

УДК 338

БАЛДУК Г.П., БАЛДУК П.Г.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

### **АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ VAL-ИНДЕКСА И МЕТОДИКИ ПОЛУЧЕНИЯ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК С ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ**

**Цель.** Разработка геометрической модели и алгоритма вычисления обобщенной оценки объектов, которые обладают неоднородными свойствами.

**Методика.** Проводится аналогия между геометрическими системами, имеющими  $n$  точек, и объектам, имеющими  $n$  неоднородных свойств. Строится математическая модель указанных объектов на базе геометрических фигур. Сравниваются параметры идеальной и расчетной модели.

**Результаты.** Создан алгоритм сравнения геометрических характеристик моделей объектов, обладающих неоднородными свойствами.

**Научная новизна.** Получен универсальный алгоритм вычисления обобщенной сравнительной оценки для объектов, обладающих неоднородными свойствами.

**Практическая значимость.** Алгоритм нахождения *val*-индекса используется в различных методиках сравнения и определения относительных оценок, построения рейтингов предприятий, товаров, услуг.

**Ключевые слова:** интегральная, сравнительная характеристика, сопоставление объектов, неоднородные свойства, геометрическая модель объекта.

**Введение.** В мире существуют разнообразные подходы к получению обобщенной оценки объектов, которые обладают неоднородными характеристиками (под однородными, авторы понимают характеристики, имеющие одинаковые единицы измерения). Всемирно известны такие оценки, как промышленный индекс Доу-Джонса, IQ-коэффициент интеллекта человека, Нобелевская премия, премия Оскара. В области материального производства можно привести примеры определения класса легковых автомобилей, присвоения «Знака качества» продукции в СССР. В сфере обслуживания, оценкой успешности являются «звездность» гостиниц и наличие «звезд Мишлен» у ресторанов. Для сравнения претендентов и определения лауреатов этих знаков, классов, премий используются разные методики. Одни можно считать более удачными, другие – менее удачными.

В точных науках существуют понятия, позволяющие оценивать или сравнивать системы объектов, имеющие однородные и неоднородные свойства. В статистике, например, для этих целей вычисляется целый класс степенных средних величин. В теоретической механике существует статические инварианты системы векторов. Зная эти инварианты, можно не только сравнивать системы векторов, но и делать определенные выводы о них и их свойствах (например, при равенстве нулю указанных инвариантов, материальное тело под действием системы сил находится в равновесии).

Существует целый ряд публикации и обзоров, в которых рассматривается вычисление сравнительных оценок для конкретных задач. В качестве примера можно привести публикации, посвященные оценке качества продовольственных товаров [1], технических систем [2], здоровья населения [3]. Во многих производственных отраслях для формализации оценок существуют методические рекомендации [4]. Однако рассмотренные в них алгоритмы достаточно сложны. Публикаций, в которых рассматривается алгоритм

вычисления обобщенной сравнительной оценки с помощью геометрического моделирования объектов, обладающих неоднородными свойствами, авторами не обнаружено.

**Постановка задачи.** Рассмотрим сопоставление геометрических объектов (систем точек). В трехмерном пространстве их простейшими математическими моделями можно считать отрезок, треугольник, четырехгранник. Для сопоставления систем, состоящих из двух точек, сравнивают одномерные характеристики систем (величины отрезков между точками). Для сопоставления систем, состоящих из трех точек, не лежащих на одной прямой, сравнивают двумерные характеристики систем (величины площадей треугольников, образованными этими точками).

Для сравнения систем, состоящих из четырех точек, не лежащих в одной плоскости, сравнивают трехмерные характеристики систем (величины объемов четырехгранников, образованных плоскостями, проведенными через эти точки).

Зависимость размерности сравнительной характеристики геометрической системы  $R$  от количества ее точек  $n$  выглядит следующим образом:

$$R = n - 1. \quad (1)$$

Рассмотренная характеристика является не единственной для указанных геометрических систем и не дает полного представления о всех их свойствах. Но ее знание позволяет сравнивать эти системы, и этого бывает достаточно при решении многих практических задач.

Проведем аналогию между геометрическими системами, имеющими  $n$  точек, и объектам, имеющими  $n$  свойств: для сопоставления объектов, имеющих  $n$  свойств, можно найти геометрическую характеристику  $R$ , имеющую  $n - 1$  размерность.

**Результаты исследования.** Авторами предлагается алгоритм вычисления, обобщенной (интегральной) характеристики, в дальнейшем называемой bal-индексом, которую можно использовать для сравнительной оценки объектов, обладающих неоднородными свойствами.

Bal-индексом (*balance* – соотношение взаимно связанных показателей какой-нибудь деятельности, процесса) будем называть отношение

$$bal(n) = \frac{R_r}{R_{cr}} \cdot m, \quad (2)$$

где:  $R_r$  - геометрическая характеристика модели изучаемого объекта;

$R_{cr}$  - геометрическая характеристика модели эталонного объекта;

$n$  - количество свойств, которые рассматриваются при моделировании объекта;

$m$  - масштабный коэффициент, используемый для лучшего визуального восприятия численного значения bal-индекса (обычно принимается кратным 10).

Идеализированной моделью для этих объектов будут служить геометрические фигуры и тела, в которых все свойства имеют равнозначность, причем геометрическая модель изучаемого объекта строится на базе объекта, принятого в предложенном алгоритме за эталон.

Для сопоставления систем, имеющих неоднородные свойства, некорректно напрямую использовать характеристики  $R$ . Для этих целей используются их относительные значения.

Вычисление bal-индекса при числе характеристик равным двум. В основу излагаемого алгоритма нахождения bal-индекса, при числе характеристик 2, положено сравнение длин двух отрезков, построенных на одной прямой. Первым (эталонным) отрезком является

отрезок  $AB$ , строящийся следующим образом. Из точки  $O$  в разных направлениях откладываем единичные отрезки-лучи  $AO$  и  $OB$ . Длина отрезка  $AB$  принимается за условный эталон.

Для построения второго отрезка отложим на этой прямой из полюса  $O$  в направлениях точек  $A$  и  $B$  отрезки, по величине равные относительным значениям рассматриваемых характеристик. Соединив концы этих отрезков, в общем случае получим отрезок  $A'B'$  (рис.1а). Val-индекс(2) выражается формулой (3)

$$bal(2) = \frac{l_r}{l_{cr}} \cdot m, \quad (3)$$

где:  $l_r$  - длина отрезка  $A'B'$ ;

$l_{cr}$  - длина эталонного отрезка  $AB$ .

В указанном случае val-индекс по сути равен среднему арифметическому относительных значений рассматриваемых характеристик.

Вычисление val-индекса при числе характеристик равном 3. В основу излагаемого алгоритма вычисления val-индекса(3) положено сравнение площадей двух плоских фигур – треугольников. Первым (эталонным) треугольником является правильный треугольник  $ABC$ , вписанный в окружность единичного радиуса с центром  $O$  (рис.1б). Его площадь принимается за условный эталон. Соединим линиями каждую вершину треугольника с полюсом. Получим плоскую звезду с тремя лучами.

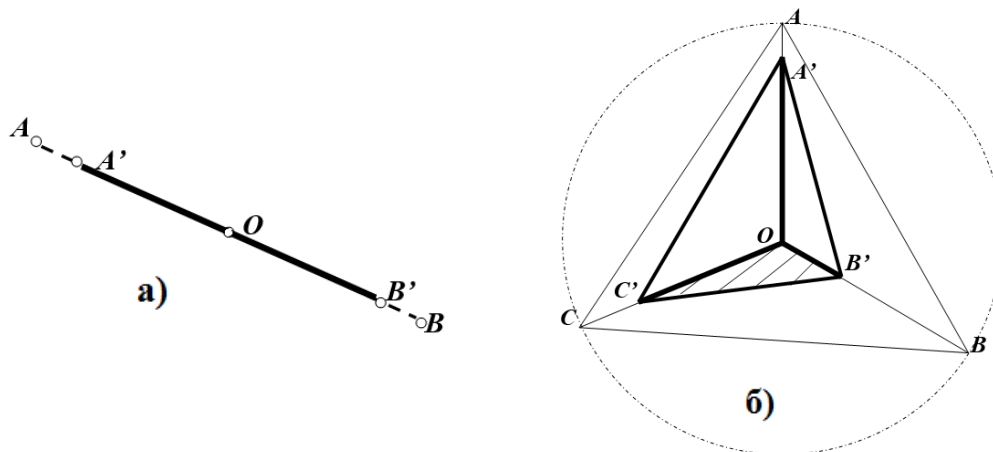


Рис.1. Геометрические модели объектов:  
 а) при вычислении val-индекса (2); б) при вычислении val-индекса (3)

Для построения второй фигуры, отложим из полюса, по направлению каждого из радиальных лучей отрезки  $OA'$ ,  $OB'$  и  $OC'$ , по величине равные *относительным* значениям рассматриваемых характеристик.

Соединив концы этих отрезков, в общем случае получим три неправильных треугольника (рис.1б), или три элементарные ячейки. Выразим, например, площадь ячейки  $A'OB'$  через два ее образующих радиальных луча  $OA'$  и  $OB'$  и угол при них. Площадь неправильного треугольника  $A'B'C'$  определяется как сумма площадей 3-х его элементарных ячеек. Таким образом, получаем зависимости всей его площади от величины каждого радиального луча.

Val-индексом (3) является отношение

$$bal(3) = \frac{S_r}{S_{cr}} \cdot m, \quad (4)$$

где:  $S_r$  - площадь полученного неправильного треугольника  $A'B'C'$ ;

$S_{cr}$  - площадь правильного (эталонного) треугольника  $ABC$ .

Вычисление bal-индекса при числе характеристик больше трех.

В основу излагаемого алгоритма вычисления bal-индекса, при числе характеристик больших 3-х, положено сравнение объемов двух многогранников. Первым (эталонным) многогранником является правильный многогранник, вписанный в сферу единичного радиуса с центром в точке  $O$ . Из центра сферы по направлению к его всем вершинам проведены линии, образующие симметричную пространственную решетку звездной конфигурации. Три плоскости, проведенные через три рядом расположенные вершины и центр  $O$ , образуют элементарную ячейку в виде четырехгранника. Количество ячеек зависит от вида правильного многогранника.

В качестве примера эталонной фигуры на рис.2 изображен правильный многогранник – октаэдр, имеющий 6 вершин и 8 элементарных ячеек.

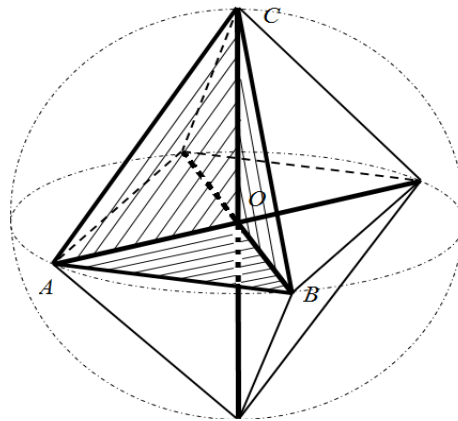


Рис.2. Правильный многогранник и его элементарная ячейка

Тремя ребрами элементарной ячейки  $ABCO$  являются радиальные лучи  $OA$ ;  $OB$ ;  $OC$ , другими тремя – линии сторон правильного многогранника. Находится зависимость объема элементарной фигуры от длины радиального луча (радиуса сферы). Объем правильного многогранника рассматривается как сумма объемов одинаковых элементарных четырехгранников.

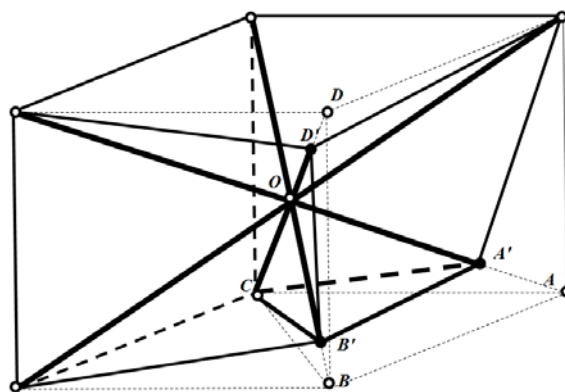


Рис.3. Многогранник с нарушенной симметрией и одна из его элементарных ячеек

Второй многогранник строится следующим образом. На радиальных лучах, от центра сферы в направлении каждой ее вершины, откладываются отрезки, по величине равные относительным значениям рассматриваемых характеристик. Их величина условно принимается меньше единицы. Расположенные рядом концы указанных отрезков соединяются линиями. Симметрия фигуры нарушается. Получается неправильный многогранник, состоящий из ряда элементарных ячеек – четырехгранников (например, четырехгранник  $OA'B'C$  на рис.3. В каждой ячейке плоские углы при вершине, находящейся в центре сферы, равны в силу правильности базового многогранника. Объемы четырехгранников, в общем случае, не равны.

В качестве примера фигуры с нарушенной симметрией на рис.4 изображен многогранник, построенный на пространственной решетке гексаэдра, имеющий 8 вершин и 12 элементарных ячеек. В нем уменьшение получили три радиальных луча.

Находится зависимость объема каждой элементарной ячейки от длин трех радиальных отрезков, ее образующих и угла между ними. Объем полученного многогранника рассматривается как сумма объемов его элементарных четырехгранников. Таким образом, получаем формулу зависимости этого объема от величины каждого радиального отрезка.

Val-индексом в этом случае является выражение

$$bal = \frac{V_r}{V_{cr}} \cdot m, \quad (5)$$

где:  $V_r$  - объем построенного многогранника с нарушенной симметрией,

$V_{cr}$  - объем правильного (эталонного) многогранника.

Количество вершин фигуры, равное количеству радиальных лучей, определяет число рассматриваемых неоднородных характеристик объекта. Используя в качестве эталона объемы правильных многогранников (тетраэдра, октаэдра, куба, икосаэдра, додекаэдра) можно определить bal-индекс по 4, 6, 8, 12, 20 таким характеристикам.

Получение значений относительных характеристик. Во всех случаях нахождения bal-индекса на лучах звездных решеток откладываются относительные значения сравниваемых характеристик.

За относительное значение характеристики авторы принимают выражение

$$a_r^{(i)} = k \cdot \left( \frac{a_c^{(i)}}{a_{cr}^{(i)}} \right)^t, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (6)$$

где:  $a_r^{(i)}$  - относительное значение  $i$ -ой характеристики;

$a_c^{(i)}$  - рассматриваемое значение  $i$ -ой характеристики;

$a_{cr}^{(i)}$  - значение критерия для  $i$ -ой характеристики;

$k$  - весовой коэффициент ( $k \leq 1$ );

$t = \pm 1$  - коэффициент, зависящий от выбора критерия;

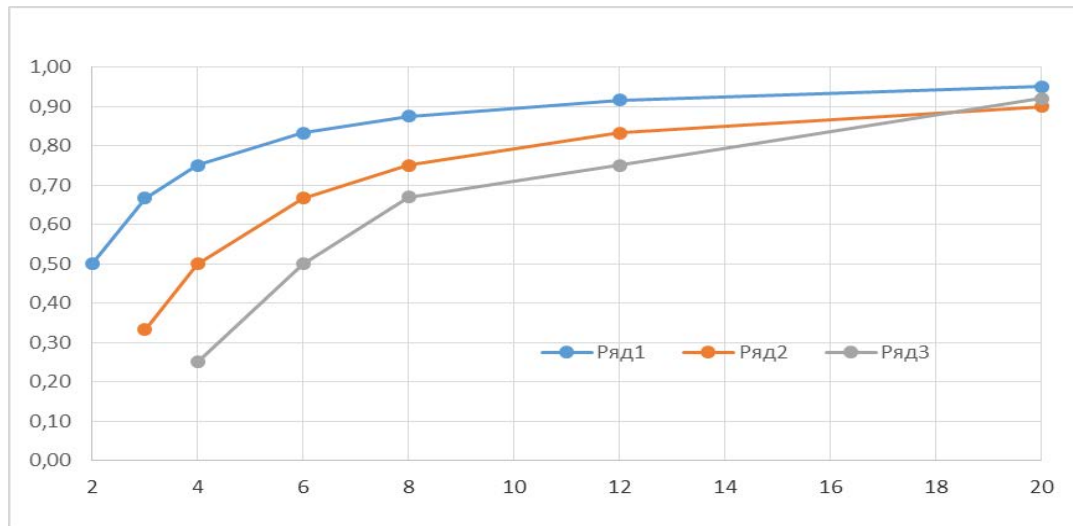
$n$  – количество рассматриваемых характеристик.

Вопросы, связанные с методикой определения критерия и его значения в данной статье не рассматриваются. Критерии и их значения, а также весовые коэффициенты подбирают специалисты, использующие данный метод, в зависимости от их интересов.

Анализ чувствительности bal-индекса. Авторами проведен анализ чувствительности bal-индексов, к изменению только одной из нескольких неоднородных относительных

характеристик. Были просчитаны bal-индексы при разном количестве характеристик (от 2 до 20), при этом величина одной характеристики принималась очень малой (но неравной нулю), все другие приравнялись к единичному значению.

На графике (рис.4) видно, что наибольшее расхождение между сравниваемыми величинами при 3-х, 4-х и 6-х характеристиках, с увеличением числа характеристик, разница между сравниваемыми величинами уменьшается ( $R_r \rightarrow R_{cr}$ ).



**Рис.4. Чувствительность bal-индекса к изменению характеристик:**  
 ряд 1 – среднеарифметические значения; ряд 2 – значения bal-индексов, построенных на базе правильных плоских фигур; ряд 3 – значения bal-индексов, построенных на базе правильных пространственных фигур

При 12 характеристиках, разница между их средним арифметическим и bal-индексами, построенными на базе правильных плоских фигур и правильных пространственных фигур, составляет всего 18%. Разница между ними практически исчезает при 20 сравниваемых характеристиках. Можно сделать вывод, что при числе характеристик равном от 3 до 8, bal-индекс наиболее чувствителен к изменению характеристик сравниваемых объектов.

Этот факт объясняется тем, что изменение величины любого одного из радиальных лучей приводит к максимальному изменению объемов (площадей) элементарных ячеек фигуры только в решетках звездной конфигурации, построенной на базах правильного треугольника (изменяется  $2/3$  площадей), тетраэдра (изменяется до  $3/4$  объемов), октаэдра и гексаэдра (изменяется до  $1/2$  объемов). С увеличением числа лучей звездной решетки, влияние изменения величины одного луча на объем (площадь) фигуры уменьшается.

Примеры использования bal-индексов в методиках сравнения. Учитывая рекомендации предыдущей части статьи, связанные с чувствительностью предлагаемого алгоритма к количеству оцениваемых характеристик, авторы демонстрируют применение нахождения bal-индекса ( $3 \div 8$ ) в различных методиках сравнения и определения относительных оценок.

Пример 1. Определение сравнительной оценки напряженности работы. Рассмотрим некоторые производственные показатели (Табл. 1) работы двух строительных участков, полученные при возведении железобетонных монолитных каркасов 4-х секционных жилых зданий (при примерно одинаковом сроке строительства):

Таблиця 1.

**Показатели напряженности работы на объектах**

Наименование объекта	Объем сооружения (куб. метры)	Кол-во работающих на объекте	Суммарное кол-во этажей в секциях
	Характеристика 1	Характеристика 2	Характеристика 3
СУ-1	13125	37	84
СУ-2	16600	40	78

Продемонстрируем методику получения значений относительных характеристик (при значении масштабного коэффициента  $k = 1$  в формуле (6)):

Для характеристик объекта 1 (СУ-1).

Характеристика 1. Показатель тем лучше, чем больше. За критерий принимаем большее значение из выборки показателей - 16600 (в формуле (6) возьмем  $t = 1$ ). Относительная характеристика  $a_r^{(1)}$  равна

$$a_r^{(1)} = 1 \cdot \left( \frac{a_c^{(1)}}{a_{cr}^{(1)}} \right)^1 = \frac{13125}{16600} = 0,791.$$

Характеристика 2. Показатель тем лучше, чем меньше. За критерий принимаем меньшее значение из выборки показателей - 37 (в формуле (6) возьмем  $t = -1$ ).

$$a_r^{(2)} = 1 \cdot \left( \frac{a_c^{(2)}}{a_{cr}^{(2)}} \right)^{-1} = \frac{37}{37} = 1.$$

Характеристика 3. Показатель тем лучше, чем больше. За критерий принимаем большее значение из выборки показателей - 84 (в формуле (6) возьмем  $t = 1$ ).

$$a_r^{(3)} = 1 \cdot \left( \frac{a_c^{(3)}}{a_{cr}^{(3)}} \right)^1 = \frac{84}{84} = 1.$$

Используем алгоритма нахождения bal-индекса, при числе характеристик равном 3. По формуле (4) bal-индекс объекта 1 равен

$$bal(3) = \frac{1,118}{1,299} \cdot 10 = 8,6.$$

Для характеристик объекта 2 (СУ-2). По аналогии находим относительные характеристики:

$$a_r^{(1)} = 1 \cdot \left( \frac{a_c^{(1)}}{a_{cr}^{(1)}} \right)^1 = \frac{16600}{16600} = 1.$$

$$a_r^{(2)} = 1 \cdot \left( \frac{a_c^{(2)}}{a_{cr}^{(2)}} \right)^{-1} = \frac{37}{40} = 0,925.$$

$$a_r^{(3)} = 1 \cdot \left( \frac{a_c^{(3)}}{a_{cr}^{(3)}} \right)^1 = \frac{78}{84} = 0,929.$$

$$bal(3) = \frac{1,175}{1,299} \cdot 10 = 9,0.$$

По предложенной методике показатели напряженности работы на втором объекте лучше, так как ее bal-индекс(3) выше.

Пример 2. Определение сравнительной оценки качества питьевой воды. Согласно [5] качество воды регламентируется ПДК и оценивается 54 физическими, химическими, биологическими и бактериологическими показателями. Многие из этих показателей нелинейно зависимы и имеют разные единицы измерения. Из всех показателей качества воды выберем восемь основных: цветность, мутность, жесткость, щелочность, окисляемость, сухой остаток воды и содержание в ней солей сульфатов, хлоридов.

Используя в качестве эталона объем правильного многогранника (куба), определяем ежемесячный bal-индекс(8) качества воды по указанным относительным показателям в 2014 году. Сравнительный анализ ежемесячных bal-индексов качества воды за три года показан на графике (рис. 5). На графике прослеживаются сезонные периоды ухудшения качества воды. Эти данные можно использовать для сравнительного анализа и управления качеством воды.

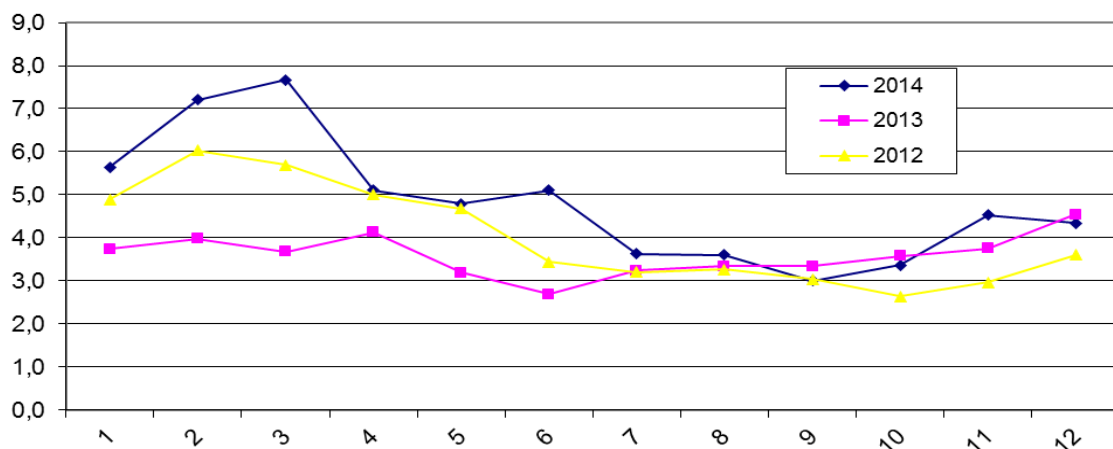


Рис.5. Графики колебаний bal-индекса(8) качества воды

Комплексное использование bal-индексов в методиках сравнения.

Предложенный алгоритм нахождения bal-индекса построен на базе правильных треугольника и многогранников, и оперирует с ограниченным числом сравниваемых характеристик (3, 4, 6, 8, 12, 20). Однако, это не ограничивает его возможности. Авторы демонстрируют применение нахождения bal-индекса в случаях, когда сравнивается другое, из указанных, число неоднородных характеристик. В этом случае вычисления производят в несколько этапов.

Пример 3. Определение сравнительной оценки соотношения «цена-качество». При приобретении товара или услуги любой покупатель решает проблему соотношения «цена-качество». А как это соотношение увидеть или оценить? Если цена – это реальные цифры, а категория качество имеет множество определений.

Для демонстрации методики, рассмотрим и проанализируем прайс-лист на продаваемые холодильники и установим для них bal-индекс соотношения «цена-качество». Для сравнения берем холодильники с одинаковыми параметрами энергопотребления, системы охлаждения, управления, расположения холодильной камеры, и имеющие примерно равную стоимость. Принимаем за условную оценку качества (по мнению авторов) набор 4-х технических характеристик. Фрагмент прайс-листа с интересующими нас показателями для четырех моделей холодильников, показан в таблице 2.



В качестве критериев для получения относительных характеристик принимаем максимальные (минимальные) значения из данной выборки.

Таблица 2

**Фрагмент прайс-листа на холодильники**

№	Характеристики и единицы их измерения	Название марки и модели				Критерии
		A	B	D	E	
1	Объем холодильной камеры (л)	229	214	223	210	229
2	Объем морозильной камеры (л)	70	88	75	73	97
3	Сохранение температуры при отключении электрического питания (час)	30	20	13	13	30
4	Уровень шума (дБ)	42	41	43	44	41
5	Стоимость (грн.)	9299	8836	8654	9499	8654

I-й этап вычислений. Используя в качестве эталона объем правильного многогранника (тетраэдра), определяем bal-индекс условного качества холодильников по 4 указанным характеристикам (результаты приведены в 5-й строке таблицы 3).

Таблица 3

**Величины относительных характеристик и вычисляемые bal-индексы**

	Относительные характеристики	Наименование модели			
		A	B	D	E
1	Объем холодильной камеры	1,000	0,934	0,974	0,917
2	Объем морозильной камеры	0,795	1,000	0,852	0,830
3	Сохранение температуры при отключении электрического питания	1,000	0,667	0,433	0,433
4	Уровень шума	0,976	1,000	0,953	0,932
5	<b>bal-индекс(4) качества</b>	<b>0,83</b>	<b>0,71</b>	<b>0,48</b>	<b>0,44</b>
6	относительная стоимость	0,93	0,98	1,00	0,91
7	<b>bal-индекс(2) "цена-качество"</b>	<b>88</b>	<b>85</b>	<b>74</b>	<b>67</b>

II-й этап вычислений. Определяем bal-индекс соотношения «цена-качество» (с масштабным коэффициентом равным 100) по 2 указанным относительным характеристикам (результаты приведены в 7-й строке таблицы 3).

При вычислении bal-индекс(2), для удобства восприятия покупателем значений, масштабный коэффициент приравнивался к 100. На взгляд авторов, покупателю, который знает bal-индекс соотношения «цена-качество», проще будет ориентироваться в большом количестве предлагаемых товаров и услуг.

Пример 4. Определение сравнительной оценки недвижимости (квартиры). Нахождение указанной оценки можно разделить на три этапа.

I-й этап вычислений. Вычисляем bal-индекс(6) помещений по 6 характеристикам: техническое состояние помещения и инженерных сетей, планировка, этажность помещения, расположение в пространстве, освещенность.

II-й етап вичислень. Вычисляем bal-индекс(6) здания по 6 характеристикам: техническое состояние здания, срок его эксплуатации, этажность, автономность жизнеобеспечения, наличие парковочного места, наличие инфраструктуры.

III-й этап вычислений. Вычисляем bal-индекс(3) квартиры по 3 характеристикам: престижности района, bal-индексу помещений и bal-индексу здания.

Все приведенные выше характеристики (количество и их наименование) приняты авторами только для демонстрации методики вычисления bal-индекс квартиры.

Вычислив bal-индекс квартиры в дальнейшем можно получить ее приведенную площадь и ориентировочную стоимость.

**Выводы.** Таким образом, рекомендуется использование алгоритма нахождения bal-индексов (3;4;6,8) в методиках получения приблизительной характеристики или сравнительной оценки объектов, имеющих неоднородные свойства.

Авторами, на базе созданной компьютерной программы, будет продолжена разработка методик применения bal-индекса в разных областях жизнедеятельности человека (материального производства, сфере оказания услуг, культуре, образовании, науке и спорте), в соавторстве со специалистами, работающими в этих областях.

#### Список использованных источников

1. Родина Т.Г. Сенсорный анализ продовольственных товаров /— М.: Из-во Академия, 2004. —208 с.
2. Минакер В.Е., Быховский М.В. Проблемы интегральных оценок технических систем ТРИЗ-Саммит-2006 /— СПб, 2006.
3. Медик В.А., Кирьянов Б.Ф., Бачманов А.А. Линейные модели интегрального показателя оценки здоровья населения. Сб. научных трудов Новгородского научного центра СЗО РАМН. Т.4. /— М.: Медицина, 2005. — 72-78 с.
4. Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. /— М: Госкомгидромет СССР, 1988. — 8 с.
5. ГОСТ 2874-82. Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством.

#### АЛГОРИТМ ВИЗНАЧЕННЯ BAL-ІНДЕКСУ ТА МЕТОДИКИ ОТРИМАННЯ ПОРІВНЯЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК З ЙОГО ВИКОРИСТАННЯМ

БАЛДУК Г. П., БАЛДУК П. Г.

*Одеська державна академія будівництва та архітектури*

**Мета.** Розробка геометричної моделі та алгоритму обчислення узагальненої оцінки об'єктів, що мають неоднорідні властивості.

**Методика.** Проводиться аналогія між геометричними системами, що мають  $n$  точок, та об'єктів, що мають  $n$  неоднорідних властивостей. Будується математична модель зазначених об'єктів на базі геометричних фігур. Порівнюються параметри ідеальної та розрахункової моделі.

**Результати.** Створено алгоритм порівняння геометричних характеристик моделей об'єктів, що мають неоднорідні властивості.

**Наукова новизна.** Запропоновано універсальний алгоритм обчислення узагальненої порівняльної оцінки для об'єктів, що мають неоднорідні властивості.

**Практична значимість.** Алгоритм знаходження bal-індексу використовується в різних методиках порівняння і визначення відносних оцінок, побудови рейтингів

підприємств, товарів, послуг. Може використовуватися в медицині, хімічній промисловості, торгівлі. Реалізація алгоритму не вимагає залучення дорогих сучасних програм статистичного аналізу.

**Ключові слова:** *інтегральна, порівняльна характеристика, зіставлення об'єктів, неоднорідні властивості, геометрична модель об'єкта.*

## **BAL-INDEX DEFINITION ALGORITHM AND METHODS OF ACHIEVEMENT OF COMPARATIVE CHARACTERISTICS WITH ITS USE**

BALDUK G.P., BALDUK P.G.

*Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture*

**Goal.** The development of the geometric model and algorithm for computing the generalized estimation of objects that have non-uniform properties.

**Methods.** An analogy between the geometrical systems with  $n$  points, and objects that have non-uniform properties of  $n$  is used. Mathematical model of said object based on geometric shapes is creating. We compare parameters of the ideal and the calculation models.

**Findings.** The algorithm of comparing of the geometric characteristics of the models of objects that have non-uniform properties is created.

**Scientific novelty.** The universal algorithm for calculating of the generalized comparative assessment for objects that have non-uniform properties is proposed.

**Practical significance.** The algorithm for finding bal-index used in various methods of comparison and determine the relative evaluation, making of ratings of companies, products and services. It can be used in medicine, chemical industry and trade. The implementation of the algorithm does not require expensive statistical analysis programs.

**Key words:** *integrated, comparative characteristics, objects comparison, non-uniform properties, geometric model of the object.*