или создания такого органа также является предметом рассмотрения этой же экспертизы.

Заключение

Разработанные методы коллективной многовариантной экспертизы (КМВЭ) и независимой коллективной многовариантной экспертизы (НМВЭ) использовались при решении ряда прикладных задач. Процедуры КМВЭ использовались, в том числе: в задаче совершенствования управления пассажирскими автоперевозками в Московской области [13]; при анализе и совершенствовании систем управления региональным здравоохранением [14]; для совершенствования межбюджетных отношений федерального центра и субъектов РФ; при совершенствовании налоговой политики и системы сбора налогов; для совершенствования системы оплаты труда в бюджетной сфере, обоснованного выбора минимального размера оплаты труда (МРОТ) [15]; в

задаче оценки и прогнозирования социального развития регионов России [16]; при разработке методики оценки эффективности функционирования системы управления жилищно-коммунального хозяйства крупного города [17]; при формировании образовательных стандартов [18]; при разработке экспертно-аналитической модели прогнозирования в задаче управления железнодорожным путевым хозяйством [19]; для прогнозирования состояния пути и планирования ремонтных работ в системе РЖД [20]; при структурно-классификационной обработке сложных медико-биологических сигналов [21, 22].

Процедуры НМВЭ использовались, в том числе: при синтезе системы управления межрегиональными автобусными перевозками «Москва – Северо-кавказский ФО» [23]; при решении задачи создания интеллектуальной системы управления лечебно-диагностическими процессами в крупном медицинском учреждении [24].

Во всех приложениях, а также при машинном моделировании была подтверждена высокая эффективность разработанной методологии КМВЭ и НМВЭ, а также реализующих её алгоритмов и процедур.

Литература

1. Панкова Л.А., Петровский А.М., Шнейдерман М.В. Организация экспертизы и анализ экспертной информации. -М.: Наука, 1984. -120 с.
2. Дорофеюк А.А., Покровская И.В., Чернявский А.Л. Экспертные методы анализа и совершенствования систем управления. // Автоматика и телемеханика. 2004. №10. -С. 172 – 188.
3. Покровская И.В., Гольдовская М.Д., Киселева Н.Е. Методы многовариантной экспертизы в задачах поддержки принятия решений в социально-экономических системах управления. / Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2012): Материалы Шестой международной конференции. Том I. М.: ИПУ РАН, 2012. - с. 322-324.
4. Дорофеюк А.А., Чернявский А.Л. Консультативная работа по совершенствованию управления в организационных системах (методологические основы)/ Сб.: Методы и алгоритмы анализа эмпирических данных. М.: ИПУ, 1988.
5. Чернявский А.Л. Количественные методы исследования организационных систем. I, II// Автоматика и телемеханика. 1988. № 2, 3.
6. Чернявский А.Л., Дорофеюк А.А., Кулькова Г.В. Алгоритмы экспертно-классификационного анализа в прикладных задачах исследования социально-экономических систем управления. / Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2011): Материалы Пятой международной конференции. Том I. / -М.: ИПУ РАН, 2011. – С. 66-69.
7. Дорофеюк Ю.А., Покровская И.В., Киселева Н.Е. Комплекс алгоритмов интеллектуального анализа сложно организованных данных при исследовании слабо формализованных систем управления.// Машинное обучение и анализ данных. 2014. Т. 1, № 10. С. 1423 - 1438.
8. Басакер Р., Саати Т. Конечные графы и сети. М.: Наука, 1974.
9. Браверман Э.М., Дорофеюк А.А., Лумельский В.Я., Мучник И.Б. Диагонализация матрицы связи и выделение скрытых факторов.// В кн.: Проблемы расширения возможностей автоматов. ИАТ. Вып.1. М.: 1971.
10. Дорофеюк А.А., Дорофеюк Ю.А., Покровская И.В., Чернявский А.Л. Метод независимой многовариантной экспертизы и его использование при решении прикладных задач. / Управление развитием крупномасштабных систем MLSD'2013): Труды Седьмой международной конференции. Том 1. – М.: ИПУ РАН, 2013. – с. 260-271.
11. Е.С.Вентцель Теория вероятностей. 4 издание. // -М.: Наука. 1969, - 576 с.
12. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. / -М.: «Наука. Физматлит», 1983. - 416 с.
13. Чернявский А.Л., Кащыв П.Д. Методы многовариантной экспертизы в задаче совершенствования управления пассажирскими перевозками. Искусственный интеллект. 2012. № 2. –С. 568-574.
14. Бауман Е.В., Дорофеюк А.А., Чернявский А.Л., Медик В.А. Классификационные методы в аналитических задачах регионального управления здравоохранением. / Труды Института проблем управления РАН. –М: ИПУ РАН. 2012. -с. 38-43.
15. Дорофеюк А.А., Лайкам К. Э., Чернявский А.Л. Минимальный размер оплаты труда (МРОТ) как инструмент социально-экономической политики.// Теория активных систем. Труды международной научно-практической конференции. Том 1. М: ИПУ. 2013. С. 100-102.
16. А.Л.Чернявский, Н.Е.Киселева, И.В.Покровская Построение комплексной оценки социально-экономического развития регионов. / Материалы конференции «Управление в технических, эргатических, организационных и сетевых системах» (УТЭОСС-2012). – СПб.: «ЦНИИ «Электроприбор», 2012. – с. 1121-1125.
17. Мандель А.С., Дорофеюк А.А., Чернявский А.Л., Лифшиц Д.В. Экспертно-классификационные методы оценки эффективности и поддержки принятия решений в задачах управления ЖКХ мегаполиса Москва. / Таврический вестник информатики и математики. 2012. № 2. –с. 42-48.
18. Мандель А.С., Дорофеюк А.А., Чернявский А.Л., Никитин В.В., Мальцева С.В. Классификационные алгоритмы агрегирования объектов профессиональной деятельности в задаче формирования профессиональных и образовательных стандартов. / Таврический вестник информатики и математики. 2008. № 2 –с. 49-58.

19. Dorofeyuk Julia, Dorofeyuk Alexander, Pokrovskaya Irina The Expert-Analytical Forecasting Model in the Problem of Railway Track Facilities Control. / Preprints of 2013 IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management, and Control (IFAC MIM '2013, Saint Petersburg). - Saint Petersburg – Moscow: ICS RAS PH, 2013, -pp. 1866-1871.
20. Мандель А.С., Дорофеюк А.А., Дорофеюк Ю.А., Чернявский А.Л. Применение экспертно-классификационных методов анализа данных для прогнозирования состояния пути и планирования ремонтных работ / Материалы 6-й Всероссийской мультиконференции (МКПУ-2013). Конференция «Управление в интеллектуальных, эргатических и организационных системах (УИнтЭргОС-2013)». Ростов н/Д.: Издательство Южного федерального университета (НИИ многопроцессорных вычислительных систем им. акад. А.В.Каляева ЮФУ), 2013. том 3. С. 148-153.
21. Desova A.A., Guchuk V.V. and Dorofeyuk A.A. (2014) 'A new approach to pulse signal rhythmic structure analysis', Int. J. Biomedical Engineering and Technology, Vol. 14, No. 2, pp.148–158.
22. Гучук В.В., Десова А.А., Дорофеюк А.А., Анохин А.М. Процедура объективизации экспертной классификации характеристик биосигналов для медико-диагностических комплексов // Датчики и системы. 2014. № 2. С. 2-7.
23. Чернявский А.Л., Ахохов А.А., Блудян Н.О., Покровская И.В. Разработка схемы управления межрегиональными автобусными перевозками «Москва – Северо-кавказский ФО» на базе метода независимой многовариантной экспертизы. / Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2013): Материалы седьмой международной конференции. Том 2. -М.: ИПУ РАН, 2013. –с. 170-173.
24. Дорофеюк А.А., Потапов А.А., Чернявский А.Л., Шифрин М.А. Создание пациент-ориентированной интеллектуальной системы управления лечебно-диагностическими процессами в крупном медицинском учреждении. / Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2013): Материалы Седьмой международной конференции. Том 2. -М.: ИПУ РАН, 2013. –с. 402-405.

Дорофеюк Александр Александрович. Главный научный сотрудник ИСА ФИЦ ИУ РАН. Заведующий лабораторией ИПУ РАН им. В.А. Трапезникова. Профессор НИУ ВШЭ, ФКН. Окончил МФТИ в 1965 году. Доктор технических наук. Количество печатных работ: 232, в том числе 15 монографий. Область научных интересов: математическая статистика, функциональный анализ, интеллектуальные методы анализа данных, методы экспертизы и анализа экспертных оценок, методы поддержки принятия решений, системный анализ. E-mail: daa2@mail.ru

Гольдовская Марина Дмитриевна. Научный сотрудник ИПУ РАН им. В.А. Трапезникова. Окончила МГУ им. М.В. Ломоносова в 1976 году. Количество печатных работ: 25. Область научных интересов: интеллектуальные методы анализа данных, методы экспертизы и анализа экспертных оценок, методы поддержки принятия решений. E-mail: mdgold54@mail.ru

Киселева Нелли Евсеевна. Старший научный сотрудник ИПУ РАН им. В.А. Трапезникова. Окончила МИФИ в 1965 году. Кандидат технических наук. Количество печатных работ: 48. Область научных интересов: интеллектуальные методы анализа данных, методы экспертизы и анализа экспертных оценок, методы поддержки принятия решений. E-mail: lab55@ipu.ru

Покровская Ирина Вячеславовна. Старший научный сотрудник ИПУ РАН им. В.А. Трапезникова. Окончила МГУ им. М.В. Ломоносова в 1976 году. Кандидат технических наук. Количество печатных работ: 61. Область научных интересов: интеллектуальные методы анализа данных, методы экспертизы и анализа экспертных оценок, методы поддержки принятия решений. E-mail: ivp750@mail.ru

Спиро Арнольд Григорьевич. Старший научный сотрудник ИПУ РАН им. В.А. Трапезникова. Окончил в РосПИ, г. Ростов 1958 году. Кандидат технических наук. Количество печатных работ: 43. Область научных интересов: интеллектуальные методы анализа данных, методы экспертизы и анализа экспертных оценок, методы поддержки принятия решений. E-mail: spiro35@mail.ru

Чернявский Александр Леонидович. Старший научный сотрудник ИПУ РАН им. В.А. Трапезникова. Окончил МФТИ в 1964 году. Кандидат технических наук. Количество печатных работ: 43. Область научных интересов: интеллектуальные методы анализа данных, методы экспертизы и анализа экспертных оценок, методы поддержки принятия решений. E-mail: achern@ipu.ru

The collective multivariate expertise procedures in the analysis and improvement of socio-economic control systems problems

A.A. Dorofeyuk, M.D. Goldovskaya, N.E. Kiseleva, I.V. Pokrovskaya, A.G. Spiro, A.L. Chernyavsky

Abstract. One of the tools for solving ill-formalizable problems is the expertise, in this case the experts are the main sources of information. Expertise for analysis and reform of weakly formalized systems (mainly social-economic and organizational) has a number of features that impede the use of classical expertise methods. The paper is devoted to the description of a new expertise methods class – the collective multivariate expertise, as well as the specifics of their use in the applied problems solution.

Keywords: collective multivariate expertise (CMVA), expert commission, conditional experts competence, cross-examination procedure, independent multivariate expertise (IMVE), iterative expert's competence estimation, collective expertise methods in the applied problems solution.

Alexander A. Dorofeyuk. Doctor of Sciences (Computer Sciences), Professor; Institute for System Analysis of the Federal Research Center «Information and Control», RAS, Chief Researcher; V.A. Trapeznikov's Institute of Control Sciences RAS, Moscow, Head of Laboratory; National Research University «Higher School of Economics», Moscow, Professor.

Marina D. Goldovskaya. V.A. Trapeznikov's Institute of Control Sciences RAS, Moscow, researcher.

Nelly E. Kiseleva. PhD (Computer Sciences), V.A. Trapeznikov's Institute of Control Sciences RAS, Moscow, senior researcher.

Irina V. Pokrovskaya. PhD (Computer Sciences), V.A. Trapeznikov's Institute of Control Sciences RAS, Moscow, senior Researcher.

Arnold. G. Spiro. PhD (Computer Sciences), V.A. Trapeznikov's Institute of Control Sciences RAS, Moscow, senior researcher.

Alexander L. Chernyavsky. V.A. Trapeznikov's Institute of Control Sciences of RAS, Moscow, PhD (Computer Sciences), Senior Researcher.