

Л.В. Виноградов, Т.И. Леонова, Ю.А. Калажокова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНЫХ ВЕСОВ В КВАЛИМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Представлены подходы к определению удельных весов в квалиметрических моделях качества продукции, выявлены области их использования, преимущества и недостатки. Как один из наиболее объективных методов обработки экспертных оценок определён метод медианы Кемени.

Ключевые слова: квалиметрическая модель; качество продукции; медиана Кемени; единичные показатели качества; комплексный показатель качества; удельный вес показателя; методы оценки.

We offer approaches to measuring the shares of parameters in qualimetric models of product quality, distinguish the area of their application and describe their advantages and disadvantages. The method of Kemeny median is considered to be the most objective for expert assessment.

Keywords: qualimetric model; product quality; Kemeny median; individual parameters of quality; complex parameter of quality; share of parameter; assessment methods.

Квалиметрические модели оценки качества продукции включают выявление состава свойств продукции, определение единичных показателей качества этих свойств, а также расчет комплексного показателя качества продукции с использованием весовых коэффициентов значимости его составляющих.

В общем виде показатель комплексного качества продукции (K) с помощью набора единичных показателей качества (k) можно представить в виде формулы (1):

$$K = b_1 k_1 + \dots + b_i k_i + \dots + b_n k_n, \quad (1)$$

где b_i – весовой коэффициент, показывающий различную значимость для каждого i -ого единичного показателя качества продукции.

Единичный показатель качества (k) отражает степень соответствия свойств продукции и характеризуется относительным показателем по отношению к базовому (эталонному) значению, что можно определить по формуле (2):

$$k = P_f / P_{n_{баз}}, \quad (2)$$

где P_f , $P_{n_{баз}}$ – соответственно фактическое и базовое (эталонное) значение единичного показателя свойства продукции (в натуральных единицах).

Определение удельного веса показателя (критерия) – самое тонкое место в проблеме многокритериального анализа. Чаще всего веса назначают, исходя из интуитивного представления о сравнительной важности критериев. Однако исследования показывают, что эксперт не способен непосредственно назначать корректные численные веса каждому критерию. Необходима разработка специальных процедур получения весов.

Для установления удельных весов можно использовать следующие известные подходы [4].

1. *Подход, предполагающий применение регрессионного анализа.* Сущность подхода заключается в том, что первоначально определяются линейные зависимости комплексного показателя качества от выбранных единичных показателей свойств. Коэффициенты весовости находят из решения системы уравнений как коэффициенты многофакторной регрессии.

Этот метод применим при определённых условиях, когда имеется возможность определения линейных зависимостей и число показателей, входящих в зависимость, не превышает пяти или шести.

2. *Подход, предполагающий использование метода предельных и номинальных значений.* Метод основан на использовании предельно допустимых значений показателей свойств продукции, определяющих базовые (эталонные) требования к продукции или принадлежности ее к определенной категории качества.

Такой подход применяется, когда предельные значения показателей качества определены правильно и их достоверность подтверждена длительным сроком использования.

Разновидностью данного метода является вероятностный метод, разработанный Г.Г. Азгальдовым [1], включающий способ определения весовости отдельных свойств качества, применительно к которым имеется достаточно большое количество модификаций, на-

пример при проектировании. В его основу положено предположение, что любой проектировщик стремится в большей степени приблизить к эталону те свойства, которые он считает более важными. В результате для достаточно большой совокупности проектировщиков среднее значение приближения показателя каждого свойства к соответствующему эталонному значению будет для важных свойств больше, чем для свойств, имеющих меньшее значение. Следовательно, весомость тем выше, чем больше в среднем степень приближения к эталону, что можно записать в виде формулы (3):

$$M_j = F \left[f \frac{P_j}{P_{j,эт}} \right], \quad (3)$$

где M_j – весомость свойства качества;

P_j – абсолютный показатель j -го свойства качества;

$P_{j,эт}$ – абсолютный показатель эталона.

Приближенное значение M_j вычисляется как среднее арифметическое при обработке достаточно большого количества проектов.

Достоинством метода является возможность учитывать мнение большого числа проектировщиков, не прибегая к контакту с ними. Причем при обработке большого числа проектов субъективные факторы, характерные для каждого проектировщика, нейтрализуются.

Недостатком метода является трудоемкость расчетов.

3. *Подход, предполагающий использование метода эквивалентных соотношений.* Применяется только в тех случаях, когда удастся обосновать, какому относительному изменению количества продукции $(\xi + \Delta\xi)/\xi$ эквивалентно относительное изменение соответствующего показателя качества $(P_i + \Delta P_i)/P_i$. В этом случае удельные веса можно определить из соотношения (4):

$$b_i = (\Delta\xi_i/\xi_i)/(\Delta P_i/P_i). \quad (4)$$

Весовой коэффициент в этом случае показывает на сколько процентов можно уменьшить число единиц выпускаемой продукции, чтобы удовлетворить те же потребности при изменении показателя качества на один процент или на заданную величину.

Метод применим при наличии значительной статистической базы.

4. *Подход, основанный на методе экспертных оценок.* Основная идея экспертных оценок состоит в том, чтобы использовать мнение людей, их способность искать и находить решение неформализованных задач.

Учитывая специфику построения моделей качества продукции вполне оправданно применение экспертного метода определения величины весовых коэффициентов как основного. Поэтому ответственность за результаты построенной модели качества лежит на экспертах и на специалистах, производящих математическую обработку результатов экспер-

тизы.

В большинстве случаев методы экспертного определения коэффициентов весомости отдельных свойств оцениваемого объекта заключаются в усреднении значений коэффициентов, поставленных несколькими экспертами, что определяет субъективизм данной методики и возможность появления значительных ошибок.

Для повышения точности принимаемых решений применяются методики [2] с учетом последних разработок в области теории нечетких множеств и статистики объектов нечисловой природы [3].

Ключевой идеей методики, основанной на статистике объектов нечисловой природы [2], является то, что для нахождения оптимального решения надо минимизировать суммарное расстояние от истинно средней точки до точки мнений экспертов. Найденное таким способом среднее мнение называют «медианой Кемени».

Пусть $A_1, A_2, A_3, \dots, A_p$ – ответы p экспертов, представленные в виде бинарных отношений. Предполагается, что ответы p экспертов $A_1, A_2, A_3, \dots, A_p$ можно рассматривать как независимые одинаково распределенные случайные элементы (т.е. как случайную выборку) в соответствующем пространстве произвольной природы, например в пространстве упорядочений или отношений эквивалентности.

Для их усреднения используют медиану Кемени, которую можно представить в виде (5):

$$\text{Arg min } \sum D(A_i, A), \quad (5)$$

где Arg min – то или те значения A , при которых достигается минимума указанная сумма расстояний Кемени от ответов экспертов до текущей переменной A , по которой и проводится минимизация.

Раскрывая выражение (5), получаем выражение (6):

$$\sum D(A_i, A) = D(A_1, A) + D(A_2, A) + D(A_3, A) + \dots + D(A_p, A) \quad (6)$$

Медиана Кемени – частный случай определения эмпирического среднего в пространствах нечисловой природы [3]. Для нее справедлив закон больших чисел, т.е. эмпирическое среднее приближается при росте числа составляющих (т.е. p – числа слагаемых в сумме) к теоретическому среднему (7):

$$\text{Arg min } \sum D(A_i, A) \rightarrow \text{Arg min } M D(A_1, A), \quad (7)$$

где M – символ математического ожидания.

В конкретных пространствах нечисловых мнений экспертов вычисление медианы Кемени может быть достаточно сложным делом. Кроме свойств пространства велика роль конкретных метрик. Так, в пространстве ранжировок при использовании метрики, связанной с коэффициентом ранговой корреляции Кендалла, необходимо проводить достаточно сложные расчеты, в то время как применение

показателя различия на основе коэффициента ранговой корреляции Спирмена приводит к упорядочению по средним рангам.

Область применения метода отыскания медианы Кемени не ограничивается экспертными оценками качества продукции. Он может быть использован, например, для сравнения качества математических моделей любых многофакторных процессов, когда можно сравнивать модели по различным критериям качества.

Таким образом, применение медианы Кемени для определения весовых коэффициентов позволяет существенно повысить точность принимаемых решений и снизить погрешности, вызываемые субъективным характером оценок экспертов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Азгачьдов Г.Г., Костин А.В., Садовое В. В.* Квалиметрия: первоначальные сведения: справочное пособие с примером для АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов». М.: Высшая школа, 2010.

2. *Виноградов Л.В., Бурьлов В.С., Семенов В.П.* Экономико-математические методы в управлении качеством: колл. монография. СПб.: Изд-во СПбГИЭУ, 2011.

3. *Орлов А.И.* Эконометрика. М.: Экзамен, 2002.

4. *Основы квалиметрии. Управление качеством продукции.* М.: Филинь, 2004.