

Архипов А.Е., Архипова С.А.
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»

ОЦЕНИВАНИЕ УРОВНЯ КОМПЕТЕНТНОСТИ ЭКСПЕРТА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СЕРИИ ГРУППОВЫХ ЭКСПЕРТИЗ

Рассмотрена возможность оценивания качества работы эксперта по данным, полученным в ходе проведения экспертизы. Предложена структура шкального преобразования и способы задания его параметров для количественной оценки компетентности. Предложена модель, связывающая уровень компетентности эксперта с моментными характеристиками погрешностей оценок эксперта.

ВВЕДЕНИЕ

Среди множества экспертных процедур, привлекаемых для решения самых разных задач, одной из наиболее распространенных является коллективная (групповая) экспертиза, позволяющая обеспечить достаточно высокую степень точности и объективности конечных результатов [7-11]. При этом достаточно распространен вид групповой экспертизы, в котором общая совокупность экспертных оценок формируется из независимых индивидуальных оценок отдельных экспертов. Подобная особенность групповой экспертизы обуславливает относительную простоту и прозрачность обработки данных групповой экспертизы [1,7, 9] по сути объединяющих сведения, полученных от каждого эксперта в отдельности. Успешность осуществления этой обработки в свою очередь зависит от наличия информации об уровнях компетентности экспертов, привлеченных к участию в экспертизе. Обычно для оценивания компетентности экспертов выполняется ряд специальных дополнительных мероприятий организационно-аналитического характера [7,9,10], результаты которых имеют достаточно субъективный характер. Поэтому актуальна и перспективна задача определения компетентности эксперта непосредственно из результатов выполненных им экспертиз. Ниже решение этой задачи получено при наличии специфических ограничений на характер проводимой групповой экспертизы, а затем сделана попытка распространить это решение на более широкий круг экспертиз.

Предлагается технология оценивания уровня компетентности эксперта непосредственно из совокупности экспертных оценок, полученных в ходе проведения серии групповых экспертиз. При этом допускается, что каждую групповую экспертизу можно интерпретировать как ряд независимых индивидуальных экспертиз. Тогда результаты серии таких групповых экспертиз, полученных при групповом экспертировании множества (ряда) объектов экспертизы, представимы в виде совокупности последовательностей (рядов) индивидуальных экспертных оценок, объединяемых общим протоколом групповой экспертизы.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Полагаем, что при проведении серии групповых экспертиз (СГЭ) в них принимает участие группа из N экспертов, неизменная по своему составу. Каждым экспертом осуществляется индивидуальная экспертиза одной и той же совокупности из M объектов, предъявляемых экспертам в одной и той же последовательности. Результаты экспертизы имеют количественную форму представления. Полученные каждым экспертом в ходе индивидуальных экспертиз подмножества из M экспертных оценок сводятся в общую

матрицу данных, подлежащих последующей совместной обработке:

$$Z = [z_{ij}] = \begin{bmatrix} z_{11} & z_{12} & \dots & z_{1N} \\ z_{21} & z_{22} & \dots & z_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ z_{M1} & z_{M2} & \dots & z_{MN} \end{bmatrix} = [Z_1, Z_2, \dots, Z_N] \quad (1)$$

Результаты индивидуальной экспертизы, осуществленной j -ым экспертом, представляют собой случайный вектор $Z_j = [z_{1j}, z_{2j}, \dots, z_{Mj}]^T$, каждый элемент которого содержит информативную составляющую x_{i0} , общую для всех экспертных оценок z_{ij} и погрешность e_{ij} , характеристики которой индивидуальны у каждого конкретного эксперта и непосредственно зависят от уровня его компетентности:

$$z_{ij} = x_{i0} + e_{ij}, \quad i = \overline{1, M}, \quad j = \overline{1, N}. \quad (2)$$

Следовательно, в свою очередь, компетентность эксперта должна зависеть от величины (уровня) ошибок, допускаемых им в ходе экспертизы, т.е. в этом контексте компетентность j -ого эксперта – некоторый показатель c_j , интегрально учитывающий характер ошибок этого эксперта, например, их смещенность и степень рассеяния.

Результаты групповой экспертизы i -ого экспертируемого объекта, представленные i -ой строкой матрицы Z , содержат общую информативную составляющую x_{i0} , выделение которой составляет основную задачу ретроспективной обработки экспертных оценок. Хотя обсуждение методов и способов решения этой задачи не является целью данной статьи, очевидно, что успешность обработки результатов групповой экспертизы напрямую зависит от использования сведений о компетентностях экспертов. В частности, в одной из наиболее распространенных оценок информативной составляющей – в средневзвешенной оценке

$$\tilde{x}_i = \sum_{j=1}^N w_j z_{ij}, \quad (3)$$

значения весовых коэффициентов w_{ij} определяются исходя из данных о компетентности c_j , $j = \overline{1, N}$ экспертов:

$$w_j = c_j / \sum_{j=1}^N c_j. \quad (4)$$

Особенностью СГЭ являются достаточно большие объемы M подлежащих экспертизе объектов, в качестве которых могут выступать образцы определенных типов продукции, изделий, информационные продукты (в частности, программное обеспечение), художественные или литературные произведения, списки вопросов (опросники) в социологических или психологических исследованиях, присланные на конкурс проекты и т.п. Получаемые в этом случае объемы индивидуальных экспертных оценок содержат и информацию о личных качествах экспертов, что, в частности, позволяет предположить возможность выделения из совокупности результатов СГЭ информации об уровнях компетентности экспертов, знание которой весьма актуально для организации эффективной обработки результатов экспертизы.

Проблема оценивания компетентности экспертов, участвующих в проведении групповых экспертиз, в специальной литературе представлена достаточно давно и широко [1-5, 7, 9-11]. Основные способы ее решения замыкаются на проведение специальных организационных мероприятий: тестирование экспертов (применяется редко, т.к. крайне

непопулярно среди экспертов), само- и взаимооценивание компетентности экспертов (полученные результаты могут оказаться весьма субъективными), документационный метод (основывается на объективных документально подтверждаемых характеристиках эксперта, как специалиста, процедура «сворачивания» которых в показатель компетентности может реализовываться крайне субъективно). В [1] предложена математическая модель, позволяющая объединить результаты, получаемые при проведении двух последних проверок компетентности, устранив при этом элементы субъективизма в рассчитываемых модельных оценках компетентности.

Во всех указанных способах оценивания компетентности не используются данные, получаемые непосредственно в ходе проведения групповых экспертиз.

В методах, изложенных в монографии [6], и частично в более ранней работе [10], обработка данных групповой экспертизы основывается на результатах, получаемых в ходе анализа структурных соотношений между элементами обрабатываемой совокупности данных экспертизы. В применяемых при этом эвристических методах обработки данных понятие компетентности эксперта не используется. Следует отметить, что введение показателей компетентности позволяет существенно упростить методику обработки данных групповой экспертизы, сделать ее интерпретацию более прозрачной [1-5].

СУТЬ ПОДХОДА К ОЦЕНИВАНИЮ КОМПЕТЕНТНОСТИ ЭКСПЕРТА ПО ДАННЫМ ЭКСПЕРТИЗЫ

По аналогиям с известными положениями кластерного анализа [4,5] введем понятие образа эксперта как некоторой точки $Z_j = [z_{1j}, z_{2j}, \dots, z_{Mj}]^T$, $j = \overline{1, N}$ в M -мерном пространстве результатов СГЭ. При полном взаимном соответствии мнений экспертов их образы совпадут, т.е. все N результатов индивидуальных экспертиз будут представлены единственной точкой в пространстве результатов СГЭ. Наличие ошибок экспертов приводит к расщеплению точки в облако (кластер), плотность которого неоднородна и обычно максимальна в области, прилегающей к центру кластера с координатами $Z_0 = [z_{10}, z_{20}, \dots, z_{M0}]^T$, определяемыми соотношением [4,5]:

$$Z_0 = \operatorname{argmin}_{Z_j, Z_0 \in R^M} \sum_{j=1}^N r_j(Z_j, Z_0), \quad (5)$$

где $r_j(Z_j, Z_0)$ – расстояние между образом j -ого эксперта и центром Z_0 кластера в M -мерном пространстве R^M результатов СГЭ. При использовании для нахождения $r_j(Z_j, Z_0)$ евклидовой метрики

$$r_j = r_j(Z_j, Z_0) = \left[\sum_{i=1}^M (z_{ij} - z_{i0})^2 \right]^{\frac{1}{2}}, \quad j = \overline{1, N}, \quad (6)$$

минимизация соотношения (5) достигается при значениях

$$z_{i0} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N z_{ij}, \quad i = \overline{1, M}, \quad (7)$$

которые в предположении справедливости гипотезы несмещенности среднегрупповых экспертных оценок будут близки к информативным составляющим x_{i0} экспертных оценок: $\mu\{Z_0\} = X_0 = [x_{10}, x_{20}, \dots, x_{M0}]^T$.

К сожалению, наличие аномальных данных (АД) (т.е. промахов или так называемых

«выпадающих» результатов, чьи значения резко выделяются среди множества других экспертных оценок) в элементах матрицы Z обуславливает возможность появления значительных смещений в оценке (7), в связи с чем более надежный результат (при вероятном наличии АД) дает применение робастных медианных оценок вида:

$$z_{i0} = \text{med}(Z_i) = \text{med}(z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{iN}). \quad (8)$$

В принципе результаты, полученные из соотношения (8), могут применяться для проверки достоверности оценки, рассчитанной по формуле (7): в случае близости значений этих двух значений для определения расстояния $r_j(Z_j, Z_0)$ применяется среднегрупповая оценка (7), в противном случае - медиана (8).

Метризация удаленности образов экспертов от центра Z_0 позволяет представить в интегрированной форме информацию об ошибках каждого из экспертов и допускает возможность существования шкального преобразования $c_j = f(r_j)$, обеспечивающего взаимнооднозначное отображение элементов множества R ($r_j \in R, j = \overline{1, N}$) в соответствующие оценки компетентности экспертов $f: R \rightarrow C; c_j \in C$.

Выбор структуры и параметров отображения f представляет нетривиальную задачу, требующую отдельного рассмотрения.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРУКТУРЫ ШКАЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

При формировании требований к шкальному преобразованию $c = f(r)$ будем исходить из следующих соображений. Во-первых, очевидно, что с ростом компетентности C значения r убывают, т.е. производная $dc/dr < 0$. Из этого следует также утверждение о монотонном характере зависимости $c = f(r)$. Во-вторых, при построении шкалы измерения компетентности C , множество возможных значений r , определенное на полуоткрытом интервале $R = [0, \infty)$, удобно отображать в замкнутый интервал $C = [1, 0]$, соответствующий типовой шкале компетентности. При этом значениям $r \rightarrow \infty$ соответствует правая предельная отметка $c = 0$ шкалы компетентности, а значению $r = 0$ - левая отметка $c = 1$. Для области малых значений r , учитывая, что величина погрешности оценивания r в этом случае может быть сопоставимой либо даже превышать неизвестные истинные значения расстояний r , с целью уменьшения влияния погрешностей на точность вычисляемых значений компетентности C , целесообразно ввести условие:

$$dc/dr \approx 0. \quad (9)$$

При этом для области малых значений r будет справедливо соотношение $f(r) = c \approx 1$. Условие, аналогичное (9), следует ввести и для области больших значений r , примыкающей к правому концу интервала $R = [0, \infty)$. Тогда точки этой весьма протяженной области больших значений r (соответствующих значительно удаленным образам малокомпетентных экспертов от центра Z_0) будут отображаться в значениях компетентности C , равные или близкие 0. В итоге, если полагать, что значения производной dc/dr максимальны (по модулю) в центральной части шкалы и убывают (стремясь к 0) с приближением к периферии шкалы, для описания производной dc/dr можно предложить соотношение:

$$dc/dr = -c(b_0 - b_1c), \quad b_0, b_1 > 0, \quad b_0 > b_1. \quad (10)$$

Квадратичное смещение b_1c^2 в правой части (8) позволяет реализовать выполнение

условия (9) в области больших значений r . В целом выражение (10) представляет собой дифференциальное уравнение с разделяющимися переменными, решая которое получаем

$$\ln \frac{c}{b_0 - b_1 c} = -b_0 r + \ln A, \quad (11)$$

где A – постоянная интегрирования. С учетом граничного условия $c(0) = 1$, после потенцирования и ряда преобразований, вводя постоянную $B = b_1 / b_0$, получаем:

$$c = f(r) = \frac{1}{\left(1 - \frac{b_1}{b_0}\right)e^{b_0 r} + \frac{b_1}{b_0}} = \frac{1}{(1 - B)e^{b_0 r} + B}. \quad (12)$$

График зависимости $c(r)$ приведен на рис. 1, по своему характеру это – «перевернутая» логистическая кривая.

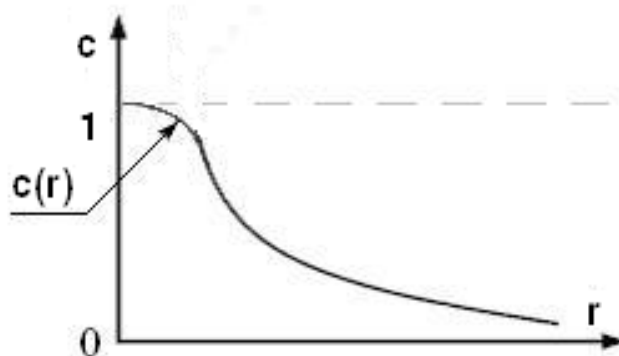


Рис. 1. График зависимости $c(r)$

К сожалению, полученные выше результаты носят сугубо конкретный характер. Рассчитываемые по формуле (6) оценки r позволяют соотносить уровни ошибок экспертов только в рамках конкретной задачи, т.к. зависят от числа объектов экспертизы M , количественных характеристик принятой шкалы оценок r . Полученная на базе достаточно общих и объективных предпосылок структура шкального преобразования $c = f(r)$ для своей конкретизации и прикладного использования требует задания количественных значений параметров b_0, B , что становится возможным лишь при указании конкретных особенностей (ограничений) проводимой экспертизы.

Поэтому далее несколько сузим класс исследуемых процедур экспертиз для получения возможности более детализированного учета особенностей и характера проводимой СГЭ.

Рассмотрим достаточно распространенную на практике процедуру СГЭ, в которой используется бальное оценивание.

Если процедура СГЭ заключается в оценивании каждого из объектов экспертизы в балльной шкале $0, 1, 2, \dots, l_{\max}$, т.е. $z_{ij} \in \{0, 1, \dots, l_{\max}\} = L$, то теоретически возможными минимальными и максимальными значениями r будут $r_{\min} = 0$ и $r_{\max} = l_{\max} \sqrt{M}$. Вводя в выражение (6) нормирующие множители $1/l_{\max}$ и $1/\sqrt{M}$, получим формулу для вычисления нормированного расстояния образа j -ого эксперта от центра кластера Z_0 :

$$r_{hj} = r_j / (l_{\max} \sqrt{M}). \quad (13)$$

Нормированное расстояние не зависит от числа M объектов, подлежащих экспертизе, и количества отсчетов балльной шкалы, т.е. от l_{\max} , являясь индивидуализированной оценкой эксперта, учитывающей только величину и характеристики распределения ошибок эксперта. Опыт практической работы с данными СГЭ показывает, что значения $r_H \leq 0,2$ характерны для экспертов достаточно высокой квалификации, значения $r_H \geq 0,3 \div 0,35$ свидетельствуют о присутствии аномальных данных в оценках эксперта, область значений $0,2 < r_H < 0,3 \div 0,35$ соответствует образам экспертов, имеющих относительно невысокий уровень профессиональной подготовки, неровно проводящим экспертизу и допускающим в своих оценках ошибки достаточно большой величины. Типичное распределение совокупности значений r_H для группы экспертов показано на рис. 2. На представленном графике по оси абсцисс откладываются значения приведенных расстояний, по оси ординат – значения их частот.

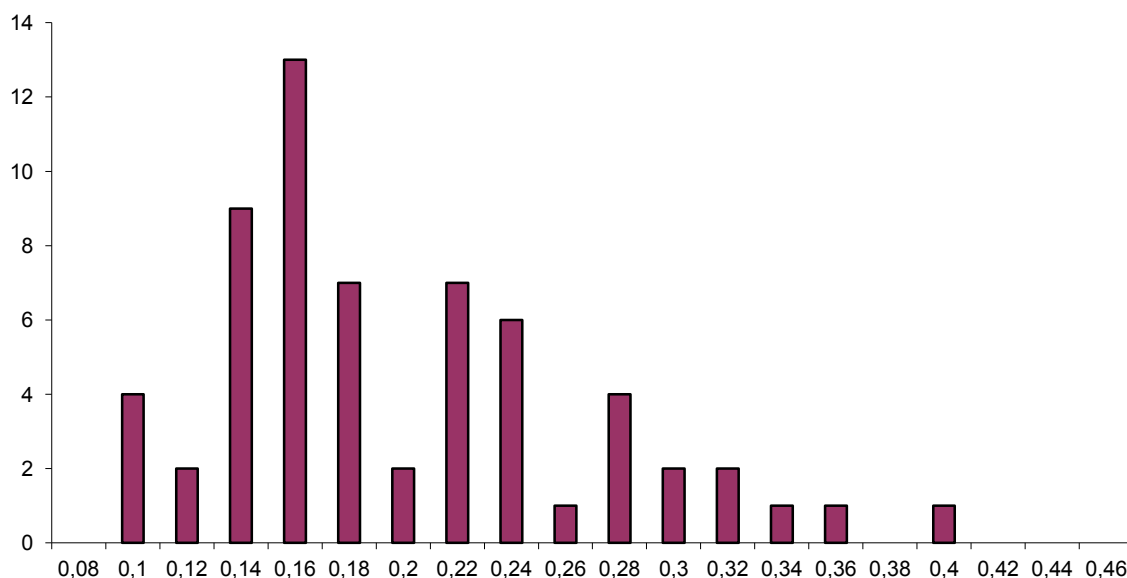


Рис. 2. График распределение совокупности значений r_H для группы экспертов

Исходя из приведенных сведений, возможно различное задание шкального преобразования. Например, форма зависимости $c = f(r_H)$ может быть близка к ступенчатой (релейной), что позволяет решить задачу выделения низкоквалифицированных и аномальных экспертов. Альтернатива – зависимость $c = f(r_H)$, задающая достаточно гладкое и плавное (почти линейное) преобразование в относительно широком диапазоне значений r_H . В частности, подобную характеристику шкальному преобразованию обеспечивают следующие значения параметров: $b_0=15$, $B=0,967$ (рис. 3). В этом случае непосредственное выявление и исключение из обработки данных АЭ отсутствует, однако при осуществлении обработки с введением весов, пропорциональных компетентности экспертов, фактически обнуляются данные, полученные от экспертов, для которых $r_H > 0,4$.

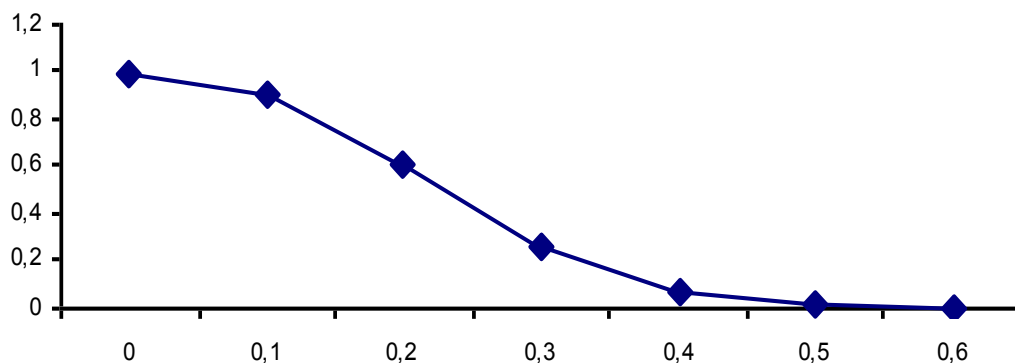


Рис. 3. Характеристика шкального преобразования (10) для параметров: $b_0=15$, $B=0,967$

Очевидно, что задание параметров шкального преобразования содержит субъективный момент и определяется целями преобразования, особенностями принятой модели распределения погрешностей оценок экспертизы, применяемым способом количественного оценивания уровня компетентности (балльная шкала, шкала с односторонним ограничением, шкала с двусторонним ограничением и т.п.)

Поставив в соответствие элементам вектора $Z_j = [z_{1j}, z_{2j}, \dots, z_{Mj}]^T$, представляющим результаты M экспертиз, проведенных j -ым экспертом, последовательность целочисленных моментов времени $t_i = 1, 2, \dots, M$, получим некий аналог временного ряда $\{z_{ij}\}$, в общем случае нестационарного. Однако, если предположить что характеристики эксперта как некоторой информационно-аналитической оценивающей системы остаются неизменными в течении процедуры экспертирования, а все погрешности, ошибки и неточности в экспертных оценках определяются исключительно свойствами и состоянием эксперта на момент проведения экспертизы, то справедливым представляется допущение стационарности и эргодичности случайных последовательностей $E_j = \{e_{1j}, e_{2j}, \dots, e_{Mj}\}$, $j = \overline{1, N}$. В последнем случае при больших значениях M оказывается возможным оценивание эмпирических моментных характеристик и эмпирических функций распределения соответствующих погрешностей E_j , и последующее сопоставление этих оценок, найденных для разных экспертов [1-3]. Очевидно, что эти сведения содержат определенную информацию об уровнях компетентности экспертов. Следовательно, актуальной является проблема выделения этой информации и представления ее в виде устойчивых и легко интерпретируемых показателей компетентности.

РЕГРЕССИОННЫЕ МОДЕЛИ КОМПЕТЕНТНОСТИ

Методология решения упомянутой выше проблемы представлена в [1,3], где для совокупности экспертов было предложено рассчитывать оценки их компетентности c_j , $j = \overline{1, N}$ и из соответствующих персональных последовательностей $E_j = \{e_{1j}, e_{2j}, \dots, e_{Mj}\}$ - оценки моментных характеристик $\mu_{1j}, \mu_{2j}, \mu_{02j}, \dots$, которые затем использовались для построения аппроксимативной модели компетентности $c(\mu_{1j}, \mu_{2j}, \mu_{02j})$. Детализация этой

методики предполагает следующие действия.

Для совокупности экспертов по имеющимся результатам СГЭ рассчитываются индивидуальные оценки компетентностей $c_j, j = \overline{1, N}$, образующие вектор значений моделируемой переменной C . При этом из данных СГЭ вначале определяются значения расстояний $r_{nj}, j = \overline{1, N}$, из которых путем пересчета по формуле

$$c = f(r_n) = (0,033e^{15r_n} + 0,967)^{-1}, \quad (14)$$

получаемой из общего соотношения (10) после подстановки в него параметров $b_0=15, B=0,967$, формируются соответствующие элементы вектора C . Моментные характеристики последовательностей $E_j = \{e_{1j}, e_{2j}, \dots, e_{Mj}\}$, индивидуально характеризующие действия каждого из экспертов, рассчитываются по формулам:

- среднее отклонений оценок j -того эксперта

$$\mu_{1j} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \delta_{ij}, \quad (15)$$

- выборочный второй начальный момент

$$\mu_{2j} = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \delta_{ij}^2, \quad (16)$$

- выборочная дисперсия

$$\mu_{02j} = \frac{1}{M-1} \sum_{i=1}^M (\delta_{ij} - \mu_{1j})^2, \quad (17)$$

где $\delta_{ij} = z_{ij} - z_{i0}$ - оценка случайной погрешности e_{ij} , получаемые в процессе обработки результатов МОЭ.

Вся совокупность моментных характеристики погрешностей оценок экспертов образует матрицу $X = [\mu_{1j}, \mu_{2j}, \mu_{02j}]$, $j = \overline{1, N}$, моментные характеристики j -ого эксперта составляют ее j -ую строку. Сведение вместе вектора C и матрицы X позволяет построить модель компетентности $c(\mu_{1j}, \mu_{2j}, \mu_{02j})$. В частности, полагая, что модель можно сформировать в классе линейных регрессионных моделей, на базе расширенной матрицы данных $[C, X]$, применяя методы и приемы регрессионного анализа, получаем аппроксимативную модель вида:

$$c(\mu_1, \mu_2, \mu_{02}) = 1 - 11,6\mu_2 + 50\mu_1^2\mu_2 + 40\mu_{02}^2. \quad (18)$$

Выражение (18) дает возможность количественно оценить уровни компетентности каждого из экспертов, участвовавших в СГЭ, не прибегая к предварительному вычислению нормированного расстояния r_n . Ниже в таблице приведен фрагмент матрицы исходных данных, а также значения нормированного расстояния r_{nj} и модельные значения компетентностей $c(x_{1j}, x_{2j}, x_{3j})$, найденные по формуле (18).

Таблица 1. Фрагмент матрицы исходных данных

№	r_{nj}	$c_j = f(r_{nj})$	$c(x_{1j}, x_{2j}, x_{3j})$	x_{1j}	x_{2j}	x_{3j}
1	0,402	0,07	0,05	-0,296	0,0741	0,1616
2	0,300	0,25	0,24	-0,197	0,0510	0,0899
3	0,291	0,28	0,27	-0,137	0,0657	0,0845
4	0,256	0,40	0,41	-0,049	0,0633	0,0656
5	0,246	0,44	0,45	0,217	0,0136	0,0605
6	0,206	0,59	0,57	0,166	0,0152	0,0426
7	0,184	0,67	0,65	-0,032	0,0330	0,0340
8	0,137	0,81	0,80	0,031	0,0177	0,0186
9	0,110	0,88	0,87	-0,009	0,0120	0,0121
10	0,097	0,90	0,90	0,008	0,0093	0,0093

Отметим, что при непосредственном использовании формулы (18) на способ нахождения значений моментных характеристик μ_1, μ_2, μ_{02} не налагается каких-либо ограничений. Поэтому оценки характеристик μ_1, μ_2, μ_{02} могут быть получены любым путем, единственным регламентирующим требованием является приведение (адаптация) этих оценок к процедуре бальной оценивания, в частности, учет существования единых параметров l_{\max} и M бальной шкалы. В частности, это означает возможность использования формулы (18) для оценивания компетентности экспертов, участвующих в любых экспертизах (не обязательно СГЭ), где применяются бальные оценки.

ВЫВОДЫ

Рассмотрена возможность оценивания качества работы эксперта по данным, полученным в ходе проведения экспертизы. Определено условие, допускающее выполнение подобного оценивания – проведение серии групповых экспертиз (СГЭ). Изложена суть подхода, позволяющего реализовать оценивание компетентности эксперта по данным экспертиз. Определена структура шкального преобразования, позволяющего получить количественные оценки компетентности, и способы задания параметров, определяющих это преобразование. Предложен упрощенный способ оценивания компетентности экспертов, базирующийся на использовании модели, связывающей уровень компетентности эксперта с моментными характеристиками погрешностей оценок эксперта.

Список литературы

1. Архипов А.Е., Архипова С.А. Математичне моделювання соціальних систем і процесів: Навч.-метод. посіб. – К.: ІВЦ “Видавництво “Політехніка”, 2002. – 60 с.
2. Архипов А.Е., Архипова С.А., Носок С.А. Модели компетентности эксперта // Міжнародна наукова конференція Інтелектуальні системи прийняття рішень та прикладні аспекти інформаційних технологій (ISMIT'2006), м. Євпаторія, 15-19 травня 2006р., том 1. – С. 22-25.
3. Архипов А.Е., Архипова С.А., Носок С.А. О построении модели компетентности эксперта // Системні технології. Системи управління, контролю та технічної діагностики: Збір. наук. праць. – 2006. Вип.8. – С. 22-25.
4. Архипов А.Е., Архипова С.А., Носок С.А. Применение кластерного анализа для структурирования данных экспертного опроса // Адаптивні системи автоматичного

управління: Межвідом. науково-техн. зб. – Дніпропетровськ: Системні технології, 2003. – Вип.6(26). – С.55-61.

5. Архипов О.Є., Архіпова С.А. Оцінювання якості роботи експертів за даними багатооб'єктної експертизи (стаття) // Захист інформації. – 2011. – №4 (53). – С.45-54.

6. Гнатієнко Г.М., Снитюк В.Є. Експертні технології прийняття рішень: Монографія. – К.: ТОВ «Маклаут», – 2008. – 444 с.

7. Грабовецький Б.Є. Економічне прогнозування і планування. – К.: Центр навчальної літератури, 2003. – 188с.

8. Дубровский С.А. Использование экспертных оценок в задачах предварительной алгоритмизации. – М.: ЦИНИ “Электроника”, 1984. – 36с.

9. Китаев Н.Н. Групповые экспертные оценки. – М.: Знание, 1975. – 64с.

10. Литвак Б.Г. Экспертная информация: Методы получения и анализа. – М.: Радио и связь, 1982. – 184с.

11. Малин А.С., Мухин В.И. Исследование систем управления. – М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2004. – 400с.

References

1. Arkhipov A.E., Arkhipova S.A. Mathematical modeling of social systems and processes: Educational handbook. Kyiv, Politehnika Publ, 2002, 60p. (in Ukrainian).

2. Arkhipov A.E., Arkhipova S.A., Nosok S.A. Models of expert competence. Intelligent System of Decision Support and Applied Aspects of Information Technology (ISMIT'2006). Proceedings of the International Scientific Conference. Evpatorija, 2006, vol. 1, pp. 22-25. (In Russian).

3. Arkhipov A.E., Arkhipova S.A., Nosok S.A. О построении модели компетентности эксперта [On the construction of a model of expert competence]. Systemni tekhnolohiyi. Systemy upravlinnya, kontrolyu ta tekhnichnoyi diahnostryky: Zbir. nauk. prats' [System technologies. Management systems, control and technical diagnostics. Collection of scientific papers], 2006, no.8, pp. 22-25. (In Russian).

4. Arkhipov A.E., Arkhipova S.A., Nosok S.A. Primenenie klasternogo analiza dlia strukturirovaniia dannykh ekspertnogo oprosa [The use of cluster analysis for structuring data expert survey]. Adaptivni systemy avtomatychnoho upravlinnia Zbir. nauk. prats' [Adaptive automatic control system. Collection of scientific papers], Dnipropetrovs'k. System technology. 2003, no. 6(26), pp.55-61. (In Russian).

5. Arkhipov, O.Ye. and Arkhipova, S.A. Evaluation of the quality of the experts according to expertise on many objects, Zakhyst informatsii, 2011, no.4 (53), pp.45–54. (in Ukrainian).

6. Ghnatijenko Gh.M., Snytjuk V.Je. Expert technology decision making: Monograph Kyjiv, TOV Maklaud, 2008, 444 p. (in Ukrainian).

7. Ghrabovecjkyj B.Je. Economic forecasting and planning. Kyjiv, Centr navchaljnoji literatury, 2003, 188p. (in Ukrainian).

8. Dubrovskii S.A. Using expert estimates in problems of pre algorithmization. Moskow, Elektronika, 1984, 36p. (In Russian).

9. Kitaev N.N. Group expert assessments. Moskow, Znanie, 1975. 64p. (In Russian).

10. Litvak B.G. Expert information: methods for the preparation and analysis. Moskow, Radio i sviaz', 1982, 184p. (In Russian).

11. Malin A.S., Mukhin V.I. Research of management systems. Moskow, Publ. home GU VShE, 2004, 400p. (In Russian).

Архипов О.Є., Архіпова С.А. Оцінювання рівня компетентності експертів за результатами серії групових експертиз

Запропоновано технологію оцінювання рівня компетентності експерта безпосередньо із сукупності експертних оцінок, отриманих під час проведення серії групових експертиз. Індивідуальні оцінки представляються в метричній або ранговій шкалі. При цьому передбачається, що кожен групову експертизу можна інтерпретувати як ряд незалежних індивідуальних експертиз. Тоді результати серії таких групових експертиз, отриманих при груповому експертстві множини (ряду) об'єктів експертизи, можуть бути представлені у вигляді сукупності послідовностей (рядів) індивідуальних експертних оцінок, що об'єднуються загальним протоколом групової експертизи. Впорядковані за об'єктами експертизи сукупності оцінок, отриманих від кожного експерта, являють собою вектор в багатовимірному просторі оцінок, розмірність якого задається числом об'єктів експертизи. Координатами цього вектора є кількісні значення індивідуальних оцінок, виставлених одним експертом кожному з об'єктів, що експертуються. Кожен вектор визначає точку в просторі об'єктів групової експертизи, яка є образом відповідного експерта.

Всі образи об'єднуються в кластер образів експертів. За підсумками кластеризації визначаються координати центру кластера, а потім для образу кожного з експертів розраховується його віддаленість (відстань) від центру. Введено шкальне перетворення, що дозволяє зв'язати величину цієї відстані з рівнем компетентності експерта. Запропонована регресійна модель, що зв'язує кількісну оцінку компетентності експерта з моментними характеристиками розподілу сукупності значень індивідуальних експертних оцінок, виставлених одним експертом. Використання цієї моделі істотно спрощує обчислення рівнів компетентності експертів.

Ключові слова: групова експертиза, компетентність експерта, шкальне перетворення.

Arkhipov A.E., Arkhipova S.A. Evaluation of the level competence of the experts by results of series group expertise

The assessment technology of expert competence level directly from the set of expert assessments obtained during the course of series group expertise. It is assumed that each expert group could be interpreted as a number of independent individual examinations. Then the results of a series of expert group obtained by the group expertise multitude (series) examination of objects can be represented as a set of sequences (rows) of the individual expert assessments, united general protocol group expertise. Individual estimates are submitted in a metric or rank scale. Sorted by the objects of expertise estimates aggregate received from the each expert is a vector in a multidimensional estimates space. Dimension of this space is given by the number of examination objects. Coordinates of this vector are the quantitative values of individual estimates given by one expert to the each expertise objects. Each vector defines a point in the space of group expertise. And this point is image of the corresponding expert.

All the images are combined into expert images cluster. According to the results of clustering it is determined the coordinates of the cluster center, and then it is calculated its distance from the center for the image of each experts. It is determined scale transformation that allows relating the value of this distance with the level of the expert competence. It is proposed a regression model that relates a quantitative estimate of the expert competence with the statistical moments characteristics of the values set distribution of individual expert estimates, given by one expert. Using this model greatly simplifies the calculation of the experts competence level.

Keywords: group expertise, competence of expert, scale transformation