

**Оценка конкурентоспособности технологического оборудования  
методами квалиметрии**

**Боровков М.В.,**

**научный руководитель доцент, канд. техн. наук Блянкинштейн И.М.**

*Сибирский Федеральный Университет  
Политехнический Институт*

Количественное оценивание качества продукции методами квалиметрии подразумевает нахождение комплексных ее показателей на основе взвешенного среднеарифметического или среднегеометрического [1].

В практике расчета комплексных показателей нашел широкое применение экспертный метод расчета коэффициентов весомости. В тоже время некоторыми основоположниками квалиметрии [1] отдается предпочтение аналитическим методам определения коэффициентов весомости, а также отмечается, что экспертные методы должны использоваться только тогда, когда нельзя применить аналитические методы.

Рассмотрим результаты применения аналитических методов расчета коэффициентов весомости свойств технологического оборудования на примере автомобильных платформенных подъемников, используемых на посту замены масла грузовых автомобилей.

Общий подход при оценивании качества подъемников следующий.

Оценка эффективности и конкурентоспособности образцов технологического оборудования проводится на основе анализа показателей их функционирования, полученных в идентичных условиях эксплуатации. Учитывая, что организация такого натурного эксперимента для полусотни образцов оборудования одного и того же назначения могла бы занять большое количество времени и материальных ресурсов, предлагается для решения этой задачи использовать элементы имитационного моделирования. Для этого создается виртуальный пост ТОиР автомобилей, на котором имитируется выполнение конкретного технологического процесса с некоторой производственной программой, в результате чего определяются показатели эффективности поста с использованием всех сравниваемых образцов оборудования.

Методика предусматривает проведение следующих этапов работ:

1. Формируется массив образцов однотипного оборудования, технический уровень, качество и конкурентоспособность которых требуется оценить.

2. Осуществляется выбор и иерархическая классификация показателей рассматриваемого технологического оборудования до уровня простых и измеряемых свойств.

3. Формируется перечень  $Q_1 - Q_n$  свойств оборудования, по совокупности которых будет производиться оценка их технического уровня и качества.

4. По каждому из свойств назначаются эталонные и браковочные показатели:

-в качестве эталонного показателя свойства принимается показатель, немного превосходящий лучший показатель этого свойства в рассматриваемом массиве образцов оборудования, т. е.  $q_i^{ЭТ} > Q_{i \max}$ , например,  $q_i^{ЭТ} = 1,1Q_{i \max}$ ;

-в качестве браковочного показателя принимается показатель, немного меньший самого маленького показателя в рассматриваемом массиве образцов оборудования, т. е.  $q_i^{Бр} < Q_{i \min}$ , например,  $q_i^{Бр} = 0,9Q_{i \min}$ .

5. Создается виртуальный пост ТОиР АТС, на котором имитируется выполнение технологического процесса замены масла в двигателе с некоторой заданной

производственной программой [2] и определяются показатели эффективности поста с каждым из образцов платформенного подъемника.

6. Рассчитываются коэффициенты весомости свойств подъемников комплексные показатели качества образцов различными аналитическими методами.

Проанализируем применимость аналитических методов расчета коэффициентов весомости свойств на примере автомобильных грузовых платформенных подъемников. Для получения широкого спектра информации по коэффициентам весомости и комплексным показателям качества подъемников рассмотрим два характерных случая: неполная загрузка поста и полная загрузка поста. Для данных случаев загрузки поста будем применять следующие методы:

1) Метод коэффициентов системы линейных уравнений – базируется на решении системы уравнений (1). Переменными в данной системе будут являться нормированные показатели свойств оборудования (левые части уравнений) и рассчитанные показатели эффективности (правые части уравнений). При решении данной системы линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{cases} \frac{Q_{11}}{q_1^{эм}} G_1 + \frac{Q_{21}}{q_2^{эм}} G_2 + \dots + \frac{Q_{n1}}{q_n^{эм}} G_n = K_{k1} \\ \frac{Q_{12}}{q_1^{эм}} G_1 + \frac{Q_{22}}{q_2^{эм}} G_2 + \dots + \frac{Q_{n2}}{q_n^{эм}} G_n = K_{k2} \\ \frac{Q_{1n}}{q_1^{эм}} G_1 + \frac{Q_{2n}}{q_2^{эм}} G_2 + \dots + \frac{Q_{nn}}{q_n^{эм}} G_n = K_{kn} \end{cases} \quad (1)$$

рассчитываются корни уравнений, они и будут являться искомыми коэффициентами весомости.

2) Метод частных коэффициентов корреляции - метод заключается в следующем: имеется априорная информация о значениях показателей; выборка из подобных объектов, отобранных случайным образом достаточно велика; количество свойств, коэффициенты весомости которых определяются, не должны быть слишком большими (от 1 до 25 свойств). Результат зависит от двух переменных: коэффициент парной корреляции между *i*-м свойством и показателем качества и суммарная парная корреляция между *i*-ми свойствами и показателем качества. С учетом перечисленного коэффициенты весомости могут быть определены по формуле (2):

$$G_i = \frac{r_{ij}}{\sum_{i=1}^n r_{ij}} \quad (2)$$

3) Метод предельно допустимых значений показателей – предельно допустимые значения показателей качества задаются в нормативно-технической документации и устанавливают пределы допустимых значений, ниже которых продукция бракуется. Обобщенный средневзвешенный арифметический показатель выражается формулой (3) и зависит от переменных: совокупности показателей качества оцениваемого и базового образца:

$$W(P) = \sum_{i=1}^n a_i \left( \frac{P_{i_{cp}}}{P_{i_{баз}}} \right) \quad (3)$$

4) Метод предельных и номинальных значений – суть метода складывается из нескольких показателей (4). Номинальное значение *i*-го показателя, определяемого как среднее статистическое для продукции, удовлетворяющей требованиям нормативно - технической документации. Предельное значение *i*-го показателя, под которым

понимается такое наихудше, но допустимое значение, ниже которого этот показатель опускаться не может.

$$G_i = \frac{1}{\sum \frac{1}{K_i - K_i^0}} \quad (4)$$

Вышеприведенными методами были рассчитаны коэффициенты весомости свойств оборудования для условий неполной и полной загрузки поста, результаты сведены в таблицы 1 и 2 соответственно.

Таблица 1.

Коэффициенты весомости свойств подъемников при неполной загрузке поста.

Метод	Грузоподъемность	Время подъема-опускания	Габариты	Мощность
1	<b>0,64559</b>	0,24806	0,0792	0,02715
2	<b>0,409068</b>	0,127479	0,18883	0,274623
3	0,21988	0,27496	<b>0,30202</b>	0,20314
4	0,26884	0,245513	0,18706	<b>0,298583</b>

Таблица 2.

Коэффициенты весомости свойств подъемников при полной загрузке поста.

Метод	Грузоподъемность	Время подъема-опускания	Габариты	Мощность
1	0,02864	0,34315	0,13924	<b>0,48897</b>
2	0,210288	0,246927	<b>0,295073</b>	0,247712
3	0,23928	0,24676	<b>0,29229</b>	0,22168
4	0,207951	0,2637081	<b>0,26661</b>	0,26173

В первом столбце таблиц обозначены:

- 1 – метод коэффициентов системы линейных уравнений;
- 2 – метод частных коэффициентов корреляции;
- 3 – метод предельно допустимых значений показателей;
- 4 – метод предельных и номинальных значений.

Проанализируем полученные результаты расчетов для условий неполной загрузки поста:

метод 1 и 2 выявили наиболее весомое свойство подъемников в указанных условиях – грузоподъемность, что логически вполне объяснимо и согласуется с результатами работы [2];

наиболее важное свойство по методу 3 – габариты подъемника, по методу 4 – мощность электродвигателей, что объяснить логически затруднительно. Кроме того, методы 3 и 4 показывают, что коэффициенты весомости свойств подъемников различаются незначительно.

Для условий полной загрузки поста метод 1 выделяет в качестве наиболее весомого свойства мощность, далее идет время подъема-опускания, габариты и на последнем месте грузоподъемность.

Остальные три метода в качестве наиболее весомого свойства показали на «габариты», что логически трудно объяснить.

#### **Выводы**

1. Существуют аналитические методы расчета коэффициентов весомости свойств продукции.

2. Приведенные примеры показывают, что все рассмотренные аналитические методы расчета коэффициентов весомости в различных условиях могут давать отличающиеся результаты.

3. Различные результаты могут быть следствием ограниченного объема исследуемой выборки оборудования.

4. Необходимо продолжить исследования с целью обоснования корректности и применимости аналитических методов расчета коэффициентов весомости и рассмотреть результаты и целесообразность их применения на статистически-обоснованном объеме выборки образцов оборудования.

#### Список использованной литературы.

[1] Квалиметрия для инженеров-механиков: учеб. пособие / Г.Г. Азгальдов, В.А. Зорин, А.П. Павлов. – М.: Изд-во МАДИ (ГТУ), 2006. – 145 с.

[2] Оценка конкурентоспособности технологического оборудования для технического обслуживания и ремонта автомобилей: учеб. пособие / И.М. Блянкинштейн. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2010. – 104с.