

**Министерство образования РФ**  
**Восточно-Сибирский Государственный технологический университет**  
**Кафедра «Метрологии, стандартизации и сертификации»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**по проведению практических занятий по дисциплине**  
**«Основы квалиметрии» для студентов специальностей**  
**072000 «Стандартизация и сертификация»,**  
**190800 «Метрология и метрологическое обеспечение»,**  
**340100 «Управление качеством»**

**Часть 1. Квалиметрия. Показатели качества**

**Разработали: Хамханова Д.Н.**  
**Андреев Г.В.**

**Улан-Удэ, 2002 г.**

Методические указания по «Основам квалиметрии» предназначены для проведения практических занятий по дисциплинам: «Квалиметрия и управление качеством» для студентов специальности 072000 «Стандартизация и управление качеством», «Основы квалиметрии и сертификации» для студентов специальности 190800 «Метрология и метрологическое обеспечение», «Квалиметрия» для студентов специальности 340100 «Управление качеством».

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры «Метрология, стандартизация и сертификация» от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2002 г.

## Практическое занятие № 1

### Формирование единичных показателей качества промышленной продукции

Качество продукции – совокупность свойств и характеристик продукции или услуги, которые придают им способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности (Международный словарь «ИСО 8402-86. Качество. Словарь»).

Каждый показатель качества, являясь количественной характеристикой одного из свойств объекта, должен отражать способность этого объекта удовлетворять общественные потребности в конкретных условиях. Таким образом, при формировании (введении) любого показателя качества необходимо учитывать следующие компоненты качества: Общественную потребность (ОП); конкретные условия (КУ); объект (О) и степень удовлетворения потребности (СУП). Показатель качества должен давать ответ на вопрос: в какой степени рассматриваемый объект (явление) обладает свойством (способностью) удовлетворять общественную потребность (интерес, ценность)?

Показатели качества делятся на единичные и комплексные. Единичные показатели относятся к одному из свойств продукции, определяющих качество, а комплексные – сразу к нескольким.

#### Задание

1. Выбрать объект экспертизы. Объектом экспертизы могут быть продукты питания, обувь, средства измерений и т.д.
2. Сформировать единичные показатели качества.
3. Определить меры показателей качества (в единицах физических величин или в безразмерных единицах).
4. Результаты оформить в виде таблицы 1.

Таблица 1

№	Единичные показатели качества	Меры
1	2	3

#### Вопросы для самопроверки

Проверить, отвечает ли данный показатель на вопрос: в какой степени рассматриваемый объект (явление) обладает свойством (способностью) удовлетворять общественную потребность (интерес, ценность)?

Пример проверки: В какой степени (градация свойств) квартиры (объекты) в 5 – этажном доме г. Улан-Удэ (конкретные условия) удовлетворяют жильцов (их материальную потребность в жилье)?

## Практическое занятие № 2

### Комплексирование показателей качества. Построение многоуровневой структуры показателей качества.

Различают функциональный и субъективный способы образования комплексного показателя качества. Функциональный способ нахождения комплексного показателя качества заключается в образовании комплексного показателя через функциональные зависимости, отражающие объективные законы природы.

Субъективный способ образования комплексного показателя качества заключается в образовании комплексных показателей по субъективным признакам.

В номенклатуру показателей качества промышленной продукции, регламентированной нормативными документами входят 10 групп показателей качества: показатели назначения; показатели надежности; показатели технологичности; показатели унификации; патентно-правовые показатели; эргономические показатели; эстетические показатели; показатели транспортабельности; показатели безопасности; экологические показатели. В свою очередь группы показателей качества могут быть подразделены на подгруппы, а подгруппы на единичные показатели качества.

Так, показатели назначения подразделяются на 4 подгруппы показателей: классификационные показатели; показатели функциональные и технической эффективности; конструктивные показатели; показатели состава и структуры,

Показатели надежности также подразделяются на 4 подгруппы показателей: безотказности; долговечности; ремонтпригодности; сохраняемости.

К показателям технологичности относятся: трудоемкость, материалоемкость, себестоимость.

К показателям унификации относят коэффициенты: применяемости; повторяемости; взаимной унификации для групп изделий; унификации для группы изделий.

Патентно-правовые показатели выделяют две подгруппы показателей: патентной защиты и патентной чистоты.

В группу эргономических показателей входят следующие подгруппы показателей: антропометрические; гигиенические; физиологические и психофизиологические; психологические.

Эстетические показатели подразделяются на следующие подгруппы показателей: информационной выразительности; рациональности формы; целостности композиции; совершенства производственного исполнения и стабильности товарного вида.

К показателям транспортабельности относят: массу изделия, габаритные размеры; среднюю стоимость перевозки на 1 км. пути и т.д.

К показателям безопасности относят: сопротивление изоляции токоведущих частей; электрическую прочность и т.д.

К экологическим показателям относят следующие показатели: содержание вредных примесей в составе продукции; вероятность выбросов вредных частиц, газов, излучений при производстве, хранении, транспортировании, эксплуатации и т.д.

### **Задание**

1. По данным практической занятий № 1 образовать комплексные показатели качества субъективным способом с учетом 10 групп показателей качества и их подгрупп.

2. Построить иерархическую структуру показателей качества. Многоуровневая структура показателей качества должна иметь вид, показанный на рисунке приложения.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Какие показатели входят в подгруппу показатели безотказности?
2. Какие показатели входят в подгруппу показатели долговечности?
3. Какие показатели входят в подгруппу показатели ремонтпригодности?
4. какие показатели входят в подгруппу показатели сохраняемости?
5. Какие показатели входят в подгруппу антропометрические показатели?
6. Какие показатели входят в подгруппу гигиенические показатели?
7. Какие показатели входят в подгруппу физиологические и психофизиологические показатели?
8. Какие показатели входят в подгруппу психологические показатели?

### Практическое занятие № 3

#### Определение весовых коэффициентов показателей качества (Способ ранжирования, способ попарного сопоставления)

**Способ ранжирования.** Эксперта просят расположить объекты экспертизы в порядке их предпочтения. Место, занятое при такой расстановке в ранжированном ряду, называется рангом. Значения весовых коэффициентов в таком случае рассчитывается по формуле.

$$g_j = \frac{\sum_{i=1}^n G_{i,j}}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n G_{i,j}} \quad (1.)$$

где  $G_{i,j}$  - балл (ранг)  $j$ -го показателя, проставленный  $i$ -ым экспертом;

$n$  - количество экспертов;

$m$  - количество «взвешиваемых» показателей.

**Способ попарного сопоставления.** При этом способе эксперт получает таблицу (табл.2.), в которой по вертикали и горизонтали проставлены номера объектов экспертизы (показателей качества). Эксперту необходимо проставить в каждой клетке, относящейся двум сравниваемым объектам (показателям), номер того объекта (показателя), который он считает наиболее важным.

Таблица 2

Номера объектов экспертизы	1	2	3	4	5	6	7
1	X						
2		X					
3			X				
4				X			
5					X		
6						X	
7							X

При попарном сопоставлении используется только верхняя часть таблицы. Расчет весовых коэффициентов производится по формуле:

$$g_j = \sum_{i=1}^n \frac{F_{ij}}{n} \quad (2.)$$

где  $F_{i,j}$  - частота предпочтения  $i$ -ым экспертом  $j$ -го объекта экспертизы, определяемая как:

$$F_{i,j} = \frac{K_{ij}}{C} \quad (3.)$$

где  $K_{i,j}$  – число предпочтений  $i$ -ым экспертом  $j$ -го объекта экспертизы;

$C$  - общее число суждений одного эксперта, связанная с числом объектов экспертизы  $m$  соотношением:

$$C = \frac{m(m-1)}{2} \quad (4.)$$

**Задание**

1. Выбрать объект экспертизы.
2. Выбрать не более семи показателей качества.
3. Определит весовые коэффициенты показателей качества способом ранжирования.
4. Определит весовые коэффициенты показателей качества способом попарного сопоставления..

**Вопросы для самопроверки**

1. Чем отличается способ двойного попарного сопоставления от способа попарного сопоставления?
2. В каких случаях лучше воспользоваться способом двойного попарного сопоставления?

**Практическое занятие № 4**

**Уточнение весовых коэффициентов методом последовательного уточнения**

Суть способа заключается в том, что первоначальные результаты измерений рассматриваются как первое приближение  $G_j(1)$ . Во втором приближении они используются как весовые коэффициенты  $G_j(2)$  суждений экспертов. Полученные с учетом этих весовых коэффициентов новые результаты в третьем приближении рассматриваются опять как весовые коэффициенты  $G_j(3)$  тех же мнений экспертов и т.д.

В данном способе предлагается предпочтение  $j$ -го показателя перед  $i$ -м показателем выражать числом  $K_{ij} \geq 0$ , для исключения из рассмотрения отрицательных чисел. При этом предлагается  $K_{ij}$  принять равным двум в случае предпочтения  $j$ -го объекта перед  $i$ -м, равным единице – при равноценности  $j$ -го и  $i$ -го показателей, равным 0 – при предпочтении  $i$ -го объекта перед  $j$ -м. В этом случае таблица, которую заполняют эксперты, несколько видоизменяется и выглядит так, как это показано на рис. 1.

i	1	2	...	m	$G_j(1)$	$g_j(1)$	$G_j(2)$	$g_j(2)$	...	
j										
1										
2										
3										
4										
...										
m										

Рис. 1. Таблица, заполняемая при уточнении результатов экспертиз

В случае обозначении предпочтений экспертов через  $K_{ji}$ , первоначальные результаты  $G_j(1)$  будут определяться формулой:

$$G_j(1) = \sum_{i=1}^m K_{ji} \quad (5.)$$

А результаты измерения в  $(\omega+1)$  приближении будут равны:

$$G_j(\omega + 1) = G_1(\omega) \cdot K_{j1} + \dots + G_m(\omega) \cdot K_{j\omega} \quad (6.)$$

Очевидно, что значения весовых коэффициентов в  $\omega$  приближении, определяемые как

$$g_j(\omega) = \frac{G_j(\omega)}{\sum_{j=1}^m G_j(\omega)} \quad (7.)$$

будут значительно отличаться от значений весовых коэффициентов в 1-ом приближении. В ходе уточнения все более подчеркивается предпочтительность одного и низкая значимость другого показателя. Процесс уточнения значений  $g_j$  продолжается до тех пор, пока точность не достигнет заданной.

#### Задание

1. Уточнить весовые коэффициенты, полученные на практическом занятии № 3 методом последовательного приближения до точности 0.01.
2. Результаты уточнения занести в таблицу.

### Практическое занятие № 5

#### Определение комплексного показателя качества по принципу среднего взвешенного

При комплексировании показателей качества по принципу среднего взвешенного комплексный показатель определяют по формуле:

$$\check{Q} = \gamma \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m g_j \cdot Q_j^g}{\sum_{j=1}^m g_j}} \quad (8.)$$

где  $\gamma$  – параметр логики усреднения;

$g_j$  - весовой коэффициент  $j$  – го показателя;

$m$  – число единичных показателей  $Q_j$ ;

Задавая разные значения  $\gamma$  получают разные виды средних взвешенных.

В экспертных методах веса удовлетворяют условию:

$$\sum_{j=1}^m g_j = 1 \quad (9.)$$

Удобнее комплексировать безразмерные показатели качества. Для перехода к относительным показателям качества можно использовать соотношения:

$$\frac{Q_j}{Q_{j,n}} = Q_{j,отн} \quad \text{при} \quad Q_j \leq Q_{j,n} \quad (10.)$$

$$\frac{Q_{j,n}}{Q_j} = Q_{j,отн} \quad \text{при} \quad Q_j \geq Q_{j,n} \quad (11.)$$

где  $Q_{j,n}$  - нормирующее значение показателя качества, имеющего ту же размерность, что и  $Q_j$ .

### Задание

1. Оценить каждый показатель качества по пяти балльной шкале.
2. Заполнить таблицу, представленную на рис. 2.
3. Определить среднее арифметическое значение оценок.
4. Определить значение комплексного показателя качества как среднее арифметическое взвешенное.
5. Определить значение комплексного показателя качества как среднее геометрическое взвешенное.
6. Определить значение комплексного показателя качества как среднее гармоническое взвешенное.
7. Определить значение комплексного показателя качества как среднее квадратическое взвешенное.

Эксперты	Показатели				
	1	2	3	4	...
1	2	3	4	5	6
1					
2					
...					

Рис.2. Таблица, заполняемая при оценке качества продукции экспертами

### Вопросы для самопроверки

1. Как можно получить линию равного качества?
2. По какому показателю (признаку) можно сравнивать средние взвешенные?

## Практическое занятие № 6

### Комплексирование по трехуровневой шкале

Комплексирование по трехуровневой шкале применяют в тех случаях, когда определение числовых значений единичных показателей качества сложно и дорого.

В этом случае экспертным методом определяют уровень единичных показателей качества: высокий – В; средний – С; низкий – Н. При определении комплексного показателя качества в качестве исходной предпосылки принимают, что при высоком уровне всех единичных показателей качества числовое значение комплексного показателя должно равняться 1; при среднем уровне всех единичных показателей – 0,5; при низком уровне единичных показателей – 0..

В этом случае значение комплексного показателя определяют по формуле:

$$\check{Q} = 1 - \frac{n_H}{n} - 0,5 \frac{n_C}{n} \quad (12.)$$

где  $n_H$  и  $n_C$  - число единичных показателей низкого и среднего уровня соответственно;  $n$  - число комплекслируемых единичных показателей.

Если же весомости единичных показателей различны, тогда значение комплексного показателя качества определяют по следующей формуле:



$$\bar{Q} = 1 - \sum_{j=1}^{m_H} g_{H_j} - 0,5 \sum_{j=1}^{m_C} g_{C_j} \quad (13.)$$

где  $g_{H_j}$  и  $g_{C_j}$  - нормированный вес единичного показателя качества низкого уровня и среднего соответственно;

$m_H$  и  $m_C$  - число показателей низкого и среднего уровня соответственно.

#### Задание

1. Выбрать объект экспертизы.
2. Выделить не более семи показателей качества.
3. Определить весовые коэффициенты показателей качества.
4. Оценить каждый показатель по трехуровневой шкале. Результаты занести в таблицу, представленную на рис. 3.
5. Определить значение комплексного показателя.

Эксперты	Показатели				
	1	2	3	4	...
1					
2					
3					
...					

Рис.3. Таблица, заполняемая при комплексировании по трехуровневой шкале

#### Вопросы для самопроверки

1. В каких случаях назначают коэффициент ветто?
2. Зависят ли показатели качества от времени и почему?
3. В каких случаях применяют комплексирование по трехуровневой шкале?

### Практическое занятие № 7

#### Определение качественного состава экспертной комиссии

Качественный состав экспертной комиссии определяется по общему для всей комиссии показателю качества – коэффициенту конкордации:

$$W = \frac{12S}{n^2(m^3 - m)} \quad (14.)$$

где  $S$  – сумма квадратов отклонений суммы рангов каждого объекта экспертизы от среднего арифметического ранга;

$n$  - число экспертов;

$m$  – число объектов экспертизы.

Кроме того, для определения качества отдельного эксперта проводят тестирование, самооценку, взаимооценку экспертов. По результатам тестирования определяют погрешность каждого эксперта.

При определении согласованности мнений экспертов обычно заполняют таблицу, представленную на рис.4.

#### Задание

1. Выбрать объект экспертизы.

2. Сформировать не более семи показателей.
3. Определить способом ранжирования весовые коэффициенты.
4. Определить согласованность мнений экспертов.
5. Определить погрешность каждого эксперта. Для определения погрешностей экспертов преподаватель дает тестовую задачу с известным ответом. Например: определить массу ручки. По результатам опроса найти погрешность каждого эксперта как отклонение оценки  $i$  – го эксперта от средней арифметической оценки. Результаты тестирования свести в таблицу, представленную на рис. 5.

**Вопросы для самопроверки.**

1. Как определяют сенсорные способности экспертов?
2. Особенности метода Дельфы.
3. Этапы формирования экспертной комиссии.
4. Показатели качества экспертов, по которым формируют экспертную комиссию на первом этапе.

Номер Объекта эксперт изы	Оценка эксперта					Сумма рангов	Отклонен ие от среднего арифмети ческого	Квадрат отклонений от среднего арифметичес кого
	1	2	3	4	..			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
2								
...								

Рис. 7.1. Таблица, заполняемая экспертами при определении согласованности мнений экспертов

Ответы на тест	Эксперты						
	1	2	3	4	5	6	7
Значение определяемого показателя							
Погрешность эксперта							

Рис.7.2. Таблица, заполняемая при определении погрешности эксперта

Многоуровневая структура показателей качества

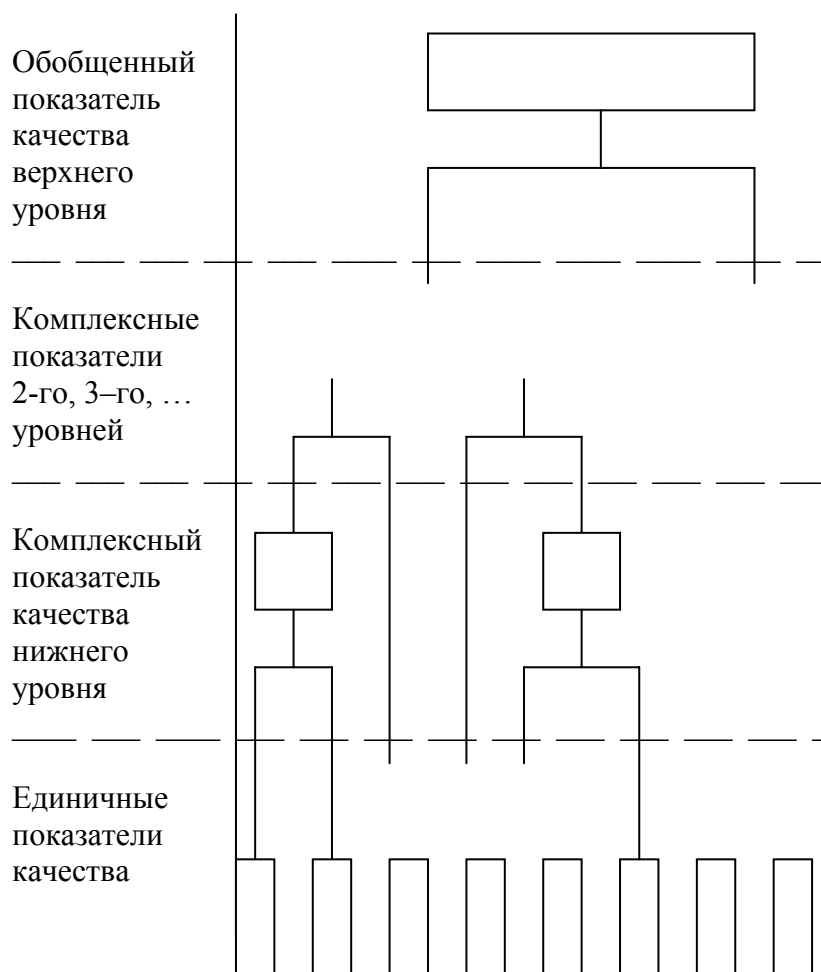


Рис. Многоуровневая структура показателей качества

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Азгальдов Г.Г., Райхман Э.П. О квалиметрии. Изд-во стандартов, 1972, с.1-172.
2. Шишкин И.Ф. Метрология, стандартизация и управление качеством: Учеб. Для вузов / Под ред. акад. Н.С. Соломенко. - М.: Изд-во стандартов, 1990.-342 с., ил.
3. Шишкин И.Ф. Основы метрологии, стандартизации и контроля качества: Учебное пособие. - М.: Изд-во стандартов, 1987. – С. 320, ил.
4. Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология: Учебник для вузов. - М., Изд-во стандартов, 1991.-492 с.
5. Шишкин И.Ф., Станякин В.М. Квалиметрия и управление качеством: Учебник для вузов. М.: Изд-во ВЗПИ, 1992.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**по проведению практических занятий по дисциплине  
«Основы квалиметрии» для студентов специальностей  
072000 «Стандартизация и сертификация»,  
190800 «Метрология и метрологическое обеспечение»,  
340100 «Управление качеством»**

### **Часть 1. Квалиметрия. Показатели качества**

**Разработали: Хамханова Д.Н., Андреев Г.В.**

Подписано в печать 24.06.2002 г. Формат 60×84 1/16.  
Усл.п.л. 1,16, уч.-изд.л. 1,0.

---

Издательство ВСГТУ. г.Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40, а.  
©ВСГТУ, 2002 г.