

ОБЗОР МЕТОДОВ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Строганов В.И., Сидоров Б.Н.

Среди методов оценки качества и надежности электрооборудования автомобиля, наибольшее распространение получили: метод векторной оценки, экспертной оценки, метод профилей, метод многоуровневой оценки.

Метод векторной оценки

Каждому техническому объекту из множества $\{A\}(i=1...n)$ одного класса соответствует множество параметров – единичных показателей качества $\{P_j\}(j=1...k)$. Пусть A_1, A_2 – наборы числовых значений параметров, соответствующих двум типам конструкций технических устройств из множества $\{A_i\}$:

$$A_1 = (p_1^{A_1}, p_2^{A_1}, ..., p_j^{A_1}), \quad (1)$$

$$A_2 = (p_1^{A_2}, p_2^{A_2}, ..., p_j^{A_2}). \quad (2)$$

Будем рассматривать значения параметров как координаты точек A_i в k – мерном пространстве. Тогда каждой упорядоченной паре точек однозначно соответствует вектор $\vec{V}$.

Для измерения качества множества технических устройств $\{A_i\}$ необходимо однозначно определяемая отсчетная точка. В качестве отсчетной точки принимается точка A_0 , соответствующая набору параметров базового (отсчетного) технического устройства. Измерение качества (надежности) устройства из множества $\{A_i\}$ связано с определением длины и направления вектора, исходящего из точки A_0 . Чем больше длина вектора, тем значительнее превосходство устройства по сравнению с базовым. Если два вектора имеют одинаковую длину и не совпадают, то это означает, что соответствующие устройства «набирают» качество за счет различных показателей. Различие обусловлено различными приоритетами производителей в направлении развития продукции.

Для нахождения отсчетной точки по каждому параметру p_j из интервала его значений на множестве технических устройств $\{A_i\}$ выбирается наихудшее и наилучшее значения по отношению к качеству (надежности). В результате получается параметры наихудшего A_{inf} и наилучшего A_{sup} виртуального устройства. Выберем в качестве оценивающего объекта устройство A_{inf} . Тогда, в соответствии с вышесказанным, качество $Q(A_i, A_{inf})$ устройства A_i по отношению к A_{inf} (рисунок 1) зависит от вектора $\vec{V} = A_{inf} A_i$.

$$Q(A_i, A_{inf}) = f(\vec{V}). \quad (3)$$

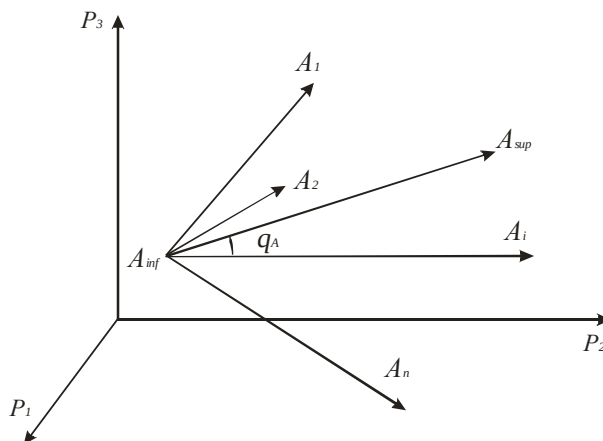


Рисунок 1 - Векторы качества оцениваемых устройств

Все значения параметров устройства выражаются в некоторой системе единиц, поэтому диапазон значений параметров зависит от субъективного выбора той или иной системы единиц. Избежать субъективности можно традиционным приемом – переходом к безразмерным координатам. После перехода к безразмерным координатам паре точек (A_i, A_{inf}) будет соответствовать вектор:

$$\vec{V} = (v_1, v_2, \dots, v_j), \quad (4)$$

где $v_j = \frac{p_j - p_j^{inf}}{p_j^*}$ - безразмерные величины.

Выбор значений $\{p_j^*\}$ ограничен одним условием $p_j^* \neq 0, j = 1, k$. В частности, если $p_j^{inf} \neq 0, j = 1, k$, то можно принять $p_j^* = p_j^{inf}$.

Каждый параметр может быть отнесен к одному из трех типов (таблица 1).

Таблица 1 - Типы параметров качества

Обозначение	Признак принадлежности к типу
А	Увеличение значений параметра улучшает качество (надежность) устройства
В	Увеличение значения параметра ухудшает качество (надежность) устройства
С	Для параметров установлены номинальные значения. Отклонения от номинала снижает качество (надежность) устройства

Множества параметров типа А или В можно объединить, если модифицировать вычисление компонент вектора $\vec{V}$.

Если p_j принадлежит типу А:

$$v_j = \frac{p_j - p_j^{inf}}{p_j^*}. \quad (5)$$

Если p_j принадлежит типу В:

$$v_j = \frac{p_j^{\text{inf}} - p_j}{p_j^*}. \quad (1.6)$$

Поэтому в дальнейшем можно рассматривать только параметры А и С.

Для определения свойств качества необходимо проанализировать формулу (3). Если $Q = f(A_i, A_{\text{inf}})$ качество устройства с набором параметров A_1 по сравнению с устройством с набором параметров A_2 , тогда функциональная зависимость f должна удовлетворять определенным условиям, графическая иллюстрация которых представлена на рисунке 2.

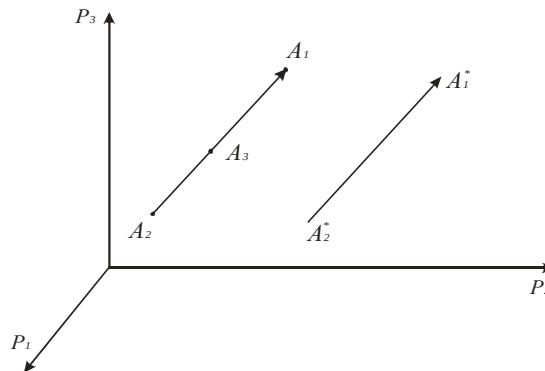


Рисунок 2 - Свойства качества

Если расстояние между точками, соответствующими A_1 и A_2 равно расстоянию между точками, соответствующими A_1^* , A_2^* , в пространстве значений параметров, то и качество устройства A_1 по сравнению с устройством A_2 должно быть равно качеству A_1^* по сравнению с устройством A_2^* .

Следовательно, должно выполняться равенство:

$$f(A_1, A_2) = f(A_1^*, A_2^*). \quad (7)$$

Далее, для трех устройств, значения параметров которых A_1 , A_2 , A_3 находятся на одной прямой:

$$f(A_1, A_2) = f(A_1, A_3) + f(A_3, A_2). \quad (8)$$

Кроме того $f(A_1, A_2) > 0$, если наборы параметров A_1 , A_2 , различны.

Всякая функция, удовлетворяющая перечисленным выше условиям, имеет вид:

$$f(A, A_i) = k \|\vec{V}\|, \quad (9)$$

где $k \neq 0$, и $\|\vec{V}\|$ - длина вектора (расстояние между точками, которые он соединяет).

Задание расстояния в пространстве значений параметров, при фиксированном базисе эквивалентно заданию матрицы $g = [g_{ij}]$, $i, j = 1, \dots, k$, с помощью которой длина вектора вычисляется по формуле:

$$\|\bar{V}\| = \sqrt{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k g_{ij} v_i v_j} . \quad (10)$$

Важным параметром при сравнении качества является угол $q\alpha$ (рис. 2.2), образуемый парой векторов различных устройств. Его величина характеризует расхождение концепций, заложенных в устройствах. Два устройства могут иметь равное качество по отношению к A_{inf} , но достигнуто оно может быть за счет различных направлений совершенствования конструкции устройств.

Изложенный метод позволяет представить качество устройства не только в виде скалярной величины, но и в виде вектора.

Метод экспертной оценки. Метод экспертной оценки заключается в организации исследовательской работы группы специалистов (экспертов) по измерению показателей продукции. Инструментарий исследования включает в себя программу, вопросник для проведения опроса экспертов, методику или ключ к обработке и оценку его результатов, перечень необходимых для этого технических средств и программного обеспечения. Результатом исследований является экспертная оценка группы, формируемая с учетом весовых коэффициентов значимости измеряемых параметров. Применение метода наиболее корректно только при сравнительных тестах. Итоговый балл не является абсолютным, он показывает место продукции в данном тесте. Текущая оценка справедлива только для рассматриваемой модификации продукции.

Анализ тех же групп показателей с помощью векторной оценки, показывает, что результаты не всегда идентичны. Метод векторной оценки имеет большую чувствительность.

Метод многоуровневой оценки качества продукции

Метод многоуровневой оценки качества устройства базируется на модели, структура которой построена на множестве показателей P . В основе системы оценок, лежит единая методика, основанная на принципах иерархичности и интегральности.

На основе идеологии многоуровневой оценки можно производить оценку качества и надежности технических устройств. Здесь, с учетом функциональных соединений элементов анализируемой системы реализуема задача перехода от единичных показателей качества и надежности соответствующих элементов к комплексным многоуровневым показателям системы.

Структура системы показателей представлена на рисунке 3, она охватывает все аспекты деятельности, существенно влияющие на качество или надежность.

Принцип интегральности заключается в том, что общая интегральная оценка является сверсткой оценок различных аспектов деятельности, влияющих на качество или надежность. Интегральная оценка D находится на нулевом уровне.

Оценки первого уровня имеют один индекс ($D_1, \dots, D_n$), на втором уровне оценки нумеруются парой индексов.

Оценки произвольного уровня имеют группу индексов, в которой значение первого индекса указывает на принадлежность к оценке первого уровня, значение второго индекса указывает на принадлежность к оценке второго уровня и так далее.

На самом нижнем уровне системы оценок находятся единичные, не детализируемые показатели деятельности (в дальнейшем показатели). Они являются исходными показателями для расчета интегральной оценки, их номера совпадают с номерами оценок k – го уровня.

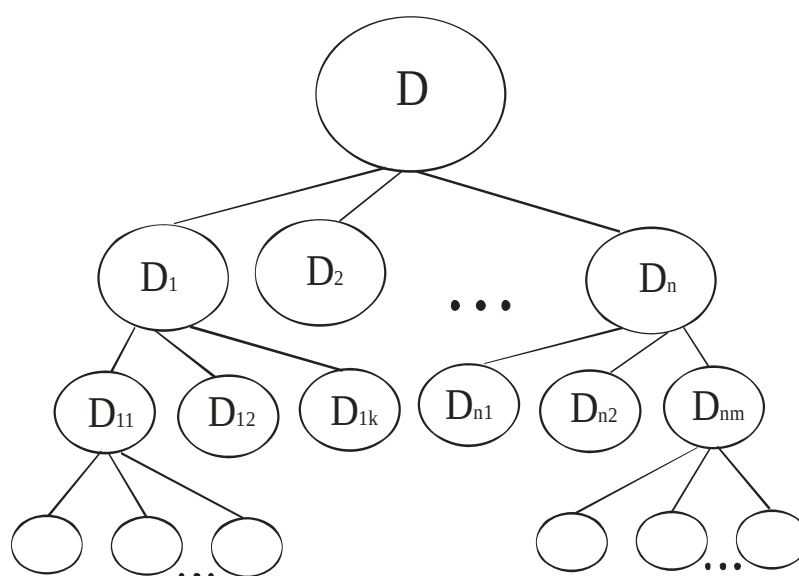


Рисунок 3 - Структура модели многоуровневой оценки

Процедура расчета оценок качества любого уровня – единая. Для получения оценки более высокого уровня из оценок более низкого уровня применяется единое правило «сверстки» оценок – взвешенное суммирование, то есть в сверстке оценок используются весовые коэффициенты. В расчете надежности использование весовых коэффициентов не предусматривается.

Метод профилей

Согласно методу профилей, коэффициент качества (K) устройства определяется по формуле:

$$K = \frac{Y_1 / 2 + Y_2 + Y_3 \dots Y_{n-1} + Y_n / 2}{n - 1}, \quad (1.11)$$

где $Y_1, Y_2, Y_3 \dots Y_n$ – расчетные отношения, определяемые по формулам:

$$Y_n = \frac{\Pi_n - \Pi_{n \min}}{\Pi_{n \max} - \Pi_{n \min}}, \quad (1.12)$$

или

$$Y_n = \frac{\Pi_{n \max} - \Pi_n}{\Pi_{n \max} - \Pi_{n \min}}, \quad (1.13)$$

где $P_{n \max}$ и $P_{n \min}$ - максимальные и минимальные значения n – го показателя качества, которые при построении профиля были приняты как граничные значения интервала по n – му показателю.

За $P_{n \max}$ рекомендуется принимать максимальное значение n – го показателя среди выбранных для анализа изделий, а за $P_{n \min}$ - минимальное значение n – го показателя среди оцениваемых устройств. Выражение (1.12) используется для показателей, увеличение значений которых улучшает качество или надежность изделий, а выражение (1.13) – для показателей, повышение которых снижает качество изделия.

Чем больше значение коэффициента качества, тем выше конкурентоспособность изделия.

Использование метода профилей имеет ряд преимуществ: соответствие основным квалиметрическим требованиям (адаптивность, завершенность, комплексность, гибкость, моделируемость); исключение субъективной ошибки; возможность использования разномерных величин; возможность автоматизации вычислений.

Список информационных источников

- [1] Годлевский В.Е., Вакулич Е.А., Дмитриев А.Я., Литвинов А.В., Файн К.М., Шабанова Е.А. Система менеджмента качества на основе ИСО/ТУ 16949-2002. Самара: ГП «Перспектива», 2002. – 288с.
- [2] Годлевский В.Е., Изюменко Г.Н., Карпилова О.М., Кокотов В.Я. Система менеджмента качества: учебное пособие. – Самара: Самарский научный центр РАН, 2001. – 132 с.
- [3] Годлевский В.Е., Плотников А.Н., Юнак Г.Л. Применение статистических методов в автомобилестроении / под ред. Васильчука А.В. – Самара: ГП «Перспектива», 2003. – 196 с.
- [4] Зятров, А.В. Оперативные показатели надежности электрооборудования автомобилей / А.В. Зятров, В.И. Строганов, В.Н. Козловский // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2012. – № 5.
- [5] Ютт, В.Е. Электрооборудование автомобилей // В.Е. Ютт/ - М.: Горячая линия – Телеком, 2009. – 440с.