



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Управление качеством»

ЭКСПЕРТНЫЙ МЕТОД В ОПРЕДЕЛЕНИИ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА

Методические указания к практической работе №4 по дисциплине

«КВАЛИМЕТРИЯ»

Авторы

В.П. Димитров

О.А. Голубева

В.И. Мирный

Ростов-на-Дону, 2017



Аннотация

«Тип электронного ресурса» предназначен для студентов очных форм обучения направлений 27.03.02 «Управление качеством».

Авторы

д.т.н., профессор,
Декана ф-та ПиТР
Димитров В.П.

к.т.н., доцент
каф. «Управление
качеством»
О.А. Голубева

к.т.н., доцент
каф. «Управление
качеством»
Мирный В.И.



Оглавление

| | |
|--|-----------|
| Введение | 4 |
| Задания для самостоятельной работы..... | 12 |
| Список рекомендуемой литературы..... | 14 |
| Приложение..... | 15 |
| Рекомендуемая литература..... | 16 |

ВВЕДЕНИЕ

Цель практических занятий состоит в приобретении навыков использования экспертных методов оценки при решении задач менеджмента качества.

Задачи:

- ознакомиться с сущностью метода экспертной оценки;
- ознакомиться с методикой решения задач и обработки результатов;
- развить навыки работы на компьютере (например, с пакетом Excel).

Экспертные методы обычно используются при определении состава и структуры показателей качества продукции; весомости показателей качества; при определении комплексных показателей качества, а также при аттестации качества продукции.

Значительное число задач, связанных с анализом, оценкой и управлением качеством продукции на основе экспертных методов, содержит ряд общих процедур:

- определение конкретной цели экспертизы, формирование рабочей группы, формирование экспертной группы и составление рабочей документации;
- опрос экспертов, в ходе которого проводится анализ документов и оценка объектов исследования;
- обработку и анализ результатов опроса, состоящего из подготовки исходных данных, выделения экспертов с резко выделяющимся мнением, расчет итоговых оценок, их группировку, ранжирование по значимости и выделение доминирующих оценок.

Группа экспертов может состоять из 7–12 человек. При необходимости повышения достоверности экспертных оценок численный состав группы следует увеличить до 15 – 20 человек в зависимости от сложности продукции и сложности решаемых вопросов.

1. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ЭТАПОВ ПРОВЕДЕНИЯ АНАЛИЗА

1 этап. Экспертам предлагается опросная анкета, в которой каждому из n экспертов предлагается написать перечень параметров (показателей качества), характеризующих, по их мнению, конкретный объект (изделие, технологический процесс и т.д.).

В результате составляется таблица с перечнем показателей (m – число параметров) и их условными обозначениями (например, таблица 1).

Таблица 1 – Список рассматриваемых параметров

| Наименование показателя (параметра) | Условное обозначение |
|-------------------------------------|----------------------|
| | Q1 |
| | Q2 |
| | ... |
| | Qm |

2 этап. Каждый эксперт индивидуально заполняет вторую анкету, где показатели должны быть проранжированы (упорядочены) по их значимости. Если, по мнению эксперта, показатели не различаются по силе их влияния (по значимости) на исследуемый объект, то им присваивается один и тот же порядковый номер (ранг). Показатели ранжируются в порядке убывания от наиболее значимого (ранг 1) до наименее значимого (ранг m). Например, таблица 2.

Таблица 2 – Индивидуальное ранжирование признаков

| № эксперта | Признаки | | | | | |
|------------|----------|-----|-----|----|-----|----|
| | Q1 | Q2 | ... | Qj | ... | Qm |
| | Ранги | | | | | |
| 1 | X1 | X12 | ... | X1 | ... | X1 |
| | 1 | | | j | | m |
| например: | 2 | 1 | 5 | 5 | 4 | 3 |

3 этап. На основе индивидуальных анкет составляется общая

матрица рангов (таблица 3).

Таблица 3 – Матрица рангов

| № эксперта | Ранги X, присвоенные показателям Q | | | | | |
|------------|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Q1 | Q2 | ... | Qj | ... | Qm |
| 1 | X11 | X12 | ... | X1j | ... | X1m |
| 2 | X21 | X22 | ... | X2j | ... | X2m |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| i | Xi1 | Xi2 | ... | Xij | ... | Xim |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| n | Xn1 | Xn2 | ... | Xnj | ... | Xnm |

В таблице 3 приняты обозначения: X_{ij} – ранг j-го показателя у i-го эксперта; n – число экспертов; m – число показателей.

4 этап. На основании данных таблицы 3 проводится оценка степени согласованности мнений опрошенных экспертов. Необходимость проведения этой процедуры обуславливается тем, что: во-первых, в силу индивидуальных особенностей каждого эксперта, уровня его знаний и представлений об объекте параметры могут быть истолкованы неоднозначно; во-вторых, ранжирование параметров может быть произведено неквалифицированно из-за недостаточной изученности объекта.

Оценка степени согласованности мнений экспертов осуществляется с помощью коэффициента конкордации. Если в матрице рангов (см. таблице 3) в i-й строке имеются равные значения рангов, то коэффициент конкордации определяется как

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12} n^2 (m^3 - m) - n \sum_{i=1}^n T_i}, \quad (1)$$

где S и T определяются по формулам:

$$S = \sum_{j=1}^m \left(\sum_{i=1}^n X_{ij} - \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n X_{ij} \right)^2, \quad (2)$$

$$T_i = \frac{1}{12} \sum_{j=1}^m (t_j^3 - t_j) \quad (3)$$

где t_j – число рангов j – го показателя в каждой строке матрицы рангов.

Если в матрице рангов (см. таблицу 3) отсутствуют равные значения рангов в каждой из строк, то оценка степени согласованности мнений экспертов определяется по формуле

$$W = \frac{12S}{n^2(m^3 - m)} \quad (4)$$

Значение $W = 1$ говорит о полном совпадении мнений экспертов.

Значение $W = 0$ говорит о полном не совпадении мнений экспертов.

В практических ситуациях $0 < W < 1$. При близости коэффициента координации к нулю ($W = 0,1 \div 0,5$) следует сделать заключение о том, что состав экспертов подобран неудачно или объект изучен недостаточно полно.

Если значение W близко к единице ($W \geq 0,9$), может оказаться, что экспертиза проведена формально без должного изучения объекта. В обоих указанных случаях экспертизу следует повторить.

5 этап. Проверяется значимость (отличие) коэффициента координации W от нуля с помощью z-критерия Фишера:

$$z = \frac{1}{2} \ln \frac{(n-1)W}{1-W} \quad (5)$$

Если $z \geq z_\alpha$, то с вероятностью $P = (1 - \alpha)$ (где α – уровень значимости критерия) можно утверждать, что имеется неслучайная согласованность во мнениях экспертов. В этом случае z находится по формуле (5), а z_α – с помощью статистических таблиц. Исходными данными для получения z_α являются уровень значимости z-критерия α , который обычно берется равным 0,01 – 0,10, и степени свободы ν_1 и ν_2 :

$$\nu_1 = (m-1) - \frac{2}{n}; \quad \nu_2 = (n-1) \nu_1.$$

(6)

Значения z_α при $\alpha = 0,05$ приведены в приложении 1.

Если $z < z_\alpha$, то с вероятностью $P \geq (1 - \alpha)$ можно утверждать, что между экспертами нет согласованности и необходимо провести новое анкетирование или выявить группу экспертов, у которых согласованность мнений достаточно высокая. С этой целью один эксперт исключается из совокупности и подсчитывается коэффициент W_1 для оставшихся экспертов. Если $W_1 > W$, то данный эксперт исключается из совокупности. Такие расчеты проводятся для каждого эксперта. В результате расчетов степень согласованности мнений экспертов, оставшихся в совокупности, повышается.

2. МОДЕЛЬНЫЙ ПРИМЕР №1

Пусть опрошено 5 экспертов о степени влияния некоторых определяющих параметров Q (количественных признаков) на качество продукции. Экспертами были выбраны 6 признаков. Результирующая опросная матрица представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Результирующая матрица опроса экспертов

| № перта) (экс- | Ранги X_{ij} параметров Q | | | | | | $\sum_{j=1}^6 x_{ij}$ |
|-----------------------|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------------|
| | 1 Q | 2 Q | 3 Q | 4 Q | 5 Q | 6 Q | |
| 1 | 3 | 4 | 2 | 5 | 1 | 6 | 21 |
| 2 | 4 | 5 | 3 | 1 | 2 | 6 | 21 |
| 3 | 5 | 4 | 3 | 1 | 2 | 6 | 21 |
| 4 | 4 | 4 | 2 | 3 | 1 | 5 | 19 |
| 5 | 2 | 4 | 3 | 3 | 1 | 5 | 18 |
| $\sum_{i=1}^5 x_{ij}$ | 18 | 21 | 13 | 13 | 7 | 28 | 100 |

Порядок обработки полученных данных (экспертизы) следующий.

1. По данным таблицы 4 рассматриваемые показатели ранжируются следующим образом:

$$x_1 = \sum_{i=1}^5 x_{i1} = 18; \quad x_2 = \sum_{i=1}^5 x_{i2} = 21; \quad x_3 = \sum_{i=1}^5 x_{i3} = 13;$$

$$x_4 = \sum_{i=1}^5 x_{i4} = 13; \quad x_5 = \sum_{i=1}^5 x_{i5} = 7; \quad x_6 = \sum_{i=1}^6 x_{i6} = 28.$$

Результаты расчета показывают, что на рассматриваемый показатель качества продукции наибольшее влияние оказывает параметр x_5 , а наименьшее влияние – параметр x_6 .

2. Проведем оценку степени согласованности экспертов с использованием коэффициента координации W , рассчитываемого по формуле (1), так как в матрице рангов имеются равные значения рангов у одного и того же эксперта.

Определим по формуле (3) $T_i (i = \overline{1,5})$.

У четвертого эксперта ранг 4 встречается 2 раза. В этом случае

$$T_4 = \frac{1}{5}(2^3 - 2) = 1,2$$

У пятого эксперта ранг 3 встречается 2 раза, поэтому

$$T_5 = \frac{1}{5}(2^3 - 2) = 1,2$$

Аналогичным образом определим $T_1 = T_2 = T_3 = 0$

По формуле (2) определим S .

$$S = \sum_{j=1}^6 \left(\sum_{i=1}^5 X_{ij} - \frac{1}{6} \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^5 X_{ij} \right)^2 = (18 - \frac{1}{6}100)^2 + (21 - \frac{1}{6}100)^2 + (13 - \frac{1}{6}100)^2 + (13 - \frac{1}{6}100)^2 + (7 - \frac{1}{6}100)^2 + (28 - \frac{1}{6}100)^2 = 269,3.$$

Таким образом, $S = 269,3$.

Коэффициент конкордации определяем по формуле (1):

$$W = \frac{269,3}{\frac{1}{12}5^2(6^3 - 6) - 5(1,2 + 1,2)} = 0,633.$$

3) Проверим значимость отличия коэффициента конкордации от нуля. Для этого вычислим расчетное значение z -критерия Фишера по формуле (5):

$$z = \frac{1}{2} \ln \frac{(5-1)0,633}{1-0,633} = 0,97.$$

Где степени свободы v_1 и v_2 определяются по формулам (6):

$$v_1 = (6-1) - \frac{2}{5} \approx 5; \quad v_2 = (5-1)5 = 20;$$

При уровне значимости $\alpha = 0,05$ для $v_1 = 5$ и $v_2 = 20$ по приложению 1 найдем, что $z_\alpha = 0,5$.

Поскольку полученное значение $z = 0,97$ больше $z_\alpha = 0,5$, то с вероятностью $P = 0,95$ можно утверждать, что между экспертами имеет место неслучайное согласие о силе влияния на рассматриваемый показатель качества выбранных количественных параметров.

3. МОДЕЛЬНЫЙ ПРИМЕР №2

Рассмотрим пример, в котором условия предыдущей задачи сохранены, но в матрице рангов (таблица 5) отсутствуют равные значения рангов в каждой из строк.

Таблица 5 – Результирующая матрица опроса экспертов

| № (эксперта) | Ранги X_{ij} параметров Q | | | | | | $\sum_{j=1}^6 x_{ij}$ |
|-----------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------------------|
| | Q 1 | Q 2 | Q 3 | Q 4 | Q 5 | Q 6 | |
| 1 | 3 | 4 | 2 | 5 | 1 | 6 | 21 |
| 2 | 4 | 5 | 3 | 1 | 2 | 6 | 21 |
| 3 | 5 | 4 | 3 | 1 | 2 | 6 | 21 |
| 4 | 4 | 2 | 6 | 3 | 1 | 5 | 21 |
| 5 | 2 | 4 | 3 | 6 | 1 | 5 | 21 |
| $\sum_{i=1}^5 x_{ij}$ | 18 | 19 | 17 | 16 | 7 | 28 | 105 |

1. По данным таблицы 5 рассматриваемые параметры ранжируются так:

$$x_1 = \sum_{i=1}^5 x_{i1} = 18; \quad x_2 = \sum_{i=1}^5 x_{i2} = 19; \quad x_3 = \sum_{i=1}^5 x_{i3} = 17;$$

$$x_4 = \sum_{i=1}^5 x_{i4} = 16; \quad x_5 = \sum_{i=1}^5 x_{i5} = 7; \quad x_6 = \sum_{i=1}^6 x_{i6} = 28.$$

Результаты расчета показывают, что на рассматриваемый показатель качества продукции наибольшее внимание оказывает параметр x_5 , а наименьшее влияние – параметр x_6 .

2. Оценку степени согласованности экспертов рассчитаем по формуле (4), так как в матрице рангов отсутствуют равные значения рангов у одного и того же эксперта. По формуле (2) определим S .

$$S = \sum_{j=1}^6 \left(\sum_{i=1}^5 X_{ij} - \frac{1}{6} \sum_{j=1}^6 \sum_{i=1}^5 X_{ij} \right)^2 = \left(18 - \frac{1}{6} 105 \right)^2 + \left(19 - \frac{1}{6} 105 \right)^2 + \left(17 - \frac{1}{6} 105 \right)^2 + \left(16 - \frac{1}{6} 105 \right)^2 + \left(7 - \frac{1}{6} 105 \right)^2 + \left(28 - \frac{1}{6} 105 \right)^2 = 225,5.$$

Таким образом, при $S = 225,5$ коэффициент конкордации равен

$$W = \frac{12 \times 225,5}{5^2 (6^3 - 6)} = 0,515.$$

3. Проверим значимость отличия коэффициента конкордации от нуля. Для этого вычислим расчетное значение z -критерия Фишера по формуле (5):

$$z = \frac{1}{2} \ln \frac{(5-1)0,515}{1-0,515} = 0,72.$$

Степени свободы v_1 и v_2 определяются по формулам (6):

$$v_1 = (6-1) - \frac{2}{5} \approx 5; \quad v_2 = (5-1)5 = 20;$$

При уровне значимости $\alpha = 0,05$ для $v_1 = 5$ и $v_2 = 20$ получаем, что $z_\alpha = 0,5$.

Поскольку расчетное значение $z = 0,72$ больше $z_\alpha = 0,5$, то с вероятностью $P = 0,95$ можно утверждать, что между экспертами имеет место неслучайное согласие о силе влияния на рассматриваемый показатель качества выбранных количественных признаков.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Задание №1

Группой из семи экспертов проранжировать перечисленные ниже типичные признаки слабости в управлении российскими предприятиями на современном этапе:

- формальное участие в управлении первого руководителя;
- отсутствие некоторой документации по качеству;
- слабая обратная связь с потребителем и субподрядчиком;
- использование в работе устаревших документов;
- невыдерживание заданных показателей при закупке сырья;
- недостаточное применение статистических методов для анализа и принятия решений;
- недовольный учет затрат на обеспечение качества;
- неполнота надзора за оборудованием;
- небрежность в складском хозяйстве;
- недостаток мероприятий предотвращающих брак (как профилактических, так и предупреждающих);
- руководителем не производится анализ работы системы менеджмента качества предприятия;
- недостаточное внимание к проблеме повышения квалификации сотрудников.

Задание №2

Группой из семи экспертов проранжировать список возможных причин (наиболее вероятных) появления дефектной продукции:

- сырье; - заготовки; - инструмент; - станки; - рабочие; - метод измерения.

Задание №3

Группой из семи экспертов проранжировать список причин, влияющих на появление спаев и трещин деталей из алюминиевого литья:

- температура металла;

- механические свойства;
- наличие сертификата на поступивший металл;
- дегазирование металла;
- химический состав.

Задание №4

Группой из семи экспертов проранжировать список причин, влияющих на качество изготовления роликовой опоры конвейера (в частности детали – катка):

- использование марки стали для вала, отличной от марки, за-
ложенной в документации;
- выработан ресурс станков;
- отклонение марки стали от сертификата;
- недостаточная квалификация рабочего;
- неверно определена погонная нагрузка на конвейер;
- неправильный выбор контрольно-измерительных средств;
- неправильно назначена посадка подшипника в корпус.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Надежность и эффективность в технике: Справочник. В 10 т. Т. 7. Качество и надежность в производстве/ Под ред. И.В. Апполонова. – М.: Машиностроение, 1989. – 280 с.
2. Экспертные оценки и их применение в энергетике/И.С. Вартазаров, И.Г. Горлов, Е.В. Минаев, Р.М. Хвастунов; Под ред. Р.М. Хвастунова. – М.: Энергоиздат, 1981. – 188 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Значения z_{α} при 5-%-ном уровне значимости

| v2 | v1 | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 12 | 24 | ∞ |
| 1 | 2,45 | 2,65 | 2,69 | 2,71 | 2,72 | 2,73 | 2,74 | 2,75 | 2,76 | 2,77 |
| 2 | 1,46 | 1,47 | 1,48 | 1,48 | 1,48 | 1,48 | 1,48 | 1,48 | 1,48 | 1,49 |
| 3 | 1,58 | 1,13 | 1,11 | 1,11 | 1,10 | 1,09 | 1,09 | 1,08 | 1,08 | 1,07 |
| 4 | 1,02 | 0,97 | 0,94 | 0,93 | 0,92 | 0,91 | 0,90 | 0,89 | 0,88 | 0,86 |
| 5 | 0,94 | 0,88 | 0,84 | 0,82 | 0,81 | 0,80 | 0,79 | 0,77 | 0,76 | 0,74 |
| 6 | 0,90 | 0,82 | 0,78 | 0,76 | 0,74 | 0,73 | 0,71 | 0,69 | 0,67 | 0,65 |
| 7 | 0,86 | 0,78 | 0,74 | 0,71 | 0,69 | 0,68 | 0,66 | 0,64 | 0,61 | 0,59 |
| 8 | 0,84 | 0,85 | 0,70 | 0,67 | 0,65 | 0,64 | 0,62 | 0,59 | 0,57 | 0,54 |
| 9 | 0,82 | 0,72 | 0,68 | 0,64 | 0,62 | 0,61 | 0,59 | 0,56 | 0,53 | 0,50 |
| 10 | 0,80 | 0,71 | 0,66 | 0,62 | 0,60 | 0,58 | 0,56 | 0,54 | 0,50 | 0,47 |
| 11 | 0,79 | 0,69 | 0,64 | 0,61 | 0,58 | 0,56 | 0,54 | 0,51 | 0,48 | 0,44 |
| 12 | 0,78 | 0,68 | 0,62 | 0,59 | 0,57 | 0,55 | 0,52 | 0,49 | 0,46 | 0,42 |
| 13 | 0,77 | 0,67 | 0,61 | 0,58 | 0,55 | 0,54 | 0,51 | 0,48 | 0,44 | 0,40 |
| 14 | 0,76 | 0,66 | 0,60 | 0,57 | 0,54 | 0,52 | 0,50 | 0,46 | 0,43 | 0,38 |
| 15 | 0,76 | 0,65 | 0,60 | 0,56 | 0,53 | 0,51 | 0,48 | 0,45 | 0,41 | 0,36 |
| 16 | 0,75 | 0,64 | 0,59 | 0,55 | 0,52 | 0,50 | 0,48 | 0,44 | 0,40 | 0,35 |
| 17 | 0,75 | 0,64 | 0,58 | 0,54 | 0,52 | 0,50 | 0,47 | 0,43 | 0,39 | 0,34 |
| 18 | 0,74 | 0,63 | 0,58 | 0,54 | 0,51 | 0,49 | 0,46 | 0,43 | 0,38 | 0,32 |
| 19 | 0,74 | 0,63 | 0,57 | 0,53 | 0,50 | 0,48 | 0,45 | 0,42 | 0,37 | 0,32 |
| 20 | 0,74 | 0,63 | 0,56 | 0,53 | 0,50 | 0,48 | 0,45 | 0,41 | 0,37 | 0,31 |
| 21 | 0,73 | 0,62 | 0,56 | 0,52 | 0,50 | 0,47 | 0,44 | 0,41 | 0,36 | 0,30 |
| 22 | 0,73 | 0,62 | 0,56 | 0,52 | 0,49 | 0,47 | 0,44 | 0,40 | 0,35 | 0,29 |
| 23 | 0,73 | 0,62 | 0,55 | 0,51 | 0,48 | 0,46 | 0,43 | 0,40 | 0,35 | 0,28 |
| 24 | 0,72 | 0,61 | 0,55 | 0,51 | 0,48 | 0,46 | 0,43 | 0,39 | 0,34 | 0,27 |

| | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 25 | 0,72 | 0,61 | 0,55 | 0,51 | 0,48 | 0,46 | 0,42 | 0,39 | 0,34 | 0,27 |
| 26 | 0,72 | 0,61 | 0,54 | 0,50 | 0,48 | 0,45 | 0,42 | 0,38 | 0,33 | 0,26 |
| 27 | 0,72 | 0,60 | 0,54 | 0,50 | 0,47 | 0,45 | 0,42 | 0,38 | 0,38 | 0,26 |
| 28 | 0,72 | 0,60 | 0,54 | 0,50 | 0,47 | 0,45 | 0,42 | 0,38 | 0,32 | 0,25 |
| 29 | 0,72 | 0,60 | 0,54 | 0,50 | 0,47 | 0,44 | 0,41 | 0,37 | 0,32 | 0,25 |
| 30 | 0,71 | 0,60 | 0,54 | 0,50 | 0,46 | 0,44 | 0,41 | 0,37 | 0,32 | 0,24 |
| 60 | 0,69 | 0,57 | 0,51 | 0,46 | 0,43 | 0,41 | 0,37 | 0,32 | 0,26 | 0,16 |
| ∞ | 0,67 | 0,55 | 0,48 | 0,43 | 0,40 | 0,37 | 0,33 | 0,28 | 0,21 | 0,00 |

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Методы квалиметрии в задачах повышения качества машиностроительной продукции: Учебное пособие. Ягелло О.И. – Саратов: «Ай Пи Эр Медиа», 2012.

2. Решение задач квалиметрии машиностроения: Учебное пособие. Кершенбаум В.Я., Хвастунов Р.М. – Саратов: «Ай Пи Эр Медиа», 2012.