

УДК 658:004.9

JEL Classification: D70

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.225336

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Антощук В. Н., Филиппов В. Ю., Куваева В. И.

Объектом исследования является процесс формирования коллективной экспертной оценки с повышенной достоверностью при принятии управленческих решений в бизнес-структурах расширенным коллективом экспертов. Одним из самых проблемных мест в экспертной оценке управленческих решений является сложность формирования компетентного экспертного коллектива и достаточно высокая стоимость экспертизы. В последние годы наметилась тенденция экспертного оценивания с расширенным коллективом экспертов. В этом случае для участия в экспертизе привлекаются не только профессиональные эксперты, но и все лица, желающие принять участие в решении проблемы. В этом случае достоверность экспертизы вызывает сомнения. В связи с участием в экспертном оценивании лиц, не имеющих опыта экспертной работы возможен большой разброс экспертных оценок. Проведен анализ современного состояния методов экспертного оценивания в бизнесе. Установлено, что наиболее применявшийся до последнего времени метод Делфи не удовлетворяет современным требованиям. Более прогрессивные методы основываются на математической теории консенсуса. Под консенсусом понимается степень корреляции индивидуальных экспертных оценок, выполненных в ранговых шкалах. В ходе исследования использованы формализованные математические подходы к организации коллективной экспертизы. Разработана методика обработки результатов экспертизы с расширенным составом экспертов. Разработанная методика ориентирована на выявление экспертов с недостаточной квалификацией. Методика позволяет поэтапно оценивать достоверность коллективного экспертного решения путем оценивания коэффициента конкордации Кенделла. Показано, что поэтапное исключение оценок экспертов с недостаточной квалификацией позволяет повышать уровень консенсуса, качество и достоверность коллективной экспертной оценки. Разработанная методика апробирована на реально функционирующем предприятии для принятия решения о стратегии выхода предприятия из кризиса. Применение разработанной методики позволило существенно повысить достоверность результатов экспертизы, оцененную коэффициентом конкордации. Полученные результаты полезны для практического применения в бизнес-структурах при проведении экспертиз с привлечением широкого круга участников.

**Ключевые слова:** коллективное экспертное оценивание, расширенный коллектив экспертов, множество альтернатив, коэффициент конкордации, достоверность экспертизы.

## **1. Введение**

В современном мире вследствие ускорения инновационного процесса возрастает интеллектуализация управления бизнес-процессами. Соответственно возрастает роль знаний и опыта экспертов и консультантов, привлекаемых к экспертной оценке различных аспектов деятельности предприятия – управления, маркетинга, производства и др. Для обеспечения конкурентоспособности предприятий особенно важен интеллектуальный аспект поддержки управленческих решений. Принятие управленческих решений – один из ключевых компонентов современного бизнес-процесса. В условиях реалий современной экономики темп принятия решений стремительно растет, а информация о состоянии и протекании сложного бизнес-процесса всегда является неполной. В этих условиях традиционно успешным методом поддержки принятия решения является коллективное экспертное оценивание или экспертиза – выбор оптимального решения из имеющегося множества вариантов. Экспертное оценивание осуществляется с привлечением коллектива экспертов, специалистов высокого класса в конкретной бизнес-сфере. В последнее время в рамках концепций коллективного интеллекта и «мудрости толпы» сформировалось новое направление экспертного оценивания – социальная экспертиза или экспертиза с расширенным коллективом экспертов [1]. В такой экспертизе в качестве экспертов принимают участие все желающие способствовать разрешению проблемы. Далее такую экспертизу будем называть экспертизой с расширенным составом экспертов. Экспертиза с расширенным коллективом экспертов, как процедура коллективного оценивания вариантов, возникла в социальных сетях [2, 3]. Тем не менее, имеется информация о том, что применение экспертной оценки с привлечением широкого круга непрофессиональных экспертов эффективно и для принятия решений в бизнес-структурах. Поскольку в такой экспертизе может существовать очень широкий разброс индивидуальных оценок, серьезной является задача получения качественного и достоверного агрегированного экспертного решения. Эта задача для расширенного коллектива экспертов является нерешенной и достаточно актуальной.

## **2. Объект исследования и его технологический аудит**

*Объектом исследования* является процесс формирования коллективной экспертной оценки с повышенной достоверностью при принятии управленческих решений в бизнес-структурах расширенным коллективом экспертов.

Одним из самых проблемных мест в экспертной поддержке управленческих решений является сложность формирования компетентного экспертного коллектива и достаточно высокая стоимость экспертизы. В последние годы наметилась тенденция формирования коллективной экспертной оценки с расширенным коллективом экспертов. В этом случае для участия в экспертизе привлекаются не только профессиональные эксперты, но и все лица,

желающие принять участие в решении проблемы. В таких ситуациях достоверность экспертизы вызывает сомнения. В связи с участием в экспертном оценивании лиц, не имеющих опыта экспертной работы в процессе формирования коллективной экспертной оценки возможен большой разброс экспертных оценок.

### **3. Цель и задачи исследования**

*Целью работы* является разработка методического обеспечения для повышения качества коллективной экспертной оценки бизнес-процессов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать существующие методы коллективного экспертного оценивания при принятии управленческих решений.
2. Построить методику коллективной экспертной оценки с повышенной достоверностью при принятии управленческих решений расширенным коллективом экспертов.
3. Провести апробацию разработанной методики на реально функционирующем предприятии.

### **4. Исследование существующих решений проблемы**

Наиболее известным и популярным методом коллективного экспертного оценивания является метод Делфи [4]. Хотя этот метод применяется более 50 лет, он считается экспертной техникой, обеспечивающей получение оценок с высоким уровнем достоверности [5]. Метод Делфи предполагает участие коллектива экспертов очень высокой квалификации, является интерактивным и проводится в несколько туров. Он продолжается до тех пор, пока не будет достигнут требуемый уровень достоверности экспертной оценки [6]. Достоверность метода Делфи определяется размером статистического доверительного интервала, в который укладываются оценки всех экспертов. В последнее десятилетие наблюдается резкий отказ от метода Делфи и его интенсивная критика. В качестве недостатков метода Делфи указываются его теоретическая необоснованность и крупные финансовые затраты на применение метода. «С середины 60-х годов до конца XX века в научных исследованиях дельфийский способ применён не менее 40,000 раз со средними расходами 5,000 дол. США на одну экспертизу, с привлечением большого числа экспертов стоимость экспертизы возрастала до 130,000 дол. США» [7]. Определенной альтернативой методу Делфи явились методы строгого математического формализма, описывающего процесс коллективного экспертного оценивания. Первой из публикаций в этом направлении следует считать [8]. Дальнейшее развитие математические методы обработки результатов коллективной экспертизы как матричной структуры в ранговых шкалах получили в [9]. До недавнего времени открытым оставался вопрос о достоверности результатов коллективной экспертизы. Однако этот вопрос был в определенной мере решен с введением понятия консенсуса коллективного решения [10]. В частности, в [11] показано, что достоверность экспертной оценки определяется уровнем консенсуса среди экспертов – под консенсусом понимают полную согласованность векторов ранговых оценок всех

экспертов в отношении всех оцениваемых альтернатив. В [12] сформулированы 10 постулатов, при которых достигается консенсус. Там же показано, что строгий консенсус достижим только при использовании для агрегирования индивидуальных ранжирований экспертов медианы Кемени. Медианой Кемени называется ранжирование, равноудаленное по некоторой установленной мере от индивидуальных ранжирований экспертов. Показано, что расчет медианы Кемени является задачей неполиномиальной сложности (NP-задачей, требующей больших вычислительных затрат [13]). Однако в работе [14] приведены алгоритмы ускоренного вычисления медианы Кемени. Анализ литературы показывает, что имеются предпосылки для повышения качества коллективной экспертной оценки, полученной расширенным коллективом экспертов. Однако этот вопрос не исследован достаточно, как в теоретическом, так и в практическом плане. Такое исследование и стало содержанием данной работы.

## 5. Методы исследования

Традиционная математическая модель формирования коллективной экспертной оценки принятия управленческого решения выглядит следующим образом [15]. Участвующим в экспертизе  $K$ -экспертам предлагается оценить и упорядочить в соответствии с личными предпочтениями  $N$ -вариантов управленческих решений (или действий, которые следует предпринять для достижения цели экспертизы), обычно называемых альтернативами и образующих множество альтернатив  $Alt = \{Alt_1, Alt_2, \dots, Alt_N\}, i = \overline{1, N}$ . Каждый из  $K$ -экспертов рассматривает предъявленные альтернативы в ранговой шкале [16], т. е. каждой альтернативе ставится в соответствие натуральное число  $Rank_i = \overline{1, N}$ , называемое рангом альтернативы и определяющее место каждой альтернативы в упорядоченном в соответствии с предпочтениями данного эксперта векторе альтернатив (то есть наилучшая альтернатива получает  $Rank_1 = 1$ , следующая за ней по предпочтительности –  $Rank_2 = 2$ , наихудшая альтернатива –  $Rank_N = N$ ). Таким образом формируется индивидуальное ранжирование  $j$ -го эксперта ( $j = 1, \dots, K$ ):

$$RANK^j = \{Rank_{j1}, Rank_{j2}, \dots, Rank_{jn}\}, \quad (1)$$

представляющее собой вектор-строку из  $N$ -элементов. Отметим, что в данной работе предполагается, что эксперты не могут повторять одну и ту же ранговую оценку для различных альтернатив, т. е. связанные ранги отсутствуют. Из  $K$ -индивидуальных ранжирований экспертов, собираемых построчно, формируется матрица экспертных ранжирований размерности  $K \times N: RANK\_EXP_{K \times N}$ .

Цель коллективного экспертного оценивания – с помощью функции  $F_{aggr}$ , которая называется функцией агрегирования, построить на основании матрицы индивидуальных экспертных ранжирований  $RANK\_EXP_{K \times N}$  агрегированное (обобщенное) консенсусное ранжирование  $RANK_{CONS} = \{Alt_{CONS_1}, Alt_{CONS_2}, \dots, Alt_{CONS_N}\}$ :

$$F_{aggr}(\mathbf{RANK\_EXP}_{K \times N}) = \mathbf{RANK}_{CONS} = \{Alt_{CONS_1}, Alt_{CONS_2}, \dots, Alt_{CONS_N}\}. \quad (2)$$

Далее считаем, что в качестве функции агрегации применяется только построение медианы Кемени [14].

Согласно рекомендациям [10, 12] перед расчетом консенсусного ранжирования  $\mathbf{RANK}_{CONS}$  необходимо оценить качество или достижимый уровень консенсуса. Качество консенсуса определяется интегральной мерой подобия строк матрицы  $\mathbf{RANK}_{CONS}$ . В литературе предлагается ряд различных новых оценок подобия строк матрицы консенсусного ранжирования. Эти оценки основаны на различных расстояниях между индивидуальными ранжированиями экспертов [17]. Тем не менее, наиболее применяемым практически в качестве меры консенсуса является коэффициент ранговой конкордации Кенделла или просто коэффициент конкордации [18].

$$W = \frac{12}{K^2(N^3 - N)} \sum_{j=1}^N \left( \sum_{i=1}^K C_{ij} - K \frac{(N+1)}{2} \right), \quad (3)$$

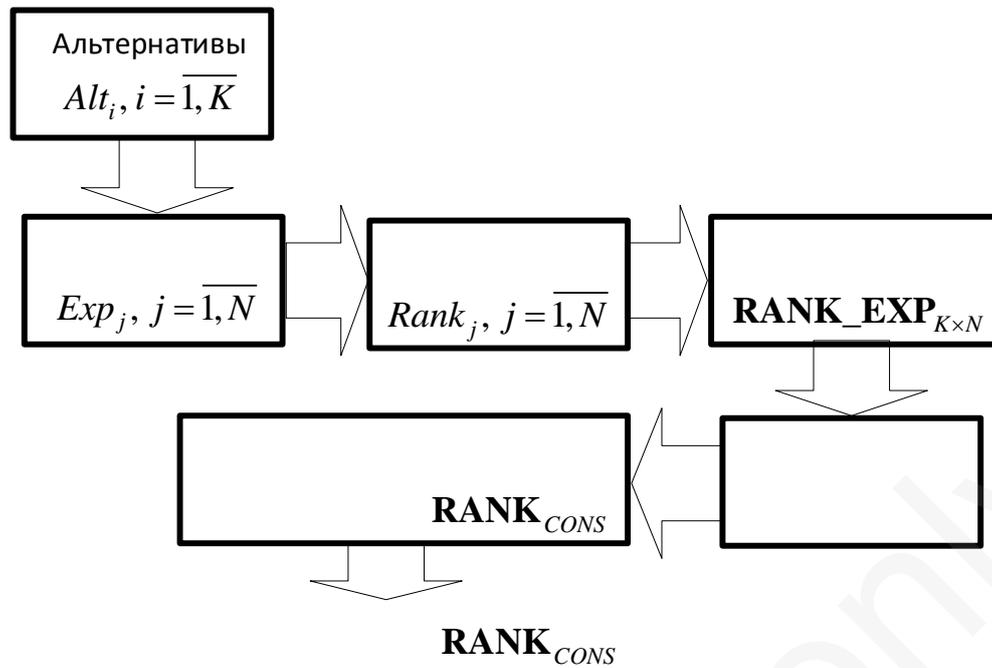
где  $C_{ij}$  – ранг  $i$ -й альтернативы в индивидуальном ранжировании  $j$ -го эксперта, т. е.  $C_{ij} = \mathbf{RANK}_i^j = Rank_{ji}$ .

В [19] показано, что в некоторых частных случаях коэффициент конкордации Кенделла дает смещенные оценки, и предлагается новый коэффициент согласованности матрицы экспертных оценок. Однако предлагаемый коэффициент имеет высокую вычислительную сложность. Поэтому в дальнейшем применяется именно коэффициент Кенделла в виде (3).

Значения  $W$  лежат в диапазоне  $[0;1]$ , чем ближе значение  $W$  к единице, тем выше уровень согласованности матрицы  $\mathbf{RANK}_{CONS}$  и тем выше качество консенсуса, достигнутого в результате коллективного экспертного оценивания.

Значения коэффициента конкордации  $W \in [0;0,3]$  свидетельствуют о низком уровне консенсуса, т. е. о низкой согласованности мнений экспертов, а значения  $W \in [0,7;1]$  о высоком уровне консенсуса или о высокой согласованности мнений экспертов [19]. Таким образом, результат экспертизы выражается двумя количественными оценками  $\mathbf{RANK}_{CONS}$  и соответствующим значением коэффициента конкордации  $W$ .

На рис. 1 приведена общая схема процедуры коллективного экспертного оценивания.



**Рис. 1.** Общая схема процедуры коллективного экспертного оценивания

В отличие от сформулированной процедуры коллективного экспертного оценивания для расширенного коллектива экспертов разработана следующая методика повышения достоверности консенсуса.

**Этап 1.** Для сформированной на основании индивидуальных экспертных ранжирований матрицы  $RANK\_EXP_{K \times N}$  рассчитываются  $RANK_{CONS}^{(1)}$  и коэффициент конкордации  $W^{(1)}$ .

**Этап 2.** Для каждого из индивидуальных экспертных ранжирований  $RANK^j = \{Rank_{j1}, Rank_{j2}, \dots, Rank_{jN}\}, (j = 1, \dots, K)$  оценивается корреляция соответствующего индивидуального ранжирования и агрегированного консенсусного ранжирования  $RANK_{CONS}^{(1)}$ . Поскольку ранжирования представлены в ранговых шкалах, к ним неприменимы традиционные коэффициенты корреляции, и в данном случае последовательно рассчитывается коэффициент ранговой корреляции Спирмена:

$$r_S = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^N d_i^2}{N^3 - N}, \quad (4)$$

где  $d_i = Alt_{CONS_i}^{(1)} - Rank_{ji}, i = 1, \dots, N$ .

Далее вычисленное значение коэффициента  $r_S$  сравнивается с экспериментально определенным пороговым значением  $r_S^{Thress} = 0,9$  и в случае выполнения условия  $r_S^j < r_S^{Thress}$  принимается статистическая гипотеза о том, что ранжирование эксперта с номером  $j$  находится в противоречии с агрегированным консенсусным ранжированием. Тем самым уровень компетентности эксперта с номером  $j$  признается недостаточным и строка с его

ранжированием удаляется из матрицы экспертных ранжирований  $RANK\_EXP_{K \times N}$ . В результате образуется матрица экспертных ранжирований  $RANK\_EXP_{K' \times N}$  уменьшенной размерности ( $K' < K$ ), но с повышенным уровнем консенсуса. Пересчитывается коэффициент конкордации  $W'$ , характеризующий качество (или достоверность консенсуса). При этом всегда  $W' > W$ , т. е. достоверность экспертизы повышается.

**Этап 3.** Для сформированной на основании индивидуальных экспертных ранжирований матрицы после выполнения Этапа 2 матрицы уменьшенной размерности  $RANK\_EXP_{K' \times N}$  рассчитываются  $RANK_{CONS}^{(2)}$  и коэффициент конкордации  $W^{(2)}$ .

Далее для каждого из оставшихся индивидуальных экспертных ранжирований:

$$RANK^j = \{Rank_{j1}, Rank_{j2}, \dots, Rank_{jN}\}, (j = 1, \dots, K')$$

оценивается корреляция соответствующего индивидуального ранжирования и агрегированного консенсусного ранжирования  $RANK_{CONS}^{(2)}$  при помощи более мощного коэффициента ранговой корреляции – тау Кенделла [16]:

$$\tau_K = \frac{2}{N^2 - N \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{k=i+1}^N sign(Rank_{jk} - Alt_{CONS_i}) sign(Alt_{CONS_k} - Rank_{jk})}, j = \overline{1, N}, (5)$$

где функция  $sign(x) = \begin{cases} 1, & x > 0, \\ 0, & x = 0, \\ -1, & x < 0. \end{cases}$

Вычисленное значение  $\tau_K$  сравнивается с экспериментально определенным пороговым значением  $\tau_K^{Thresh} = 0,95$ , определенным экспериментально, и в случае выполнения условия  $\tau_K^j < \tau_K^{Thresh}$ , опять принимается статистическая гипотеза о том, что ранжирование эксперта с номером  $j$  находится в противоречии с агрегированным консенсусным ранжированием. Уровень компетентности эксперта уже с другим номером  $j$  опять признается недостаточным и строка с его ранжированием удаляется из матрицы экспертных ранжирований  $RANK\_EXP_{K' \times N}$ , образуется матрица дважды уменьшенной размерности  $RANK\_EXP_{K'' \times N}$  ( $K'' < K' < K$ ). Эта матрица является окончательной для данной экспертизы. Для нее рассчитываются агрегированное консенсусное ранжирование  $RANK_{CONS}^{(2)}$  и коэффициент конкордации  $W''$ . При этом  $W'' > W' > W$ . Таким образом, в результате удается получить максимальный консенсус и максимально достоверный результат экспертизы с расширенным коллективом экспертов.

## 6. Результаты исследований

Предложенная методика была апробирована на предприятии малого бизнеса ТОВ «Новое БТИ» (г. Одесса, Украина). Предприятие «Новое БТИ» осуществляет полный спектр услуг по оформлению недвижимости, технической инвентаризации и операций с землей. Коллективное оценивание было организовано с целью определения наилучшей стратегии выхода из кризисной ситуации, в которой оказалось предприятие в результате длительного карантина (в течение 2020 г. прибыль предприятия упала на 23,6 %). Экспертиза осуществлялась расширенным составом экспертов в количестве 20 человек. Из них 5 участников – руководители предприятия, опытные работники с большим стажем работы в бизнес-структурах соответствующего профиля. Остальные участники – работники с различной квалификацией, стажем и опытом работы, пожелавшие принять участие в поиске наилучшей стратегии выхода из кризисной ситуации.

Экспертам было предложено оценить в пятибальной ранговой шкале 5 стратегий, предъявляемых экспертами в качестве альтернатив (табл. 1).

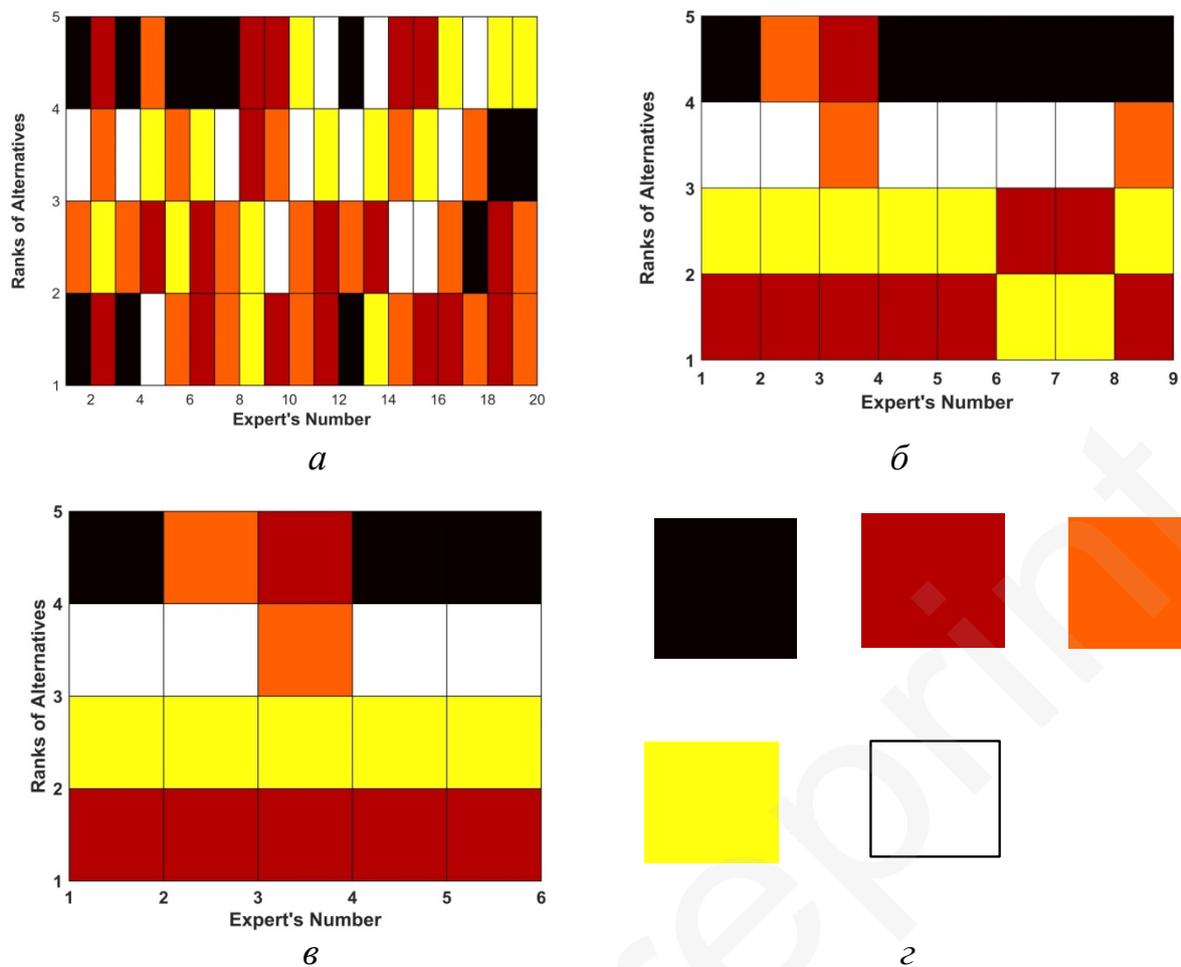
Таблица 1

Альтернативные стратегии выхода из кризисной ситуации

Номер стратегии как альтернативы	Вариант стратегии
Альтернатива $Alt_1$	Приглашение стороннего кризисного управляющего
Альтернатива $Alt_2$	Временное сокращение зарплат и премий персонала
Альтернатива $Alt_3$	Получение кредита в банке
Альтернатива $Alt_4$	Продажа и сдача в аренду части оборудования
Альтернатива $Alt_5$	Сокращение штата на 20 %

После проведения экспертизы ее результаты были обработаны по разработанной методике, изложенной в разделе 5.

На рис. 2 приведены графические представления матриц экспертных ранжирований **RANK\_EXP**, позволяющие оценить степень согласованности матрицы индивидуальных экспертных оценок, достигнутой на каждом этапе. В графическом представлении матриц ранжирований в индивидуальных ранжированиях экспертов наихудшая оценка автоматически удалена программой обработки и представления данных.



**Рис. 2.** Согласованность матриц экспертных ранжирований на различных этапах методики: *a* – этап 1; *б* – этап 2; *в* – этап 3; *г* – цветовая гамма ранговых оценок

На рис. 2 отчетливо наблюдается поэтапное увеличение согласованности коллективной экспертной оценки. Это свидетельствует об поэтапном увеличении достоверности экспертизы. В результате экспертизы получено следующее итоговое ранжирование:

$$\text{RANK}_{\text{CONS}}^{\text{FINAL}} = \{Alt_2, Alt_4, Alt_3, Alt_1, Alt_5\}.$$

На соответствующих этапах экспертизы были достигнуты следующие значения коэффициента конкордации:

- этап 1 –  $W=0,36$ ;
- этап 2 –  $W=0,84$ ;
- этап 3 –  $W=0,91$ .

Значение  $W$ , достигнутое на последнем этапе, свидетельствует о достижении практически полного консенсуса.

Таким образом, апробация предложенной методики на предприятии подтвердила правильность заложенных в методику решений. Показано, что разработанная методика позволяет повысить коэффициент конкордации, а,

следовательно, и уровень консенсуса и достоверность коллективного экспертного решения на 0,55.

## **7. SWOT-анализ результатов исследования**

*Strengths.* Сильной стороной проведенного исследования является достигнутая возможность повышения достоверности коллективного экспертного решения. Достоверность может быть повышена до значений коэффициента  $W > 0,9$  даже при большом разбросе индивидуальных экспертных ранжирований.

*Weaknesses.* Слабой стороной является то, что для формирования коллективной экспертной оценки требуется достаточно сложная математическая обработка результатов экспертизы. Это требует применения специального программного обеспечения.

*Opportunities.* Перспективным направлением в дальнейших исследованиях является создание сетевых дистанционных систем поддержки принятия решений в бизнес-процессах. Это даст возможность всем лицам, желающим принять участие в разрешении проблемной ситуации, принять участие в экспертизе через Интернет. Создание таких систем представляет интерес для предприятий малого и среднего бизнеса не только в Украине, но и в международных бизнес-проектах.

*Threats.* Угрозой для проведенного исследования является то, что при экспертизе с расширенным составом экспертов участие в коллективном оценивании могут принять много лиц с недостаточной экспертной квалификацией. Выявление их, как экспертов с недостаточной квалификацией, требует дополнительной обработки данных экспертизы. Это увеличивает время обработки результатов коллективного экспертного оценивания и соответственно снижает его оперативность.

## **8. Выводы**

1. Проанализированы существующие методы коллективного экспертного оценивания стратегий принятия решений в бизнес-структурах. Установлено, что применяемые сегодня методы недостаточно обоснованы математически. Они также являются весьма затратными. Так, средние расходы доходят до 5,000 дол. США на одну экспертизу, с привлечением большего числа экспертов стоимость экспертизы возрастает до 130,000 дол. США. Альтернативным вариантом является проведение экспертизы с расширенным составом экспертов. В этом случае в экспертном оценивании участвуют не только профессиональные эксперты, но все лица, желающие участвовать в разрешении проблемы. Это значительно снижает расходы на проведение экспертизы. Однако из-за участия в оценивании лиц с недостаточной квалификацией достоверность результатов экспертизы является сомнительной. Методы повышения качества экспертизы для такого варианта неизвестны.

2. Построена методика коллективной экспертной оценки с повышенной достоверностью при принятии управленческих решений расширенным коллективом экспертов. Качество или достоверность экспертизы предложено оценивать коэффициентом конкордации Кенделла  $W$ . Значение коэффициента

$W$  изменяется в пределах  $[0;1]$ . Разработанная методика состоит из последовательных этапов. В начале из общей консенсусной матрицы исключаются индивидуальные экспертные ранжирования, для которых коэффициент ранговой корреляции Спирмена меньше порогового значения, равного 0,9. Дальнейшее повышение достоверности достигается путем исключения из общей матрицы экспертных оценок тех индивидуальных экспертных ранжирований, для которых значение коэффициента ранговой корреляции – тау Кенделла меньше порогового значения, равного 0,95. В результате разработанная методика позволяет повысить коэффициент конкордации до значений  $[0,7;1]$ , свидетельствующих о высокой достоверности результатов экспертизы.

3. Разработанная методика апробирована на предприятии малого бизнеса «Новое БТИ» (г. Одесса, Украина). Экспертиза осуществлялась расширенным составом экспертов в количестве 20 человек. Экспертам предлагалось оценить 5 вариантов стратегий действия предприятия в кризисных условиях, предъявленных экспертами в качестве альтернатив. На начальном этапе достоверность экспертизы, оцененная коэффициентом конкордации, составила  $W=0,36$ . В результате применения для обработки данных разработанной методики достоверность экспертизы удалось повысить до значения  $W=0,91$ . Такое значение коэффициента конкордации свидетельствует о достижении практически полного консенсуса. Уровень консенсуса и достоверность коллективного экспертного решения удалось повысить на 0,55. Апробация разработанной методики на реальном предприятии показала ее практическую эффективность.

### Литература

1. Budescu, D. V., Chen, E. (2015). Identifying Expertise to Extract the Wisdom of Crowds. *Management Science*, 61 (2), 267–280. doi: <http://doi.org/10.1287/mnsc.2014.1909>
2. Dong, Y., Zha, Q., Zhang, H., Kou, G., Fujita, H., Chiclana, F., Herrera-Viedma, E. (2018). Consensus reaching in social network group decision making: Research paradigms and challenges. *Knowledge-Based Systems*, 162, 3–13. doi: <http://doi.org/10.1016/j.knosys.2018.06.036>
3. Gubanov, D., Korgin, N., Novikov, D., Raikov, A. (2014). E-Expertise: Modern Collective Intelligence. *Studies in Computational Intelligence*. Cham: Springer. doi: <http://doi.org/10.1007/978-3-319-06770-4>
4. Rowe, G., Wright, G.; Armstrong, J. S. (Ed.) (2001). Expert Opinions in Forecasting: The Role of the Delphi Technique. *Principles of Forecasting. International Series in Operations Research & Management Science*, 30. Boston: Springer, 125–144. doi: [http://doi.org/10.1007/978-0-306-47630-3\\_7](http://doi.org/10.1007/978-0-306-47630-3_7)
5. Skinner, R., Nelson, R. R., Chin, W. W., Land, L. (2015). The Delphi Method Research Strategy in Studies of Information Systems. *Communications of the Association for Information Systems*, 37, 31–63. doi: <http://doi.org/10.17705/1cais.03702>
6. Kauko, K., Palmroos, P. (2014). The Delphi method in forecasting financial markets – An experimental study. *International Journal of Forecasting*, 30 (2), 313–327. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2013.09.007>

7. Кузнецов, А. Б., Бояринов, Г. А., Мухин, А. С., Симутис, И. С. (2017). Информативность метода однократной коллективной экспертной оценки в прогнозировании результатов лечения пациента в критическом состоянии. *Современные проблемы науки и образования*, 6. Available at: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=27047>
8. Cook, W. D., Kress, M., Seiford, L. M. (1997). A general framework for distance-based consensus in ordinal ranking models. *European Journal of Operational Research*, 96 (2), 392–397. doi: [http://doi.org/10.1016/0377-2217\(95\)00322-3](http://doi.org/10.1016/0377-2217(95)00322-3)
9. Bury, H., Wagner, D. (2003). Application of Kemeny's Median for Group Decision Support. *Applied Decision Support with Soft Computing*, 124, 235–262. doi: <http://doi.org/10.1007/978-3-540-37008-6>
10. Nguyen, N. T. (2008). *Advanced Methods for Inconsistent Knowledge Management*. London: Springer-Verlag, 351. doi: <http://doi.org/10.1007/978-1-84628-889-0>
11. Dong, Y., Xu, J. (2016). *Consensus Building in Group Decision Making*. Singapore: Springer, 201. doi: <http://doi.org/10.1007/978-981-287-892-2>
12. Dang, D. T., Nguyen, N. T., Hwang, D. (2019). Increasing the Quality of Multi-step Consensus. *Lecture Notes in Computer Science*. Yogyakarta, 3–14. doi: [http://doi.org/10.1007/978-3-030-14802-7\\_1](http://doi.org/10.1007/978-3-030-14802-7_1)
13. Болтенков, В. А., Куваева, В. И., Позняк, А. В. (2017). Анализ медианных методов консенсусного агрегирования ранговых предпочтений. *Информатика та математичні методи в моделюванні*, 7 (4), 307–317.
14. Boltenkov, V., Kuvaieva, V., Galchonkov, O., Ishchenko, A. (2018). The research of possibilities for fast calculation of median consensus rankings. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (4 (94)), 27–35. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.140686>
15. Triantaphyllou, E., Hou, F., Yanase, J. (2020). Analysis of the Final Ranking Decisions Made by Experts After a Consensus has Been Reached in Group Decision Making. *Group Decision and Negotiation*, 29 (2), 271–291. doi: <http://doi.org/10.1007/s10726-020-09655-5>
16. Kuznetsov, M. P., Strijov, V. V. (2014). Methods of expert estimations concordance for integral quality estimation. *Expert Systems with Applications*, 41 (4), 1988–1996. doi: <http://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.08.095>
17. Del Moral, M. J., Chiclana, F., Tapia, J. M., Herrera-Viedma, E. (2018). A comparative study on consensus measures in group decision making. *International Journal of Intelligent Systems*, 33 (8), 1624–1638. doi: <http://doi.org/10.1002/int.21954>
18. Abdi, H.; Salkind, N. (Ed.) (2007). The Kendall Rank Correlation Coefficient. *Encyclopedia of Measurement and Statistics*. SAGE Publications, Inc., 1–19. doi: <http://doi.org/10.4135/9781412952644.n239>
19. Венедиктов, А. А. (2018). О показателе согласованности экспертных оценок. *Вооружение и экономика*, 3 (45), 52–66.