

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРАТЕГИЙ СНИЖЕНИЯ КОРРУПЦИОННЫХ ПОТЕРЬ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

В статье построена многоуровневая разветвленная иерархическая модель поддержки решений по выбору локальных стратегий противодействия коррупции в условиях неопределенности, основанная на нечетком оценивании специального показателя коррупционных потерь и нечетко-интервальной модификации обобщенного критерия Гурвица.

Постановка проблемы и анализ последних достижений. Разработка и реализация долговременных комплексных стратегий противодействия коррупции с использованием широкого спектра существующих механизмов предполагает возможность максимально адекватного и перманентного оценивания результативности применения той или иной совокупности антикоррупционных мер [3]. Соответствующие этим потребностям экономико-математические модели поддержки решений должны учитывать высокую степень неопределенности, нечеткость экзогенных и эндогенных параметров, свойственную официальным статистическим данным и множествам экспертных оценок [1, 4, 6]. Подходы к обработке этих данных должны обеспечивать минимальную потерю входной информации количественной измеримой и вербальной качественной природы, как на этапе ее формализации, так и в процессе преобразований [1, 4]. В качестве инструмента поддержки управленческих решений по борьбе с коррупцией и снижения наносимого ею социально-экономического ущерба, может применяться оценивание обобщенного показателя коррупционных потерь ICD (indicator of corruption damage), характеризующего степень антикоррупционной защищенности и эффективности реализуемых механизмов противодействия коррупции. Существует необходимость в построении многоуровневой иерархической модели расчета такого показателя в условиях нечеткости экзогенных параметров, а также в разработке методики отбора оптимальных вариантов локальных антикоррупционных стратегий на основе анализа данных об эффективности их применения за предшествующие периоды в условиях неопределенности.

Целью данной работы является построение модели анализа стратегий снижения наносимого коррупцией социально-экономического ущерба путем расчета и оценивания обобщенного индикатора коррупционных потерь с использованием аппарата теории нечетких множеств [1, 4] и концепций исследования многокритериальных иерархических систем [1, 6, 8], а также разработка методики отбора оптимизированных локальных антикоррупционных стратегий данного типа в условиях неопределенности на основе нечетко-интервальной модификации обобщенного критерия пессимизма-оптимизма Гурвица [2].

Изложение основного материала. Исходным этапом построения предлагаемой четырехуровневой модели является описание и формализация частных критериев, определяющих глобальный критерий четвертого уровня – искомый показатель ICD индикатора коррупционных потерь применительно к некоторому оцениваемому локальному субъекту социально-экономической деятельности.

К числу частных критериев третьего уровня в конструируемой модели отнесены показатели потерь, связанных с: противоправным коррупционным перераспределением финансовых ресурсов субъектов рассматриваемого сектора экономики (критерий D1); снижением эффективности функционирования экономических механизмов вследствие влияния коррупционных факторов (критерий D2); ростом социальной напряженности и деструктивными процессами в общественном сознании (критерий D3); необходимостью финансирования антикоррупционных стратегий, включая содержание контрольно-репрессивного аппарата (критерий D4).

К критериям этого уровня отнесен также обобщенный показатель компенсационного экономического эффекта от препятствования коррупционным действиям и фискальных поступлений в результате эффективного применения контрольно-репрессивных мер (критерий С1).

К частным критериям второго уровня соответственно отнесены такие показатели. Для фактора D1 – это показатели уменьшения объема оборотных средств (критерий D11); уменьшения объема прибыли (критерий D12); объема неэффективно используемых субсидий (критерий D13); объема неэффективно используемых кредитов (критерий D14); объема потерь от неэффективных тендерных закупок (критерий D15). Для фактора D2 – показатели: снижения инвестиционной привлекательности (критерий D21); уровня роста тендизации экономики (критерий D22); монополизации в рассматриваемом секторе экономики (критерий D23); роста цен из-за включения взятки в формулу расчета стоимости конечного продукта или услуги (критерий D24). Для фактора D3 – показатели: роста социального неравенства и имущественного расслоения (критерий D31); деструктивного влияния на уровень законопослушности и правовой культуры (критерий D32); падения внешнего имиджа (критерий D33); снижения оценки социально-экономических перспектив (критерий D34); роста уровня социальной апатии и критического отношения к демократическим ценностям (критерий D35); снижения уровня доверия и сотрудничества с контролирующими и правоохранительными органами (критерий D36); уровня снижения доверия к руководству (критерий D37). Для фактора D4 это показатели затрат на содержание контролирующих органов (критерий D41); затрат на содержание подразделений правоохранительных органов (критерий D42); затрат на содержание подразделений службы безопасности (критерий D43); затрат на приобретение и обслуживание специализированных технических средств (критерий D44); затрат на информатизацию в сфере применения механизмов противодействия коррупции (критерий D45); затрат на научные исследования, разработки и подготовку кадров в области борьбы с коррупцией (критерий D46); затрат на осуществление контрольно-ревизионных мероприятий (критерий D47). Для фактора С1 – это оценочные показатели для избегаемых потерь оборотных средств (критерий С11); потерь прибыли (критерий С12); потерь в использовании государственных субсидий (критерий С13); потерь в использовании кредитов (критерий С14); потерь от неэффективных тендерных закупок (критерий С15); показатель для поступлений от штрафных санкций и решений по конфискации активов (критерий С16).

Частные критерии первого уровня в рассматриваемой иерархической схеме вводятся только для части критериальных факторов второго уровня. Для фактора D13 – это показатели объема неэффективно используемых субсидий: государственного бюджета (критерий D131); местных бюджетов различного уровня (критерий D132); специальных бюджетов (критерий D133). Для фактора D21 – это показатели снижения внешней инвестиционной привлекательности (критерий D211); снижения внутренней инвестиционной привлекательности (критерий D212). Для фактора D24 – показатели роста цен из-за включения взятки в формулу расчета стоимости: конечного товарного продукта (критерий D241); услуг (критерий D242). Для фактора D41 – показатели затрат на содержание специализированных контролирующих органов, обусловленные: численностью исполнителей (критерий D411); квалификационным уровнем исполнителей (критерий D412); уровнем оплаты труда исполнителей (критерий D413). Для фактора D42 – показатели затрат на содержание специализированных подразделений правоохранительных органов, обусловленные: численностью исполнителей (критерий D421); квалификационным уровнем исполнителей (критерий D422); уровнем оплаты труда исполнителей (критерий D423). Для фактора D43 – это показатели затрат на содержание специализированных подразделений службы безопасности, обусловленные: численностью исполнителей (кри-

терий D431); квалификационным уровнем исполнителей (критерий D432); уровнем оплаты труда исполнителей (критерий D433). Для фактора D44 – показатели затрат на приобретение и обслуживание специализированных технических средств, обусловленные: их количеством (критерий D441); их техническим уровнем (критерий D442); эксплуатационными затратами (критерий D443). Для фактора D45 – показатели затрат на информатизацию в сфере применения механизмов противодействия коррупции, обусловленные разработкой автоматизированных электронно-информационных систем для: выдачи лицензий (критерий D451); осуществления тендерных мероприятий (критерий D452); налоговой системы и сферы декларирования доходов (критерий D453). Для фактора D46 – показатели затрат на борьбу с коррупцией, обусловленные: проведением научных исследований (критерий D461); проектно-конструкторскими разработками (критерий D462); внедрением новых технических средств (критерий D463); подготовкой кадров (критерий D464). Для фактора D47 – показатели затрат на осуществление специализированных контрольно-ревизионных мероприятий, обусловленные: частотой их периодичности (критерий D471); глубиной и тщательностью проверок (критерий D472); количественными показателями инспекционных групп (критерий D473); квалификационными показателями инспекционных групп (критерий D474). Для фактора C16 – оценочные показатели для поступлений от штрафных санкций (критерий C161) и конфискации активов (критерий C162).

Иерархическая структура глобального критерия ICD в рассматриваемой модели представлена на рис 1. Частные критерии низших уровней D22, D23, D31, D32, D33, D34, D35, D36, D37, D211, D212 имеют нечеткие вербальные области варьирования, а остальные частные критерии низших уровней имеют нечеткие измеримые количественные характеристики. Для формализации частных критериев с качественными вербальными описаниями в соответствии с применяемой концепцией нечетко-множественного моделирования применяется методика определения степени выраженности положительного эффекта с заданием параметра его роста [1]. Функции принадлежности $\mu_{D22}(x), \dots, \mu_{D23}(x), \mu_{D31}(x), \dots, \mu_{D37}(x), \mu_{D211}(x), \mu_{D212}(x)$ для вводимых нормальных нечетких множеств (функций желательности для данных частных критериев) строятся с использованием представленной в табл. 1. семиуровневой шкалы градаций степени выраженности положительного эффекта [1] и придании этим градациям соответствующих числовых оценок из интервала [0,1]. Показатели выраженности положительного эффекта при формировании соответствующего каждому частному критерию нечеткого интервала определяется на основе экспертных заключений.

Определение показателя глобального критерия ICD реализуется на основе методики последовательного формирования обобщенных критериев качества многоуровневых разветвленных систем на каждом из уровней иерархии [1, 4, 6, 8].

В рамках данного подхода решаются задачи ранжирования частных критериев внутри каждой из групп {Dij}, {Dijk}, {Cij}, {Cijk}, а также внутри группы частных критериев третьего уровня {D1, D2, D3, D4, C1}. Ранжирование базируется на форми-

ровании матриц $A = \|a_{ij}\|$ парных экспертных сравнений (сравнительных суждений) для частных критериев в каждой из выделенных групп с использованием девятиуровневой шкалы лингвистических оценок [1]. Допускается использование экспертных оценок парных сравнений, задаваемых одним экспертом и образующих матрицу четких чисел; задаваемых одним экспертом и образующих матрицу четких интервалов; задаваемых одним экспертом или группой экспертов и преобразуемых в матрицу нечетких интервалов с функциями принадлежности $\mu_{a_{ij}}(x)$.

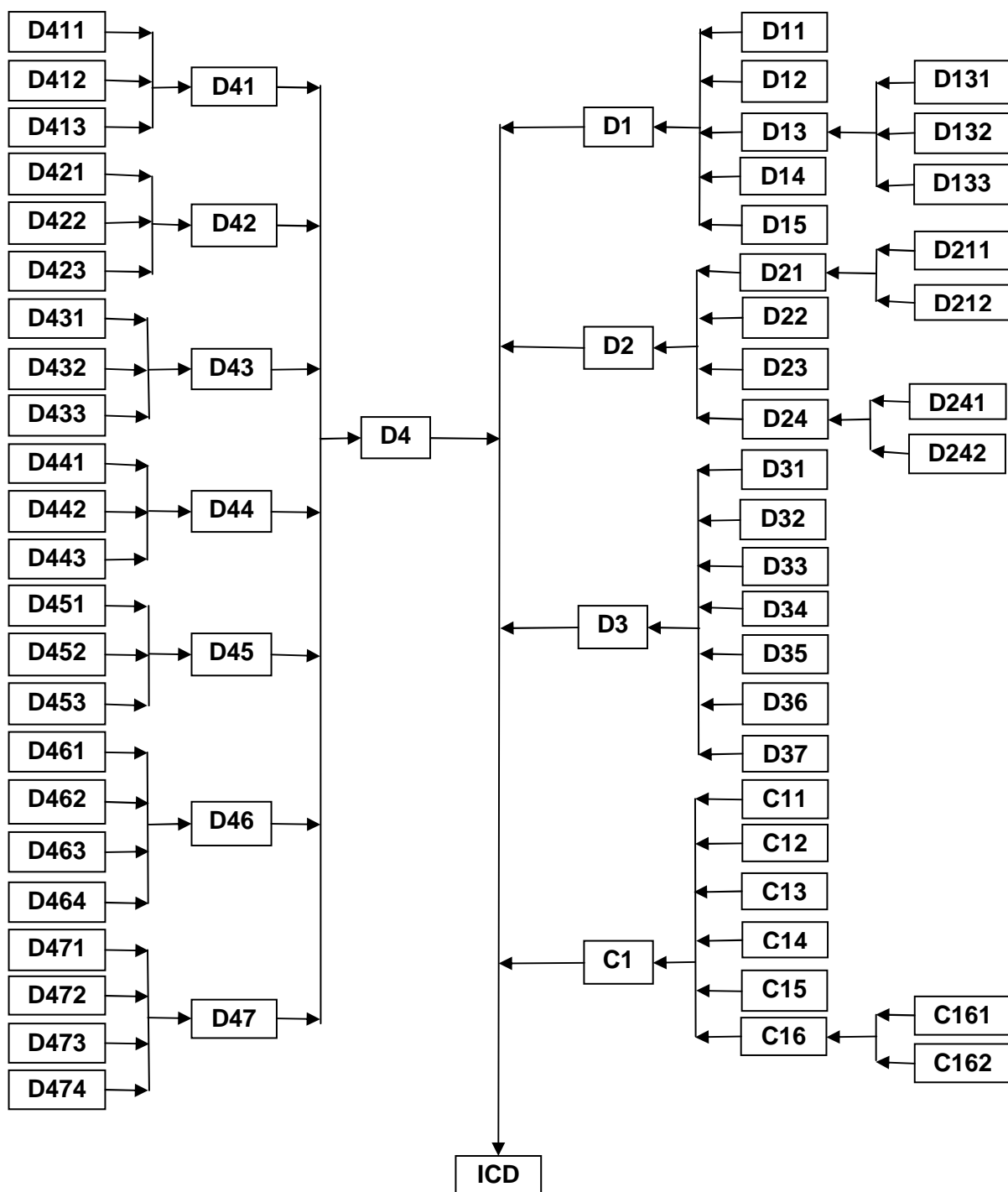


Рисунок 1 – Иерархическая модель определения показателя коррупционных потерь

Таблица 1 – Значения функций принадлежности для частных критериев, заданных на качественном вербальном уровне

Значения функции принадлежности μ	Показатель степени выраженности положительного эффекта
0	Не выражен
0,1	Очень слабо выражен
0,25	Слабо выражен
0,5	Средне выражен
0,75	Сильно выражен
0,9	Очень сильно выражен
1,0	Полностью выражен

В первом случае ранги α_i ($i = \overline{1, n}$) для каждой из выделенных групп частных критериев разных уровней определяются путем решения оптимизационных задач [1]

$$S = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (a_{ij}\alpha_j - \alpha_i)^2 \rightarrow \min, \sum_{i=1}^n \alpha_i = n \quad (1)$$

методом неопределенных множителей Лагранжа. При задании для рассматриваемой задачи функции Лагранжа в виде

$$L = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (a_{ij}\alpha_j - \alpha_i)^2 + \lambda \left(\sum_{i=1}^n \alpha_i - n \right) \quad (2)$$

из условий оптимальности

$$\partial L / \partial \alpha_i = 0, \quad \partial L / \partial \lambda = \sum_{i=1}^n \alpha_i - n = 0, \quad (3)$$

для определения подмножеств рангов частных критериев $\left\{ \alpha_i^{(D_i)} \right\}$, $\left\{ \alpha_{ij}^{(D_{ij})} \right\}$, $\left\{ \alpha_{ijk}^{(D_{ijk})} \right\}$, $\left\{ \alpha_1^{(C_1)} \right\}$, $\left\{ \alpha_{1j}^{(C_{1j})} \right\}$, $\left\{ \alpha_{1ik}^{(C_{1ik})} \right\}$ получены системы линейных алгебраических уравнений. В случае интервальных и нечетко-интервальных матриц парных сравнений их ранги могут быть найдены приближенным методом Т. Саати [5]:

$$\alpha_i = \alpha_i^* / \sum_{j=1}^n \alpha_j^*, \quad \alpha_i^* = \left(\prod_{j=1}^n \alpha_{ij} \right)^{1/n}. \quad (4)$$

Результат определения множеств рангов частных критериев $\left\{ \alpha_i^{(D_i)} \right\}$, $\left\{ \alpha_{ij}^{(D_{ij})} \right\}$, $\left\{ \alpha_{ijk}^{(D_{ijk})} \right\}$, $\left\{ \alpha_1^{(C_1)} \right\}$, $\left\{ \alpha_{1j}^{(C_{1j})} \right\}$, $\left\{ \alpha_{1ik}^{(C_{1ik})} \right\}$, получаемых в виде четких чисел, четких либо нечетких интервалов, контролируется путем расчета индексов согласованности δ_c и показателей отношений согласованности γ_c для соответствующих матриц парных сравнений [5]. Указанные показатели рассчитываются по формулам

$$\delta_c = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1), \quad \gamma_c = \delta_c / \gamma_n, \quad (6)$$

где λ_{\max} – величины максимальных собственных чисел матриц парных сравнений $\|a_{ij}\|$;

γ_n – значения согласованности случайных матриц [5]. Согласованность экс-

пертных оценок считается допустимой в случаях, когда значения γ_c не превышают $0,1 \div 0,2$. В противном случае должна быть выполнена повторная уточняющая экспертная оценка для показателей парных сравнений [5].

Агрегирование частных критериев более высокого уровня для каждой из выделенных групп $\{D_{ijk}\}$, $\{C_{ijk}\}$, $\{D_{ij}\}$, $\{C_{1j}\}$, $\{D_1, D_2, D_3, D_4, C_1\}$ после определения их

рангов $\left\{ \alpha_i^{(D_i)}, \alpha_1^{(C_1)} \right\}$, $\left\{ \alpha_{ij}^{(D_{ij})} \right\}$, $\left\{ \alpha_{ijk}^{(D_{ijk})} \right\}$, $\left\{ \alpha_1^{(C_1)} \right\}$, $\left\{ \alpha_{1j}^{(C_{1j})} \right\}$, $\left\{ \alpha_{1ik}^{(C_{1ik})} \right\}$ внутри групп [4, 6, 8] осуществляется на основе соотношений свертки

$$\mu_{D_{ij}}(x) = \min \left\{ \alpha_1^{(D_{ij1})} \mu_{D_{ij1}}(x), \dots, \alpha_1^{(D_{ijm})} \mu_{D_{ijm}}(x) \right\},$$

$$\mu_{C_{1j}}(x) = \min \left\{ \alpha_1^{(C_{1jk})} \mu_{C_{1jk}}(x), \dots, \alpha_1^{(C_{1jm})} \mu_{C_{1jm}}(x) \right\},$$

где m – число агрегируемых частных критериев для рассматриваемой группы; $\mu_{D_{ij}}(x)$, $\mu_{C_{1j}}(x)$ – функции принадлежности для нечетких множеств, характеризующих частные критерии первого уровня в каждой из групп $\{D_{ij}\}$, $\{C_{1j}\}$.

Далее, на основе описанных методик определяются четкие, интервальные или нечетко-интервальные значения рангов $\left\{ \alpha_i^{(D_i)}, \alpha_1^{(C_1)} \right\}$ и осуществляется агрегирование частных критериев третьего порядка. В результате определяется функция принадлежности

$$\mu_{ICD}(x) = \min \left\{ \alpha_1^{(D_1)} \mu_{D_1}(x), \alpha_2^{(D_2)} \mu_{D_2}(x), \alpha_3^{(D_3)} \mu_{D_3}(x), \alpha_4^{(D_4)} \mu_{D_4}(x), \alpha_1^{(C_1)} \mu_{C_1}(x) \right\} \quad (5)$$

для искомого нечеткого показателя ICD индикатора коррупционных потерь применительно к некоторому оцениваемому субъекту экономической деятельности как критерия четвертого уровня в рассмотренной иерархической системе. Его оптимальная характеристика может быть определена на основе соотношения [4, 6, 8]

$$\max \min \left\{ \alpha_1^{(D_1)} \mu_{D_1}(x), \alpha_2^{(D_2)} \mu_{D_2}(x), \alpha_3^{(D_3)} \mu_{D_3}(x), \alpha_4^{(D_4)} \mu_{D_4}(x), \alpha_1^{(C_1)} \mu_{C_1}(x) \right\} \quad (6)$$

и является экстремальным показателем индикатора коррупционных потерь в рассматриваемой экономической системе.

Проблема оптимизации выбора локальных антикоррупционных стратегий в условиях высокой степени неопределенности реакции среды реализации может быть решена на основе оценок значений обобщенного индикатора коррупционных потерь и использования нечетко-множественного варианта обобщенного критерия пессимизма-оптимизма Гурвица [2]. Анализируется использование нескольких предлагаемых вариантов реализации локальных стратегий S_i ($i = \overline{1, m}$) снижения коррупционных потерь. Результаты их предшествующей реализации в течение ряда одинаковых последовательных промежутков времени T_j ($j = \overline{1, n}$) характеризуются нечеткими показателями индикатора коррупционных потерь P_{ij} в виде нормальных нечетких множеств с трапецеидальными функциями принадлежности $\mu_{P_{ij}}(x)$ (нечеткими интервалами). Для реперных точек трапецеидальных нечетких множеств P_{ij} введены обозначения $(a_{P_{ij}}, b_{P_{ij}}, c_{P_{ij}}, d_{P_{ij}})$, где $a_{P_{ij}} \leq b_{P_{ij}} \leq c_{P_{ij}} \leq d_{P_{ij}}$. Оценки P_{ij} в совокупности образуют матрицу $\|P_{ij}\|$ ($i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}$) выигрышей от применения стратегии i за период j . При выборе оптимального для применения в период $j+1$ варианта стратегии снижения коррупционных потерь осуществляется перестановка в порядке неубывания нечетких интервальных оценок в каждой i -той строке матрицы $\|P_{ij}\|$ с введением обозначений b_{ij} для элементов получаемой в результате матрицы нечетких интервалов $\|b_{ij}\|$. Упорядочение интервалов осуществляется на основе современного подхода [7] к сравнению нечетких интервалов, согласно которому $P_{ij} > P_{kl}$ при $R_2(P_{ij}) > R_2(P_{kl})$; $P_{ij} < P_{kl}$ при $R_2(P_{ij}) < R_2(P_{kl})$. Здесь

$$R_2(P) = (\Delta_{1P}(a_P + 2b_P)/3 + \Delta_{2P}(b_P + c_P)/2 + \Delta_{3P}(2c_P + d_P)/3) \times (\Delta_{1P}/3 + \Delta_{2P}/2 + \Delta_{3P}/3) / (\Delta_{1P} + \Delta_{2P} + \Delta_{3P})^2, \quad (7)$$

$$\Delta_{1P} = ((c_P - 3b_P + 2d_P)^2 + 1)^{1/2} / 6, \quad \Delta_{2P} = ((2c_P + d_P - a_P - 2b_P)^2 + 1)^{1/2} / 3, \\ \Delta_{3P} = ((3c_P - 2a_P - b_P)^2 + 1)^{1/2} / 6.$$

Операции на множестве нечетких интервалов $P_i(a_i, b_i, c_i, d_i)$, используемые в соотношениях (7) и последующих преобразованиях, представляют собой процедуры получения нечетких интервалов $P_1 + P_2$ с реперными точками $(a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2, d_1 + d_2)$; нечетких интервалов $P_1 - P_2$ с реперными точками $(a_1 - d_2, b_1 - c_2, c_1 - b_2, d_1 - a_2)$; нечетких интервалов $P_1 \cdot P_2$ с реперными точками $(a_1 \cdot a_2, b_1 \cdot b_2, c_1 \cdot c_2, d_1 \cdot d_2)$; нечетких интервалов P_1 / P_2 с реперными точками $(a_1 / d_2, b_1 / c_2, c_1 / b_2, d_1 / a_2)$.

Нечеткоинтервальная модификация обобщенного критерия пессимизма-оптимизма Гурвица является в данном случае принципом выбора в качестве оптимальной той стратегии, которая минимизирует нечеткоинтервальную функцию

$$H_{i_0}(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n) = \sum_{j=1}^n \lambda_j B_{i_0 j} \quad (8)$$

с нечеткоинтервальными коэффициентами λ_j , обладающими свойством положительной определенности $\lambda_i \geq Z$ и удовлетворяющими условию нормальности

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = E, \quad (9)$$

где Z, E – соответственно нулевая и единичная интервальные величины.

Для определения нечеткоинтервальных коэффициентов λ_j вводятся характеристики

$$B_j = \sum_{i=1}^m b_{ij} \quad (j = \overline{1, n}), \quad B = \sum_{j=1}^n B_j = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n b_{ij} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P_{ij} \quad (10)$$

$$\overline{B}_j = B_j / m = \left(\sum_{i=1}^m b_{ij} \right) / m \quad (j = \overline{1, n}), \quad \overline{B}_1 \leq \overline{B}_2 \leq \dots \leq \overline{B}_n$$

Предусматривается возможность применения двух вариантов определяющих свойства критерия соотношений

$$\lambda_1 : \lambda_2 : \dots : \lambda_n = \overline{B}_n : \overline{B}_{n-1} : \dots : \overline{B}_1, \quad (11)$$

$$\lambda_1 : \lambda_2 : \dots : \lambda_n = \overline{B}_1 : \overline{B}_2 : \dots : \overline{B}_n, \quad (12)$$

которые, соответственно, отражают [2] гипотезы о реакции среды реализации стратегий, диктующей осторожность в их выборе и реакции, которая характеризуется как благополучная, безопасная. Из (11) следует

$$\lambda_j = \lambda_1 \cdot \overline{B}_{n-j+1} / \overline{B}_n \quad (j = \overline{1, n}), \quad (13)$$

что, с учетом (9), приводит к соотношению

$$\frac{\lambda_1}{B_n} \sum_{j=1}^n \bar{B}_{n-j+1} = \frac{\lambda_1}{B_n} \cdot \sum_{k=1}^n \bar{B}_k = \lambda_1 \frac{B}{B_n} = E \quad (14)$$

Таким образом, в случае ситуации осторожного выбора стратегий

$$\lambda_j = E \cdot \bar{B}_{n-j+1} / B \quad (j = \overline{1, n}) \quad (15)$$

В случае благоприятной ситуации для реализации стратегий

$$\lambda_j = E \cdot \bar{B}_j / B \quad (j = \overline{1, n}) \quad (16)$$

Для выбора оптимальной стратегии снижения коррупционных потерь с минимальной характеристикой $H_i(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n)$ производится сопоставительное оценивание этих нечеткоинтервальных характеристик для всех анализируемых стратегий с использованием определяемого соотношениями (7) показателя $R_2(H_i)$.

Выводы. Таким образом, в результате проведенного исследования построена многокритериальная разветвленная иерархическая модель поддержки решений по оптимизации стратегий снижения коррупционного ущерба в условиях неопределенности с минимизированными потерями качественной и количественной входной информации, имеющая перспективы дальнейшего совершенствования. Модель базируется на расчете и оценивании индикатора коррупционных потерь с применением аппарата теории нечетких множеств, использованием нечетких экспертных оценок и обеспечивает выбор оптимальных для реализации специализированных стратегий снижения коррупционных потерь в условиях неопределенности на основе нечетко-интервальной модификации обобщенного критерия пессимизма-оптимизма Гурвица.

Литература

1. Дилигенский Н. В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности : технология, экономика, экология / Н. В. Дилигенский, Л. Г. Дымова, П. В. Севастьянов. – М. : Машиностроение – 1, 2004. – 397 с.
2. Лабскер Л. Г. Обобщенный критерий пессимизма-оптимизма Гурвица / Л. Г. Лабскер // Финансовая математика. – М. : МГУ им. М. В. Ломоносова, 2001. – С. 401-414.
3. Левин М. И. Математические модели коррупции / М. И. Левин, М. Л. Цирик // Экономика и математические методы. – 1998. – Т. 34, № 4. – С.34-55.
4. Орловский С. А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации / С. А. Орловский. – М. : Наука, 1981. – 208 с.
5. Саати Т. Аналитическое планирование. Организация систем / Т. Саати, К. Кернс. – М. : Радио и связь, 1991. – 224 с.
6. Севастьянов П. В. Методика многокритериальной иерархической оценки качества в условиях неопределенности / П. В. Севастьянов, Л. Г. Дымова, М. Каптур, А.В. Зенькова // Информационные технологии. – 2001. – № 9. – С. 84-87.
7. Thorani Y. L. P. Ordering generalized trapezoidal fuzzy numbers / Y. L. P. Thorani, P. P. V. Rao, N. R. Shankar // Int. J. Contemp. Math. Sciences. – 2012. – Vol. 7, no. 12. – P. 555-573.
8. Yager R. Multiple objective decision-making using fuzzy sets / R. Yager // Int. J. Man-Mach. Stud. – 1979. – Vol. 9. – № 4. – P. 375-382.