

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(ГОУ ВПО «АмГУ»)  
Экономический факультет  
Кафедра «Коммерция и товароведение»

Бабкина Н.А

# **Управление качеством**

**Сборник задач и практических заданий.**

*Учебно – методическое пособие*

Благовещенск

2009

**ББК65.053**

*Печатается по решению  
редакционно-издательского совета  
экономического факультета  
Амурского государственного  
университета*

Составитель: *Бабкина Н.А.*

**Управление качеством. Сборник задач и практических заданий: Учебно –  
методическое пособие. Амурский гос. ун-т, Благовещенск. 2009.**

Учебно-методическое пособие подготовлено в соответствии с рабочей программой курса «Управление качеством», окажет реальную помощь в выполнении практических работ слушателям Президентской программы, студентам специальности 080507 «Менеджмент организации».

Рецензенты: Новопашина Е.С., зав. кафедрой «Коммерция и товароведение»,  
доцент, канд.техн. наук.

Шершнева Е.И., начальник отдела по развитию потребительского  
рынка и услуг администрации г.Благовещенска

© Амурский государственный университет, 2009

## ВВЕДЕНИЕ

Управление качеством на предприятии является одним из факторов успеха в условиях рыночной экономики. Изучение и решение проблем качества является актуальнейшей задачей национального масштаба в области научного управления не только производственно-хозяйственной деятельностью, но и социально-экономическим развитием страны.

Обучение управлению качеством включает, прежде всего, усвоение основных понятий категорий качества, концептуальных основ и методологию управления качеством. Это необходимые условия для изучения организационных аспектов создания систем управления качеством и практического решения проблемы качества продукции, его нормативно-правового обеспечения, а также экономического обоснования режимов создания качества. Подготовка квалифицированных менеджеров во всем мире предусматривает изучение и освоение современных методов управления качеством продукции, процессов и систем управления.

Целью учебно-методического пособия является формирование у слушателей представлений о том, что такое качество и как его можно оценивать. Качество продукции - это соответствие характеристикам, записанным в стандартах и отвечающим требованиям законодательства. "Конкурентоспособное качество" - это выполнение установленных требований и соответствие ожиданиям потребителя. Унификация основных требований способствует свободному обмену товарами на основе применения стандартов серии ИСО 9000 и сертификации.

Задачами учебно-методического пособия является отработка навыков оценки уровня качества продукции дифференциальным, комплексным, смешанным и экспертным методами, навыков реализации теоретических и прикладных знаний в практической деятельности экономиста - менеджера на предприятии.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1.

### Качество продукции, показатели качества и их классификация.

1. Основные понятия: качество продукции, продукция, свойства продукции, признак продукции, показатель качества.
2. Классификация показателей качества и их характеристика (единичные, комплексные, базовые и др.),
3. Номенклатура потребительских свойств и показателей качества: показатели назначения, надежности, стандартизации и унификации и др.

### Цель работы:

1. Изучить основные понятия и классификации показателей качества.
2. Ознакомиться с номенклатурами потребительских свойств и показателей качества отдельных видов товаров.

### Задание 1.

Качество – сложная и противоречивая категория. В настоящее время существует более 100 всевозможных определений понятия качества, многие из которых или неполны, или неточны. В таблице 1 представлены некоторые из них. Проанализируйте изменения понятия качества от Аристотеля до современных международных стандартов ИСО. Сделайте выводы.

Таблица 1 – Динамика определений понятий качества

Наименование источника	Определение
Аристотель (Ш в. до н.э.)	Различие между предметами; дифференциация по признаку «хороший –плохой»
У.Шухарт (1891-1967 гг.), 1931 г.	Качество имеет два аспекта: объективные физические характеристики и субъективную сторону (насколько вещь «хороша»)
Каору Исикава (1915-1990), 1950 г.	Качество – свойство, реально удовлетворяющее потребителей
Джозеф М.Джурэн (1904 -), 1979 г.	Качество - пригодность для определенной цели и использования
ГОСТ 15467-79 «Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и	Качество - совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением

определения»	
ИСО 8402-86	Качество – совокупность свойств и характеристик продукции или услуг, которые придают им способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности
ИСО 8402-94	Качество - совокупность характеристик объекта относящихся к его способности удовлетворять установленные или предполагаемые потребности
ГОСТ Р ИСО 9000-2001 «СМК. Основные положения и словарь»	Качество степень соответствия присущих характеристик требования
ИСО 9000:2005«СМК. Основные положения и словарь»	Качество - степень, с которой совокупность собственных характеристик выполняет требования

**Номенклатура потребительских свойств и показателей продукции** – это совокупность свойств и показателей, обуславливающих удовлетворение реальных или предполагаемых потребностей этой продукцией.

**Продукция** -материализованный результат деятельности или процесса, который обладает полезными свойствами и предназначен для удовлетворения общественного или личного характера.

**Свойства продукта** -объективная особенность предмета, которая определяет его различия или общность с другими предметами и проявляется при создании, *эксплуатации* или *потреблении* предмета. **Эксплуатируется** продукция, которая в процессе использования расходует свой ресурс.

**Потребляется** продукция, которая в процессе использования расходуется сама.

Качественная или количественная характеристика любых свойств продукции или состояния называется **признаком продукции**.

Количественная характеристика одного или нескольких свойств продукции составляющих ее качество называется **показателем качества**.

**Квалиметрия** (от латинского *qualitas* – какой по качеству и греческого *metreo* - измеряю) научная область, объединяющая методы количественной оценки качества различных объектов.

Объектами квалиметрии являются:

1. Производственный процесс, технологический процесс, технологическая система или ее элементы.

2. Продукция (изделия, материал, продукт)
3. Услуга работа.
4. Интеллектуальный продукт.

В зависимости от характера решаемых задач по оценке качества продукции показатели качества можно классифицировать по разным признакам. По характеризующим свойствам, согласно требований нормативных документов, все показатели подразделяют на группы, представленные в таблице 2.

Таблица 2-Классификация показателей качества продукции в зависимости от характеризующих свойств

Наименование группы показателей	Характеристика группы показателей	
Показатели назначения	характеризуют свойства продукции, определяющие основные функции для выполнения которых она предназначена и обуславливают область применения продукции	-функциональной и технической эффективности (производительность станка, прочность ткани) - конструктивные показатели – (габаритные размеры, коэффициент сборности) - показатели состава и структуры – (бензин)
Показатели надежности	<b>Безотказность</b> - свойство изделия сохранять работоспособное состояние в течении некоторого времени (интенсивность отказов, средняя наработка до отказов)	
	<b>Долговечность</b> - это свойство изделия сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе ТО и ремонта	
	<b>Ремонтопригодность</b> - это свойство изделия заключается в приспособленности его к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и устранению их последствий путем проведения ремонтов и ТО (вероятность восстановления, средства временного восстановления)	
	<b>Сохраняемость</b> - это свойство продукции сохранять исправное и работоспособное состояние в течение и после хранения и транспортировки	
Эргономические показатели	характеризуют систему «человек – изделие – среда использования». Учитывают систему гигиенических, антропометрических, физиологических, психологических свойств человека	- гигиенические – освещенность, температура, вибрация, шум - антропометрические – соответствие конструкции изделия размерам и форме тела человека - физиологические – соответствие конструкции силовым и скоростным возможностям человека - психологические – соответствие изделия возможностям восприятия и переработки информации
Эстетические	характеризуют информационно-художественную выразительность изделия,	

показатели	рациональность формы, целостность композиции	
Технологические	характеризуют свойства состава и структуру или структуру конструкции продукции которая определяет приспособленность ее к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и восстановлению.	- удельная трудоемкость изготовления изделия - коэффициент использования материалов - удельная энергоемкость изделия
Показатели стандартизации и унификации	характеризуют насыщенность изделия стандартными, унифицируемыми и составными частями	
Патентно-правовые	характеризуют степень патентной защиты и патентной чистоты технических изделий, определяющих ее конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынке	
Показатель транспортабельности	характеризует приспособленность продукции к транспортированию без использования или потребления этой продукции	- коэффициент использования объема средства транспортирования -средства продолжительности разгрузки партии
Экологические показатели	определяют уровень вредных воздействий на окружающую среду в процессе эксплуатации или потребления изделия (содержание вредных примесей, газов)	
Показатели безопасности	характеризуют особенности продукции, обуславливающие при ее использовании безопасность человека.	
Показатель экономичности (для России)	определяет уровень совершенства изделия по уровню затрат на производство и эксплуатацию (потребление	

Классификация показателей качества по количеству характеризующих свойств представлена на рисунке 1.

**Единичные показатели** – показатели, предназначенные для выражения простых свойств товаров (масса, ширина, линейная плотность, текучесть и т.д.).

**Комплексные показатели** – показатели, предназначенные для выражения сложных свойств (удобство пользования, безотказность, долговечность, ремонтпригодность и т.д.).

**Групповой (комплексный) показатель** – показатель, который относится к определенной группе свойств продукции (эстетические, технологичности, патентно-правовые и др.).

**Интегральный (комплексный) показатель (ИП)** – отражает отношение суммарного полезного эффекта ( $ПЭ_{\Sigma}$ ) к сумме затрат на создание ( $Z_c$ ) и затрат на эксплуатацию ( $Z_э$ ).

$$ИП = ПЭ_{\Sigma} / (Z_c + Z_э)$$

**Относительный показатель** качества определяется отношением значения показателей качества оцениваемой продукции к аналогичному показателю качества базового образца (выражается в долях или процентах).

**Базовый показатель**- показатель, выбранный для сравнения (требования нормативного документа, показатели качества лучших мировых или отечественных аналогов продукции).

**Определяющий показатель** – показатель, по которому принимается решение.

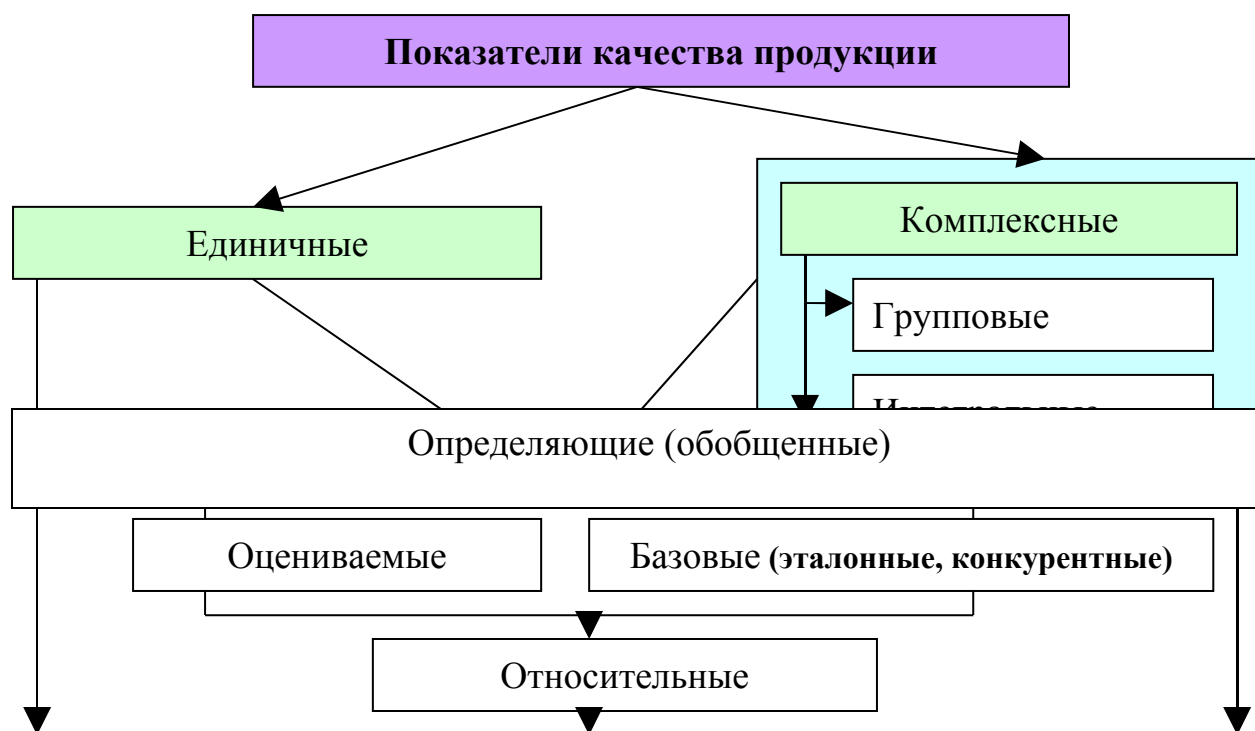


Рисунок 1 Классификация показателей качества



## Задание 2.

На основе данных, представленных в таблицах 3-6 определить логические связи между комплексными показателями качества первого, второго уровня и единичными показателями, характеризующими качество конкретных видов продукции.

Таблица 3 –Номенклатура потребительских свойств и показателей качества фильтров для воды

Комплексные показатели		Единичные показатели
1 уровня	2 уровня	

<p>Назначение Надежности Безопасность Эргономичность Эстетичности Экологичность</p>	<p>Функциональное Универсальное Безотказность Долговечность Ремонтопригодность Электрическая Электромагнитная Противопожарная Химическая Механическая безопасность Антропометрические Психологические Психофизиологические Рациональность формы Информационная выразительность Целостность композиции Совершенство производственного исполнения Воздействие на окружающую среду</p>	<p>Суточный объем очищаемой воды, л Степень очистки, % Производительность водоочистного устройства, л/ч Наработка на отказ Срок службы, лет Среднее время восстановления, час Трудоемкость ремонта Величина электрического поля, Вт Электрическая прочность изоляции, степень защиты от поражения током Величина электромагнитного поля, В/м Температура нагрева конструкционных элементов, °С Содержание химических веществ в очищенной воде, г/см<sup>3</sup> Содержание микроорганизмов в очищенной воде, г/см<sup>3</sup> Биообрастание водоочистного устройства Механическая прочность Форма и размеры фильтра, балл Вес фильтра, кг Расположение органов управления, балл Удобство очистки элементов фильтра, балл Удобство крепления шлангов, балл Герметичность конструкции водоочистного устройства, балл Функциональность формы корпуса, ее лаконичностью, балл Эргономическая обоснованность, балл Оригинальность формы, дизайн, балл Колористическое оформление фильтра, насадок, балл Организация объемно-пространственной структуры, балл Тщательность отделки поверхности, балл ПДК вредных веществ при утилизации, г/см<sup>3</sup></p>
---	---	---

Таблица 4 – Номенклатура потребительских свойств и показателей качества отбеливателей

Комплексные свойства 1 уровня	Комплексные свойства 2 уровня	Комплексные свойства 3 уровня	Единичные свойства и показатели
-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	---------------------------------

<p>Назначение Надежность Эргономические Эстетические Экологические Безопасность</p>	<p>Функциональные Сохраняемость Антропометрические Психологические Информационная выразительность Рациональность формы Целостность композиции Совершенство производственного исполнения и стабильность товарного вида Воздействие на природную среду Химическая Микробиологическая</p>	<p>Отбеливающая способность Пятновыведение Сохранение цвета Дезинфицирующее действие Удобство пользования</p>	<p>Массовая доля ПАВ, % Массовая доля активного хлора, % Массовая доля активного кислорода, % Массовая доля нерастворимого в воде остатка, % Срок годности Масса/объем упаковки Форма упаковки Размеры упаковки Наличие дозатора Диаметр упаковки Вид упаковки Цвет Запах Дизайн упаковки Оригинальность Эргономическая обусловленность Колористическое оформление упаковки Цвет порошка, геля, жидкости Упорядоченность графических и изобразительных элементов Биоразлагаемость компонентов смеси, входящих в состав отбеливающих средств Показатель активности водородных ионов (рН) Массовая доля активного хлора Массовая доля активного кислорода Содержание грибов и плесеней</p>
---	--	---	--

Таблица 5 Номенклатура потребительских свойств и показателей качества бытовых пылесосов

Комплексные показатели I уровня	Комплексные показатели II уровня	Единичные показатели
---------------------------------	----------------------------------	----------------------

<p>Функциональное назначение:  Надежность:  Безопасность:  Эргономичность  Эстетичность:  Экологичность:</p>	<p>Совершенство выполнения основных функций  Универсальность применения  Безотказность  Долговечность  Ремонтопригодность  Электрическая  Электромагнитная  Противопожарная  Механическая  Антропометрические;  Психофизиологическое воздействие;  Удобство пользования изделием при выполнении основных и вспомогательных функций;  Информативность;  Рациональная форма;  Внешний вид.  Воздействие на предметно-пространственную среду.</p>	<p>Пылеочистительная способность на ковре и на полу, %;  Время очистки 1,5м<sup>2</sup> мола и 1м<sup>2</sup> ковра, с;  Нитесборочная способность, %;  Вместимость пылесборника, г;  Эффективность пылезадержания, %;  Радиус распыления жидкости, м.  Время безотказной работы, г;  Срок службы, г;  Среднее время восстановления, дн.  Величина электрического поля, Вт;  Величина электромагнитного поля, Вт;  Температура нагрева резиновой и полихлорвиниловой изоляции, °С;  Прочность корпуса, балл.  Расположение и форма органов управления, балл;  Размеры и вес, кг;  Воздействие цветового решения, балл;  Удобство подготовки к работе, балл;  Удобство выполнения отдельных операций;  Очистка и хранение пылесоса, балл;  Доступность функциональных узлов, балл.  Читаемость знаков и надписей, балл;  Пропорциональность, балл;  Лаконичность формы и колористическое оформление, балл.  Уровень шума, дБ</p>
--	--	---

Таблица 6- Номенклатура потребительских свойств и показателей качества торгового холодильного оборудования

Комплексные показатели 1 уровня	Комплексные показатели 2 уровня	Единичные показатели
<p>Назначение (функциональное, универсальное, социальное)  Надежность  Эстетичность  Безопасность  Экологичность  Эргономичность</p>	<p>Совершенство выполнения основной функции;  Удовлетворение индивидуальных и общественных социальных потребностей;  Долговечность;  Антропометрические;  Гигиенические;  Соответствие моде;  Химическая безопасность;  Механическая безопасность;  Совершенство выполнения</p>	<p>вероятность безотказной работы  гарантийная наработка,  наработка на отказ  интенсивность отказов,  наличие острых поверхностей  озоноразрушающий потенциал  потенциал глобального потепления  предельно допустимая концентрация хладагента  ресурс торгового холодильного оборудования  соответствие размерам человека;  сопротивление изоляции</p>

	вспомогательных функций; Совершенство производственного исполнения; Воздействие на природную среду; Сохраняемость; Внешний вид; Удовлетворение разнообразных потребностей;	состояние поверхности, средний срок сохранности средняя наработка до первого отказа, срок жизни хладагентов в атмосфере, срок службы до списания параметр потока отказов срок сохранности продуктов срок эксплуатации сроки ремонта стиль эпохи температура в холодильной камере температура в морозильной камере температура возгорания изоляции уровень вибрация уровень шума фирменный стиль цвет целостность композиции электрические, магнитные и электромагнитные поля электромагнитное излучение
--	---	---

### Задание 3.

Определить к каким комплексным показателям относятся ниже перечисленные единичные показатели.

#### 3.1. Номенклатура показателей качества колготок женских

1. Защита человека от факторов окружающей среды;
2. Блеск и матовость;
3. Внешний вид колготок;
4. Внешний вид упаковки – выразительность оформления;
5. Стабильность формы;
6. Воздухопроницаемость;
7. Гигроскопичность;
8. Кожно-раздражающие действия;
9. Коэффициент толщины шва;
10. Наличие «спецэффектов»;
11. Показатель токсичности;
12. Прозрачность;
13. Прочность на истирание;

14. Прочность на разрыв;
15. Растяжимость;
16. Соответствие изделия размерам человека;
17. Состав;
18. Срок службы;
19. Теплозащитность;
20. Упругость;
21. Фактура;
22. Цветовое решение.

### **3.2 Номенклатура потребительских свойств и показателей качества женских демисезонных пальто**

#### **А). Единичные показатели**

1. Архитектоника формы;
2. Внешний вид;
3. Внутренняя отделка;
4. Воздухопроницаемость пакета пальто;
5. Выразительность фирменных знаков и ярлыков;
6. Конструкции пальто и методов обработки;
7. Масса пальто;
8. Механическая обработка швов;
9. Обработка швов пальто;
10. Отделочные детали пальто;
11. Пластическая выразительность формы;
12. Покрой пальто;
13. Силуэт пальто;
14. Соответствие модели пальто возрасту потребителя;
15. Соответствие модели пальто сфере применения;
16. Соответствие модели пальто условиям эксплуатации;
17. Соответствие модели пальто назначению потребителя;

18. Соответствие модели пальто облику потребителя;
19. Соответствие модели пальто психологическим особенностям потребителя;
20. Соответствие модели пальто сезону;
21. Соответствие применяемой фурнитуры по физико-механическим показателям назначению пальто;
22. Соответствие применяемых материалов по физико-механическим показателям назначению пальто;
23. Соответствие применяемых отделок по физико-механическим показателям назначению пальто;
24. Соответствие пальто антропометрическим свойствам человека, приведенным в размероростовочных стандартах;
25. Социальный адрес пальто;
26. Срок службы;
27. Суммарное тепловое сопротивление пакета пальто;
28. Удобство надевания;
29. Удобство пользования отдельными элементами пальто, например, застежкой, карманами;
30. Удобство снятия пальто;
31. Фактура материала пальто;
32. Физический и моральный износ;
33. Фурнитура пальто;
34. Цветовое решение модели пальто;
35. Чистота и точность обработки;
36. Чистота и точность отделки всех швов;
37. Чистота и точность отделочных деталей и других элементов пальто.

**Б). Комплексные показатели II уровня**

1. Антропометрические;
2. Гигиенические;
3. Долговечность;

4. Механическая безопасность;
5. Психофизиологические;
6. Ремонтпригодность;
7. Соответствие пальто современному стилю и моде;
8. Сохраняемость;
9. Социальное назначение;
10. Степень совершенства композиции;
11. Товарный вид пальто;
12. Уровень обработки и отделки пальто;
13. Функциональное назначение.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2.**

### **Дифференциальный метод оценки уровня качества продукции**

1. Уровень качества продукции.
2. Этапы оценки уровня качества продукции.
3. Дифференциальный метод оценки уровня качества продукции.

#### **Цель работы:**

Изучить методику оценки уровня качества дифференциальным методом.

**Уровень качества продукции** – это относительная характеристика ее качества, основанная на сравнении значений показателей качества оцениваемой продукции с значениями соответствующих показателей базового образца.

В качестве базового образца для сравнения могут приниматься требования нормативных документов, значение показателей качества лучших отечественных образцов продукции, или значения показателей качества лучших зарубежных образцов.

Согласно нормативным документам оценка уровня качества включает следующие операции:



1. выбор номенклатуры показателей качества оцениваемой продукции
2. определение значений этих показателей
3. сопоставление их с аналогичными показателями качества базового образца.

Относительные показатели качества продукции ( $Q_i$ ) применяются при оценке уровня качества дифференциальным методом, сущностью которого является сопоставление единичных показателей качества оцениваемого и базового образца, и определяются относительные показатели по формулам :

$$\theta_i = \frac{P_i}{P_{i\text{баз}}} \quad (1)$$

$$\theta_i = \frac{P_{i\text{баз}}}{P_i} \quad (2)$$

где  $P_i$  - значение  $i$ -го показателя качества оцениваемой продукции;  
 $P_{i\text{баз}}$  - значение  $i$ -го показателя качества базового образца;  
 $p$  - количество показателей качества продукции.

Формулу ( 1 ) используют в том случае, когда увеличение абсолютного значения показателя качества  $P_i$  приводит к улучшению качества продукции.

Формулу ( 2 ) используют в случае, когда увеличение абсолютного значения показателя качества  $P_i$  приводит к ухудшению качества продукции.

В результате расчета, сравнения показателей по формулам (1) и (2) может быть:

1. Все  $Q_i > 1 \rightarrow$  качество соответствует уровню качества базового образца и его превышает
2. Часть  $Q_i > 1$ ,  $Q_i = 1 \rightarrow$  качество соответствует уровню качества базового образца и его превышает
3. Часть  $Q_i > 1$ ,  $Q_i = 1$ ,  $Q_i < 1 \rightarrow$  делать однозначные выводы нельзя
4. Все  $Q_i < 1$  – качество однозначно ниже качества базового образца
5. Часть  $Q_i < 1$ , часть  $Q_i = 1 \rightarrow$  делать однозначные выводы нельзя
6. Все  $Q_i = 1 \rightarrow$  качество соответствует уровню качества базового образца
7. Часть  $Q_i < 1$ , часть  $Q_i > 1 \rightarrow$  делать однозначные выводы нельзя

### Задача 1.

Определить качество мыла «Мой малыш» и «Цветы весны», сравнив его с требованиями стандарта ГОСТ 28546-2002 «Мыло туалетное твердое. Общие технические условия». Требования стандарта для мыла групп «Экстра», Детское и фактические значения показателей качества оцениваемых образцов мыла приведены в таблице 7.

Таблица 7- Физико-химические показатели качества туалетного мыла

Показатели	Норма по ГОСТ 28546-2002		«Мой малыш»	«Цветы весны»
	«Экстра» (Э)	Детское (Д)		
Качественное число (масса жирных кислот в пересчёте на номинальную массу куска 100 г), г, не менее	78	74	75	80
Массовая доля содопродуктов в пересчёте на Na O, %, не более	0,20	0,15	0,17	0,1
Температура застывания жирных кислот (титр), С	35-41	35-41	40	35
Массовая доля хлористого натрия, %, не более	0,7	0,7	0,2	0,7
Содержание свинца, мышьяка, ртути, перекисных соединений	недопустимо		нет	нет
Раздражающее и sensibilizing действие мыла на кожу	должно отсутствовать после 24-часовой экспозиции		нет	Есть после 18 час
Остаток свободной щёлочи	не более 0,05 %		0,03	0,05
Остаток неомыленного жира	не более 0,2 % массы жирных кислот для твёрдого мыла		0,1	0,25

### Задача 2.

Определить качество швейной машины, сравнив значение показателей качества оцениваемого образца с требованиями ГОСТ 19930-91 «Машины

швейные бытовые. Общие технические условия». Основные параметры и размеры швейных машин представлены в таблице 8.

Таблица 8 - Основные параметры и размеры швейных машин

Показатель качества	Числовое значение показателя качества		Значение относительного показателя качества
	ГОСТ 19930-91	Оцениваемый образец	
Максимальная частота вращения главного вала машин с электроприводом, об/мин	1000±200	1200±200	
Наибольшая суммарная толщина пошиваемых материалов, мм	4,5	6,0	
Подъем лапки, мм, не менее	6,0	7,0	
Максимальная длина стежка, мм	4,0	5,5	
Максимальная ширина зигзага, - для машин типов 2 и 3* - для машин типа 4*	5,0 7,0	- 8,0	
Вылет рукава швейной головки, мм, не менее	170	250	
Масса швейной головки машин без привода, кг, не более - тип 1,2 - тип 3 - тип 4 (со встроенным электродвигателем)	7,2 7,5 16	3,5	

Примечание: тип 1 швейная машина для прямой строчки;

тип 2 швейная машина для прямой и зигзагообразной строчек;

тип 3 швейная машина для прямой, зигзагообразной и фигурной строчек;

тип 4 швейная машина для прямой, зигзагообразной и фигурной строчек с элементами автоматического управления

### Задача 3.

Определить качество новой подкладочной ткани, сравнив ее с выпускаемой тканью арт.33121. Значения показателей качества тканей приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Характеристика тканей

Показатель качества	Числовое значение показателя качества		Значение относительного показателя качества
	новой ткани	арт. 33121	
Разрывная нагрузка полоски ткани 50x200 мм:			
Основа, Н	401,8	470,4	
Уток, Н	215,6	264,6	
Усадка после стирки:			
Основа, %	5	4,7	
Уток, %	2	1,5	
Прочность к воздействию			
пены, балл	4	5	
мыла, балл	4	5	
воды, балл	4	5	
сухого трения, балл	4	5	
мокрого трения, балл	4	5	
Стойкость к истиранию по плоскости, цикл	400	600	
Колористическое оформление, балл	18	20	
Отделка, балл	10	12	
Структура, балл	7	8	

#### Задача 4.

Определить соответствие одной из марок углеродистой качественной стали требованиям стандарта. Необходимые данные приведены в таблице 10.

Таблица 10 - Физико-химические показатели качества стали

Показатель качества	Числовое значение показателя качества		Значение относительного показателя качества
	стали	стандартизованное	
Предел текучести, Н/мм <sup>2</sup>	352,8	323,4	
Временное сопротивление, Н/мм <sup>2</sup>	597,8	548,8	
Относительное удлинение, %	16	16	
Относительное сужение, %	40	40	
Ударная вязкость, Дж/м <sup>2</sup>	6	5	
Содержание серы, %	0,04	0,04	
Содержание фосфора, %	0,036	0,04	
Допустимое отклонение содержания углерода, %	±0,01	±0,01	
Допустимое отклонение содержания кремния, %	±0,02	±0,03	
Допустимое отклонение содержания марганца, %	±0,03	±0,03	

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3.

### Комплексный и смешанный методы оценки уровня качества продукции

1. Комплексный метод оценки уровня качества.
2. Смешанный метод оценки уровня качества

#### Цель работы:

Изучить методики оценки уровня качества комплексным и смешанным методами.

В случаях, когда часть значений относительных показателей ( $Q_i$ ) больше или равна единице, а часть - меньше единицы, следует применять комплексный или смешанный метод оценки уровня качества продукции. Комплексный метод оценки уровня качества продукции основан на применении обобщенного показателя качества продукции.

Обобщенный показатель может быть выражен:

- главным показателем, отражающим основное назначение продукции;
- интегральным показателем качества продукции;
- средним взвешенным показателем.

Интегральный показатель применяют, когда установлен суммарный полезный эффект от эксплуатации или потребления продукции и суммарные затраты на создание и эксплуатацию или потребление продукции.

При сроке службы более одного года интегральный показатель вычисляют по формуле:

$$K_u = \frac{\Pi \mathcal{E}_\Sigma}{Z_{c\phi}(t) + Z_s} \quad \text{или} \quad K_u = \frac{Z_{c\phi}(t) + Z_s}{\Pi \mathcal{E}_\Sigma} \quad (3)$$

где:  $\Pi \mathcal{E}_\Sigma$  - суммарный полезный годовой эффект от эксплуатации или потребления продукции, выраженный в натуральных единицах, - м, кг, т, шт и др.;

$Z_c$  - суммарные капитальные (единовременные) затраты создания продукции, ден.ед.;

$Z_3$  - суммарные эксплуатационные (текущие) затраты, относящиеся одному году, ден.ед.;

$\varphi(t)$ - поправочный коэффициент, зависящий от срока службы изделия, t лет. Значения  $\varphi(t)$ - до 24 лет приведены в таблице 11.

Таблица 11 - Значение поправочного коэффициента

t	$\varphi(t)$	t	$\varphi(t)$	t	$\varphi(t)$	t	$\varphi(t)$
1	1,000	7	0,210	13	0,156	19	0,140
2	0,539	8	0,194	14	0,152	20	0,139
3	0,381	9	0,182	15	0,149	21	0,138
4	0,304	10	0,174	16	0,146	22	0,137
5	0,262	11	0,166	17	0,144	23	0,136
6	0,244	12	0,160	18	0,142	24	0,135

При сроке службы до одного года интегральный показатель вычисляют по формуле:

$$K_u = \frac{\Pi \varphi_{\Sigma}}{Z_c + Z_3} \quad \text{или} \quad K_u = \frac{Z_c + Z_3}{\Pi \varphi_{\Sigma}} \quad (4)$$

Суммарный полезный эффект от эксплуатации продукции выраженный их производительностью необходимо рассчитывать с учетом простоев из-за отказов ( $\Pi_{пр}$ ), которая рассчитывается по формуле:

$$\Pi_{пр} = \Pi \left(1 - \frac{T_{пр}}{100}\right), \quad (5)$$

где:  $\Pi$  – годовая производительность при отсутствии простоев;

$T_{пр}$  – время простоев из-за отказов, %.

В случаях, когда комплексный показатель качества не представляется возможным выразить через единичные с помощью объективной функциональной зависимости (главного показателя), применяют субъективный

способ образования комплексных показателей по принципу среднего взвешенного. Формулы среднего взвешенного представлены в таблице 12:

Таблица 12 –Формулы для расчета средневзвешенного показателя

Наименование комплексного показателя качества	Математическое выражение
1.Среднее арифметическое взвешенное	$\bar{\theta} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i \theta_i}{\sum_{i=1}^n q_i}$
2.Среднее гармоническое взвешенное	$\tilde{\theta} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{\sum_{i=1}^n \frac{\theta_i}{q_i}}$
3.Среднее квадратическое взвешенное	$\theta = \sqrt{\sum_{i=1}^n q_i^2 \theta_i^2}$
4.Среднее геометрическое взвешенное	$\hat{\theta} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \theta_i^{q_i}}$

С помощью весовых коэффициентов  $q_i$  учитывается важность или ценность каждого единичного показателя. Однако на сколько или во сколько раз один показатель важнее другого сказать трудно. Эта сложная задача определения весомости показателей качества часто решается экспертным методом, исходя из условия

$$\sum_{i=1}^n q_i = 1 \quad (6)$$

Суммирование единичных показателей качества с учетом их весов производится в соответствии с правилами теории размерностей. Поэтому от абсолютных значений единичных показателей качества необходимо предварительно перейти к относительным,  $\theta_i$  - относительные показатели качества,  $n$  – число показателей качества.

Среднее арифметическое взвешенное используется преимущественно тогда, когда в комплексный показатель качества объединяются однородные единичные показатели, а разброс между слагаемыми невелик.

Среднее гармоническое взвешенное применяется тогда, когда разброс между слагаемыми более значительный.

Среднее квадратическое взвешенное используется в методе наименьших квадратов.

Наиболее распространенным и универсальным является среднее геометрическое взвешенное. Оно применяется при комплексировании неоднородных показателей качества, в том числе разнородной продукции, соответствующих разным условиям ее применения и имеющим значительный разброс.

### Задача 5.

Сравнить интегральные показатели качества двух специальных металлорежущих станков одинакового назначения. Исходные данные для расчета приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Техничко-экономические показатели металлорежущих станков

№ п/п	Показатели	Обозначения	Значение показателей качества	
			нового станка	базового станка
1	Годовая производительность при отсутствии простоев из-за отказов, тыс, деталей	П	22	22
2	Время простоев из-за отказов, %	Т	2	5
3	Стоимость станка, ден.ед.	З <sub>с</sub>	198000	160000
4	Годовые затраты на ремонт, ден.ед.	З <sub>р</sub>	2070,4	4210
5	Прочие годовые эксплуатационные затраты, ден.ед	З <sub>э2</sub>	3060	3000
6	Срок службы, лет	Т	13	10

### Задача 6.

Определить смешанным методом уровень качества применяемого в угольной промышленности качество грохота – ГЦП и определить



относительные показатели, интегральный показатель и относительный интегральный показатель по данным, приведенным в таблице 14.

Таблица 14 – Значение показателей качества грохолота -ГЦЛ

Показатель качества	Числовое значение показателя качества		Значение относительного показателя качества
	ГЦЛ	эталона	
Производительность $W$ , т/ч	630	700	
Срок службы до первого капитального ремонта $T_{cp}$ , мес	10,5	11	
Наработка на отказ $T_o$ , ч	550	500	
Среднее время восстановления $T_{в}$ , ч	3,5	4	
Количество отказов д	12	14	
Коэффициент технического использования $K_{ис}$	0,984	0,990	
Оптовая цена $C_1$ , ден.ед.	3200	3500	
Средняя стоимость одного часа эксплуатации $C_5$ , ден.ед.	0,40	0,45	
Средняя стоимость одного простоя из-за ремонта $C_3$ , ден.ед.	500	560	
Отношение площади просеивающей поверхности к общей площади грохота, $K_n$	0,9	0,8	
Уровень шума, дБ (допустимый уровень шума $K_{ш}=90$ дБ), $K_{ш}$	87	84	

### Методические указания к решению задач данного типа:

Интегральный показатель качества грохота -ГЦЛ рассчитывается по формуле:

$$K_u = \frac{W * T_{cp} * K_n}{C_1 - C_2 * K_n * T_o + C_3 * T_e} \quad (7)$$

Относительный интегральный показатель рассчитывается по формуле:

$$\theta_u = \frac{K_u}{K_{убаз}} \quad (8)$$

где:  $K_u$  - интегральный показатель качества оцениваемого грохота - ГЦЛ;

$K_{убаз}$  - интегральный показатель базового образца грохота - ГЦЛ.

Для оценки технического уровня грохота смешанным методом берут три относительных показателя:

- относительный интегральный показатель ( $\theta_u$ );
- относительный показатель просеивающей поверхности ( $\theta_m$ );
- относительный показатель уровня шума ( $\theta_w$ ).

### Задача 7.

Рассчитать весомость показателей качества цифрового вольтметра и оценить его качество по данным, приведенным в таблице 15.

Таблица 15 – Технические показатели качества цифрового вольтметра

Показатель качества	Числовое значение показателя		Значение относительного показателя качества	Коэффициент весомости, определенный экспертным методом
	вольтметра	эталона		
Класс точности	М	М		
Быстродействие,	20	20		
Диапазон	0,3 ... 1000	0,8 ... 2000		
Чувствительность,	10	10		
Входное	2000	2500		
Напряжение				
диапазон, В	220±10%	220±6 %		
частотный	50±1,5	50±1,5		
стабильность во	0,001	0,001		
Температурный	0. , .50	0. . .50		
Время безотказной	320	320		
Габаритные	530x210x430	491x223x404		
Масса, кг	35	23		

### Методические указания к решению задач данного типа:

Для того чтобы оценить качество цифрового вольтметра необходимо определить коэффициенты весомости показателей, составляющих его качество. Оценка весомости производится с помощью экспертного метода (см. практическую работу № 4).

### Задача 8.

Проанализировать систему показателей качества сверлильных станков и определить относительные показатели качества. Дать комплексную оценку качества сверлильных станков. Определить интегральный показатель качества нового и базового станка, уровень качества нового станка. Действительный годовой фонд времени работы станков  $F_{год} - 4015$  ч, коэффициент загрузки станков  $\Psi_1 - 0,75$ .

Исходные данные - единичные показатели качества, коэффициенты для сверлильных станков представлены в таблице 16. Коэффициенты весомости всех показателей рассчитать экспертным методом (ранжирование).

Таблица 16 – Техничко-экономические показатели сверлильного станка

№ п/п	Наименование показателя	Величина показателя качества станка		Коэффициенты весомости, $q_i$	Относительные показатели качества, $\theta_i$
		базового -го	нового		
1	2	3	4	5	6
<b>1. Показатели назначения</b>					
1.1	Производительность станка, отв/ч	16	19		
1.2	Точность обработки, мкм	4	3		
<b>2. Показатели надежности и долговечности</b>					
2.1	Срок службы до капитального ремонта, годы	8	9		
2.2	Гарантийный срок, годы	1.5	2.0		
2.3.	Коэффициент технического использования	0.94	0.96		
<b>3. Показатели технологичности</b>					
3.1.	Коэффициент сборности, $K_{сб}$ , ед.	0.95	1.0		
3.2	Трудоемкость, нормо-ч/кВт	470	520		
3.3	Материалоемкость, кг/кВт	1200	1300		
<b>4. Эргономические показатели</b>					
4.1	Соответствие конструкции силовым возможностям человека, баллы	2	4		
4.2.	Уровень шума, децибеллы	55	50		
<b>5. Эстетические показатели</b>					
5.1.	Внешний вид, качество отделки, упаковки, баллы	4	5		
<b>6. Показатели стандартизации и унификации</b>					
6.1.	Применяемость унифицированных и стандартных сборочных единиц, %	40	45		
<b>7. Патентно-правовые показатели</b>					
7.1.	Показатель патентной защиты, $\Pi_{п.з.}$ , ед	0.03	0.05		

7.2.	Показатель патентной чистоты, $P_{п.ч}$ , ед.	0.9	0.9		
8. Экономические показатели					
8.1.	Цена станка, ден.ед	17640	20000		
8.2.	Эксплуатационные расходы, $Z_{э}$ , ден.ед/ч	19.00	19.40		

Суммарный полезный эффект от эксплуатации станков определяется как общее количество обработанных за срок службы деталей по формуле:

$$П Э_{\Sigma} = Pr * F_{год} * \Psi_{з} * T \quad (9)$$

где:  $P_p$  - часовая производительность станка, шт/ч;

$\Psi_{з}$  - коэффициент загрузки станка;

$F_{год}$  - действительный годовой фонд времени станка, ч.;

$T$  - срок службы до капитального ремонта, лет;

Суммарное количество эксплуатационных расходов за  $T$  лет службы до капитального ремонта ( $Z_{э}$ ) – рассчитывается по формуле:

$$Z_{э} = F_{год} * \Psi_{з} * T \quad (10)$$

### Задача 9.

Необходимо рассчитать интегральный показатель качества металлорежущего станка и определить уровень его качества. Исходные данные приведены в таблица 17.

Таблица 17 – Исходные данные

Наименование показателя	Вариант				
	Базовый	1	2	3	4
Количество деталей, изготавливаемых на станке, тыс.дет/год	500	450	560	500	510
Приведенные затраты на изготовление станка, ден.ед.	14400	13200	13600	14000	14500
Среднегодовые приведенные затраты на эксплуатацию станка, ден.ед	492	650	850	420	500
Срок службы станка, лет	8	11	10	9	8
Поправочный коэффициент, зависящий от срока службы станка	0,194	0,166	0,174	0,182	0,194

### Задача 10.

Определить технико-экономический уровень улучшенной модификации металлорежущего станка, сравнив его с базовой моделью. Исходные данные представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Техничо – экономические показатели металлорежущего станка

Показатели качества металлорежущего станка	Числовые значения показателей качества	
	Базовая модель	Станок улучшенной модификации
Годовая производительность при безотказной работе, тыс.дет	20	20
Время простоев из-за отказов, %	6	3
Стоимость станка, ден.ед	50	200
Годовые затраты на ремонт, ден.ед	4	2
Прочие годовые эксплуатационные затраты, ден.ед	40	40
Срок службы, лет	3	12

### Задача 11.

Рассчитать интегральный показатель качества бытового холодильника. Новый бытовой холодильник отличается от старого (базового) рядом свойств. Новый образец имеет больший полезный объем в тех же габаритах за счет использования более эффективной термоизоляции. Его внешний вид более современный. Оснащен автоматическим устройством для оттаивания и удаления накопившегося льда. В то же время он дороже базового и потребляет больше электроэнергии. При этом коэффициент приведения разновременных затрат принят равным 0,06. Исходные данные для расчета приведены в таблице 19.

Таблица 19 – Техничо-экономические показатели бытовых холодильников

Наименование показателя	Обозначение	Значение показателя	
		Нового образца	Базового образца
Объем холодильной камеры, л	P1	160	140
Объем морозильной камеры, л	P2	15	10
Эстетические, баллы	P3	5,0	4,1
Эргономические, баллы	P4	4,8	3,8
Средний срок службы, лет	P5	12	10
Цена холодильника, тыс. руб.	Zc	14000	13450
Годовые эксплуатационные затраты, тыс. руб.	Zэ	235	220

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4**

**Экспертный метод. Определение коэффициентов весомости показателей качества.**

### **Цель работы.**

1. Ознакомиться с методикой выполнения ранжирования.
2. Ознакомиться с методикой выполнения сопоставления.
3. Изучить методику расчета коэффициентов конкордации и весомости.

### **Задание.**

1. Ознакомиться с методикой выполнения ранжирования объектов экспертизы, расчетом коэффициентов конкордации и весомости.
2. Рассчитать коэффициенты весомости и конкордации по результатам экспертизы, представленных в таблице 20.
3. Ознакомиться с методикой выполнения экспертной оценки способом «сопоставление».
4. Получить практические навыки расчета коэффициентов конкордации и весомости при выполнении экспертной оценки способом «сопоставление», представленной в таблице 21.
5. Создав экспертную группу из 7-10 человек, провести экспертную оценку потребительских показателей швейных машинок (таблица 22). Каждый эксперт проводит экспертную оценку потребительских показателей способом ранжирования. Наиболее значимому показателю присваивается ранг  $R=1$ . Результаты сводятся в таблицу. Оценить согласованность мнений экспертов. Рассчитать коэффициенты весомости объектов экспертизы и интегральные показатели качества. Сделать вывод. Оформить работу.

Таблица 20 –Результаты ранжирования

Вариант	Номер объекта экспертизы	Ранговая оценка эксперта, R <sub>ij</sub>							$\sum_{j=1}^m R_{ij}$	$\sum_{j=1}^m R_{ij} - \overline{R}_2$	$(\sum_{j=1}^m R_{ij} - \overline{R}_2)^2$
		1	2	3	4	5	6	7			
1	1	1	2	3	1	2	2	1			
	2	3	4	2	5	3	4	2			
	3	5	5	4	3	4	3	3			
	4	2	3	1	2	1	1	4			
	5	4	1	5	4	5	6	5			
	6	7	6	6	7	6	5	6			
	7	6	7	7	6	7	7	7			
2	1	1	2	3	4	5	2	2			
	2	2	3	4	5	1	4	4			
	3	3	1	1	2	2	3	3			
	4	4	4	2	1	3	1	1			
	5	5	5	5	3	6	6	6			
	6	6	7	6	7	4	5	5			
	7	7	6	7	6	7	7	7			
3	1	7	5	5	5	7	2	2			
	2	6	7	7	6	5	4	4			
	3	5	6	6	7	6	3	3			
	4	4	3	3	4	3	1	1			
	5	3	4	4	3	4	6	6			
	6	2	2	1	1	1	5	5			
	7	1	1	2	2	2	7	7			
4	1	6	4	5	5	4	2	2			
	2	5	6	4	6	5	4	4			
	3	4	5	6	4	6	3	3			
	4	7	7	7	7	7	1	1			
	5	2	2	1	1	3	6	6			
	6	3	1	2	3	1	5	5			
	7	1	3	3	2	2	7	7			

5	1	1	2	3	2	1	2	2			
	2	4	5	5	4	5	4	4			
	3	3	3	2	3	3	3	3			
	4	6	6	6	6	2	1	1			
	5	2	4	4	1	7	6	6			
	6	5	1	1	5	4	5	5			
	7	7	7	7	7	6	7	7			

Таблица 21 –Результаты попарного сопоставления

Вариант	Номер объекта экспертизы	Номер объекта экспертизы						B <sub>ij</sub>
		1	2	3	4	5	6	
1	1	X	1	3	1	1	1	
	2		X	2	2	2	2	
	3			X	3	3	3	
	4				X	4	4	
	5					X	5	
	6						X	
2	1	X	2	3	4	5	6	
	2		X	2	4	5	6	
	3			X	4	5	6	
	4				X	5	6	
	5					X	6	
	6						X	
3	1	X	1	1	4	5	6	
	2		X	2	2	5	6	
	3			X	3	3	3	
	4				X	4	6	
	5					X	5	
	6						X	
4	1	X	1	1	4	1	6	
	2		X	2	2	2	2	
	3			X	3	3	3	
	4				X	5	4	
	5					X	6	
	6						X	
5	1	X	1	3	1	5	1	
	2		X	2	4	2	6	
	3			X	3	5	3	
	4				X	4	6	
	5					X	5	
	6						X	



6	1	X	1	1	4	1	6
	2		X	3	2	2	2
	3			X	3	3	6
	4				X	5	4
	5					X	5
7	1	X	2	3	1	5	1
	2		X	2	4	2	6
	3			X	3	5	3
	4				X	4	6
	5					X	6
	6						X

Таблица 22 - Показатели качества швейных машинок

№ п/п	Единичные показатели совершенства сшивания тканей прямой строчкой	Значение оценки, баллы $K_i$		Коэффициенты весомости, $q_i$	Значение взвешенных оценок, $(K_i \times q_i)$	
		Подольск-132	Бернина - 800		Подольск-132	Бернина-800
1	Правильность регулирования верхней и нижней нитей	4	4			
2	Переплетение верхней и нижней нитей в середине сшиваемых тканей	4	4,5			
3	Отсутствие сборок у сшиваемых тканей и исключение образования гофров и морщин	4,5	4,5			
4	Отсутствие пропусков стежков	5	5			
5	Постоянство размера уставленной длины стежка по всей длине шва и соответствие установке регулятора	4	4,75			
6	Отсутствие бокового смещения стежков от линии шва	4	4			
7	Увод ткани от заданного направления строчки	4,3	5			
8	Взаимное относительной смещение материалов и сшиваемых тканей (вдоль и поперек)	4	4			
9	Сохранение начальной прочности сшиваемой	3	4			

	нити					
	Обобщенный показатель совершенства сшивания тканей прямой строчкой					

### **Методические указания к решению задач данного типа:**

Экспертный метод оценки уровня качества продукции основан на использовании обобщенного опыта и интуиции специалистов. Экспертный метод применяют, когда невозможно или затруднительно использовать более объективные методы.

Экспертным методом осуществляются:

разработка классификации оцениваемой продукции;

определение номенклатуры показателей качества оцениваемой продукции;

определение коэффициентов весомости показателей качества продукции;

оценка показателей качества органолептическим методом,

выбор базовых образцов и значений базовых показателей качества;

определение комплексных показателей качества (обобщенных и групповых) на основе совокупности единичных и комплексных показателей аттестации продукции.

Независимо от целей и задач применение экспертного метода предполагает соблюдение следующих условий:

экспертная оценка проводится только в том случае, если для решения вопроса нельзя использовать более объективные методы;

в работе экспертной комиссии не должно быть факторов, способных повлиять на искренность суждений экспертов;

мнения экспертов должны быть независимыми;

вопросы, поставленные перед экспертами, не должны допускать различного толкования;

эксперты должны быть компетентными в решаемых вопросах;

количество экспертов должно быть оптимальным;

ответы экспертов должны быть однозначными и обеспечивать возможность их математической обработки.

Для оценки уровня качества продукции экспертным методом создается экспертная комиссия. Она обычно состоит из экспертной и рабочей групп. Экспертная группа включает высококвалифицированных специалистов по созданию и реализации оцениваемой продукции - исследователей, технологов, конструкторов, дизайнеров, товароведов и др. В группе должно быть не менее 7 экспертов и не более 15, в отдельных случаях - 15 -20. Рабочая группа организует процедуру опроса, собирает анкеты, обрабатывает и анализирует экспертные оценки. Для однотипной продукции экспертная комиссия создается как постоянно функционирующий орган с достаточно стабильным составом экспертов и членов рабочей группы. На завершающем этапе формирования экспертной группы проводят тестирование, самооценку и взаимооценку экспертов, анализ их надежности и проверку согласованности их мнений.

Тестирование состоит в решении экспертами задач, подобных реальным, с известными (но не экспертам) ответами. На основании результатов тестирования устанавливают компетентность и профпригодность экспертов.

Самооценка экспертов состоит в ответе каждым из них в строго ограниченное время на вопросы специальной анкеты. В результате быстро и просто ими же самими проверяются их профессиональные знания и деловые качества.

Степень надежности - отношение числа случаев, когда мнение эксперта совпало с результатом экспертизы, к общему количеству экспертиз, в которых он участвовал.

Согласованность мнений экспертов определяется через коэффициент конкордации (от лат. *concordare* - привести в соответствие, упорядочить) ( $W$ ), рассчитываемый по формуле, предложенной Кендаллом:

$$W = 12 * S / (m^2 * (n^3 - n)) \quad (11)$$

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

$m$  - число экспертов;

$n$  - число объектов экспертизы.

Коэффициент конкордации ( $W$ ) может принимать значения от 0 до 1. Чем ближе  $W$  к 1, тем выше согласованность мнений экспертов, и наоборот.

По тому, в какой форме эксперты выражают мнение (т.е. по способу проведения экспертизы), различают следующие способы проведения экспертизы:

непосредственное измерение показателей в тех единицах, в которых они измеряются;

ранжирование;

сопоставление.

### **Непосредственное измерение**

При непосредственное измерение показателей в тех единицах, в которых они измеряются значения показателей качества определяются сразу в установленных единицах, что является наиболее сложным и предъявляет к экспертам наиболее высокие требования.

### **Ранжирование**

Ранжирование состоит в расстановке объектов экспертизы в порядке их предпочтения по важности и весомости. Место, занятое при расстановке, называется рангом ( $R$ ).

Чем выше ранг при ранжировании, тем предпочтительнее объект, весомее, важнее показатель. Сумма рангов, полученная в результате ранжирования  $n$  объектов, будет равна сумме чисел натурального ряда:

$$S_n = \sum_{i=1}^n R_i = 0,5 * n * (n+1), \quad (12)$$

где  $R_i$  - ранг  $i$ -го объекта экспертизы.

Коэффициенты весомости объектов экспертизы рассчитываются по формуле:

$$q_i = \frac{\sum_{j=1}^m R_{ij}}{\sum_{i=1, j=1}^{n, m} R_{ij}}, \quad (13)$$

где  $R_{ij}$  - ранг  $i$ -го объекта экспертизы данный  $j$ -м экспертом.

Коэффициент весомости ( $q_i$ ) показывает значимость экспертизы (например, значимость показателя в общей оценке качества продукции). Он может принимать значения от 0 до 1. Чем ближе  $q_i$  к 1 тем показатель более значим, весомей и наоборот. Сумма  $q_i$  всех объектов экспертизы должна быть

равна единице, т.е.  $\sum_{i=1}^n q_i = 1$ .

Для определения наиболее значимых коэффициентов весомости определяют их среднее значение  $\bar{q}$ , исходя из условия равнозначности объектов экспертизы для эксперта:

$$\bar{q} = 1/n, \quad (14)$$

Например, необходимо проранжировать 7 объектов экспертизы:

Номер объекта экспертизы, $n$	1	2	3	4	5	6	7	$\sum_{i=1}^n R_i$
Ранговая оценка эксперта № 1, $R_1$	4	3	2	6	1	5	7	28
Ранговая оценка	5	3	2	5	1	5	7	28

эксперта № 2, $R_2$									
Ранговая оценка эксперта № 3, $R_3$	5	2	2	4	2	7	6	28	

По мнению эксперта № 1, объект номер семь заслуживает самой высокой оценки, и ему присваивается  $R = 7$ , объекту номер четыре присваивается  $R = 6$  и т.д. Сумма рангов, полученных в результате ранжирования первого эксперта семи объектов экспертиза равна 28. Второй эксперт, допустим, оценил объекты 1, 4 и 6 одинаково. По мнению этого эксперта, объекты (например, 1, 4 и 6) одинаковы по своей значимости, стандартизированный ранг их тоже одинаковым:  $R = (4+5+6):3 = 5$ . Сумма рангов, полученных в результате ранжирования второго эксперта семи объектов экспертиза равна тоже 28. Третий эксперт – однозначно ранжирует объекты экспертизы с первого по четвертое место ( ранговые оценки 7,6,5 и 4) и не видит различий между оставшимися тремя объектами экспертизы. Эксперт все три объекта может поставить на последнее место. Ранговые оценки складываются и усредняются:  $(3+2+1)/3=2$ . Сумма рангов, полученных в результате расстановки объектов экспертизы третьим экспертом так же равна 28 ( см.формулу 2).

Например, 8 экспертов проранжировали 7 объектов экспертизы. Результаты представлены в таблице 23.

Таблица 23 - Сводная таблица результатов ранжирования

Номер объекта экспер- тизы, n	Ранговая оценка эксперта, $R_{ij}$								$\sum_{j=1}^m R_{ij}$	$\sum_{j=1}^m R_{ij} - \bar{R}_i$	$(\sum_{j=1}^m R_{ij} - \bar{R}_i)^2$
	1	2	3	4	5	6	7	8			
1	4	5	5	7	5	6	5	6	43	11	121
2	3	3	2	1	3	2	3	4	21	-11	121
3	2	2	2	4	3	4	5	2	24	-8	64
4	6	5	4	3	3	1	2	5	29	-3	9
5	1	1	2	2	1	3	1	3	14	-18	324
6	5	5	7	5	7	6	7	1	43	11	121
7	7	7	6	6	6	6	5	7	50	18	324
$\sum_{i=1}^n R_{ij}$	2	2	2	2	2	2	2	2	224		1084
	8	8	8	8	8	8	8	8			

Определим согласованность мнений 8 экспертов о 7 объектах экспертизы по формуле (11). Результаты дополнительных расчетов представлены в таблице 23, где:

$\sum_{j=1}^m Rij$  - сумма рангов, данных 8 экспертами каждому объекту экспертизы;

$\overline{R}_i$  - средняя сумма рангов, рассчитанная по формуле (15).

$$\overline{R}_i = \sum_{i=1, j=1}^{n,m} R_{ij} / n = 224/7 = 32, \quad (15)$$

Сумма квадратов отклонений (S) суммы рангов каждого объекта экспертизы ( $\sum_{j=1}^m Rij$ ) от среднего арифметического рангов  $\overline{R}_i$ ,  $S = 1084$ .

Рассчитаем коэффициент конкордации по формуле 11:

$$W = 12 * 1084 / 8^2 * (7^3 - 7) = 0,6.$$

Значимость коэффициента конкордации (W) проверяется с помощью критерия Пирсона ( $\chi^2$ ). Расчетное значение критерия Пирсона рассчитывается по формуле 6:

$$\chi_{расч}^2 = W * m * (n-1) = 0,6 * 8 * 6 = 28,8 \quad (16)$$

Расчетное значение критерия сравнивают с табличным  $\chi_{табл}^2$  при доверительной вероятности  $P=0,95$  для (n - 1) степеней свободы. Табличное значение критерия Пирсона представлено в таблице 2. Если  $\chi_{расч}^2 > \chi_{табл}^2$ , величина коэффициента конкордации считается значимой. В примере  $\chi_{табл}^2 = 12,6$ . Следовательно, критерии конкордации значим, а мнение 8 экспертов о 7 объектах экспертизы можно считать согласованным.

Таблица 24 -Значение критерии Пирсона при (n-1) степенях свободы

n-1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$\lambda=0.05$	7.8	9.5	11.1	12.6	14.1	15.5	16.9	18.3	19.7	21.0	22.4
$\lambda=0.01$	11.3	13.3	15.1	16.8	18.5	20.1	21.7	23.2	24.7		

Рассчитаем коэффициенты весомости  $q_i$ , для каждого объекта экспертизы по формуле (3):

$$q_1 = 43/224 = 0.192$$

$$q_2 = 21/224 = 0.094$$

$$q_3 = 24/224 = 0.107$$

$$q_4 = 29/224 = 0.13$$

$$q_5 = 14/224 = 0.063$$

$$q_6 = 43/224 = 0.192$$

$$q_7 = 50/224 = 0.223$$

Для проверки правильности выполненных расчетов найдем сумму рассчитанных коэффициентов весомости, она должна быть равна 1.

$$\sum_{i=1}^n q_i = 0.192+0.094+0.107+0.13+0.063+0.192+0.223 = 1$$

В результате расчета коэффициентов весомости объекты экспертизы расставлены в следующем порядке по их важности и весомости. Объект № 7 с коэффициентом весомости  $q_7= 0.223$  занимает первое место, на втором и третьем – объекты № 1 и № 6 ( $q_1= q_6= 0.192$ ), на четвертом объект № 4 ( $q_4=0.13$ ) на пятом – объект № 3 ( $q_3=0.107$ ), на шестом - объект № 2 ( $q_2=0.094$ ), на седьмом – объект № 5 ( $q_5= 0.063$ ).

Для определения наиболее значимых коэффициентов весомости определим  $\bar{q}$  по формуле (4) и сравним  $\bar{q}$  с  $q_i$ . Те коэффициенты, значения которых превышают значение среднего коэффициента весомости ( $\bar{q}= 1/n = 1/7=0.142$ ), считаются значимыми. Следовательно, коэффициенты весомости объектов номер 7, 6, 1 являются наиболее значимыми. Если объектами экспертизы выступали показатели качества конкретного вида продукции, то их необходимо определять, нормировать и по ним производить оценку качества. Если объектом экспертизы являлась продукция (разные ее модификации, типы или модели), то потребители предпочитают в большей степени объекты №7, №6 и №1.



## Сопоставление

Сопоставление проводят попарно и последовательно.

Попарное сопоставление это один из способов проведения экспертизы, самый простой и наиболее оправданный с психологической точки зрения. Измеряемые величины сравнивают между собой попарно, и для каждой пары результат сравнения выражается в форме «больше - меньше» или «лучше - хуже». Затем ранжирование производится на основании результатов попарного сопоставления.

В зависимости от способа указания предпочтений при попарном сопоставлении существуют различные методики расчета коэффициентов весомости и конкордации. Рассмотрим некоторые из них;

### **Указание предпочтения номером предпочтительного объекта.**

В этом случае весомость  $i$ -го объекта экспертизы определяется по формуле;

$$q_i = \frac{\sum_{j=1}^m B_{ij}}{c \times m} \quad (17)$$

где  $B_{ij}$  - количество предпочтений  $i$ -го объекта экспертизы  $j$ -м экспертом;

$m$  - число экспертов в группе,

$c$  - общее число суждений одного эксперта, связанное с числом объемов экспертизы ( $n$ ) соотношением:

$$c = n \cdot (n-1) / 2 \quad (18)$$

Например, в таблице 1 приложения представлены характеристики потребительских показателей качества электроутюгов. Необходимо определить наиболее значимые для потребителя функциональные показатели качества способом сопоставления. В таблице 25 представлен перечень функциональных показателей электроутюгов и присвоенные им номера.

Таблица 25 - Функциональные показатели качества электроутюгов

№ п/п	Наименование показателя качества улектроутюгов	Номер объекта экспертизы
1	Качество глажения с паром	$X_1$
2	Качество глажения всухую	$X_2$
3	Эффективность очистки подошвы утюга	$X_3$
4	Устойчивость на задней опоре на наклонной плоскости	$X_4$
5	Удобство управления	$X_5$
6	Качество подошвы	$X_6$

Каждый эксперт проводит попарное сравнение и результаты попарного сопоставления  $j$ -го эксперта представлены в таблице 26.

Таблица 26 - Анкета  $j$ -го эксперта

Номер объекта экспертизы, $n$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$
$X_1$	-	2	1	1	1	6
$X_2$		-	2	2	2	6
$X_3$			-	4	3	6
$X_4$				-	4	6
$X_5$					-	6
$X_6$						-

Например, при сравнении первого ( $X_1$ ) и второго ( $X_2$ ) объектов экспертизы эксперт отдает предпочтение ( $X_2$ ). В анкете указывается номер 2. При сравнении второй пары ( $X_1$ ) и ( $X_3$ ) предпочтение отдается ( $X_3$ ), в анкете указывается номер 3 и т.д. Выполняется неполное попарное сравнение, поэтому заполняется половина таблицы.

Для расчета коэффициентов весомости по формуле (7) рассчитаем частоту предпочтений  $j$ -го эксперта (табл. 4). Допустим, в таблице 4

представлено попарное сопоставление 1-го эксперта. Количество предпочтений первого объекта экспертизы первым экспертом  $B_{11} = 3$ , второго объекта экспертизы -  $B_{21} = 4$ , третьего -  $B_{31} = 1$  и т.д. Допустим, что в группе 7 экспертов ( $m = 7$ ). Результаты попарного сопоставления 7 экспертов сведены в таблицу 27.

Сумма коэффициентов весомости должна быть равна 1. По мнению семи экспертов объекты экспертизы - показатели качества электроутюгов, расположились в следующей последовательности по важности и весомости:  $X_6$ ;  $X_2$ ;  $X_1$ ;  $X_4$ ;  $X_3$ ;  $X_5$ . (Качество подошвы; качество глажения всухую; качество глажения с паром; устойчивость на задней опоре на наклонной плоскости; эффективность очистки подошвы утюга; удобство управления).

Таблица 27 - Результаты попарного сопоставления

Номер объекта экспертизы, $n_i$	Количество предпочтений i-го объекта экспертизы j-м экспертом, $B_{ij}$							$\sum_{j=1}^m B_{ij}$	$q_i = \frac{\sum_{j=1}^m B_{ij}}{c \times m}$
	$B_{i1}$	$B_{i2}$	$B_{i3}$	$B_{i4}$	$B_{i5}$	$B_{i6}$	$B_{i7}$		
$X_1$	3	2	3	2	3	3	2	18	0.171
$X_2$	4	3	3	3	3	4	2	22	0.21
$X_3$	1	2	1	3	2	1	2	12	0.114
$X_4$	2	2	3	1	1	2	3	14	0.133
$X_5$	0	1	1	1	2	0	2	7	0.067
$X_6$	5	5	4	5	4	5	4	32	0.305
$c = n*(n-1)/2$	15	15	15	15	15	15	15		
$c*m$								105	
$\sum_{i=1}^n q_i$									1

Определим наиболее значимые функциональные показатели качества электроутюгов. Если  $q_i \geq \bar{q}$  показатель значим,  $\bar{q} = 1/6 = 0,17$ . Наиболее значимыми являются показатели: качество подошвы ( $q_i = 0.305$ ); качество глажения всухую ( $q_2 = 0.21$ ); качество глажения с паром ( $q_1 = 0.171$ ).

Одним из основных недостатков этого способа выполнения попарного сопоставления является отсутствие оценки согласованности мнения экспертов в группе.

**Указание предпочтения  $i$ -го объекта экспертизы на  $k$ -ым 1;  $k$ -го над  $i$ -ым -1; их равенство – 0.**

В таблице 6 представлен перечень потребительских показателей электроутюгов. Методом попарного сопоставления, указывая предпочтение  $i$ -ого объекта над  $k$ -ым 1,  $k$ -ого над  $i$ -ым (-1) и их равенство 0, необходимо проранжировать эти показатели.

Выполнив попарное сопоставление, подсчитаем сумму оценок  $\sum_{k=1}^n X_k$  по каждому объекту экспертизы, учитывая математические знаки при сложении. Расставим объекты экспертизы по порядку в зависимости от итоговой суммы, полученной каждым объектом экспертизы и проранжируем. Максимальную ранговую оценку получает объект экспертизы, занявший **последнее место**. Объекты экспертизы, имеющие равные значения сумм ( $X_1, X_3, X_5$ ), занимают один порядковый номер (№4) и имеют равную ранговую оценку  $(4+5+6)/3 = 5$ .

В таблице 28 представлены результаты попарного сопоставления  $j$ -ого эксперта.

Таблица 28 - Результаты попарного сопоставления  $j$ -ого эксперта

Наименование потребительских показателей электроутюгов	k i									$\sum_{k=1}^n X_k$	Порядок	$R_i$
		$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$			
Цена, у.е.	$X_1$	-	1	0	-1	-1	1	-1	1	0	4	5
Масса, кг	$X_2$	-1	-	1	-1	1	1	-1	1	1	3	3
Потребляемая мощность, Вт	$X_3$	0	-1	-	-1	1	1	-1	1	0	4	5
Качество глажения	$X_4$	1	1	1	-	1	1	0	1	6	1	1
Эффективность очистки подошвы	$X_5$	1	-1	-1	-1	-	1	0	1	0	4	5
Удобство управления	$X_6$	-1	-1	-1	-1	-1	-	-1	1	-5	5	7
Качество подошвы	$X_7$	1	1	1	0	0	1	-	1	5	2	2
Самоочистка от накипи	$X_8$	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-	-6	6	8

$\sum_{i=1}^n R_i$																					36
--------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

По формуле 12 сумма рангов будет равна 36:

$$\sum_{i=1}^n R_i = 0,5 * n * (n+1) = 0,5 * 8 * 9 = 36$$

Результаты ранжирования экспертов сводятся в таблицу, и данные обрабатываются по методике, описанной в разделе «Ранжирование».

### Последовательное сопоставление

Процедура последовательных сравнений состоит в следующем. Эксперту необходимо оценить ряд объектов (показателей, факторов, результатов) по их относительной важности (значимости), и он производит ранжирование. Наиболее важному объекту присваивается оценка, равная 1, а остальным - оценки ниже 1 (до 0), в порядке их относительной важности. Затем эксперт устанавливает, является ли объект с оценкой 1 более важным, чем сумма остальных факторов. Если важность объекта велика, то он увеличивает оценку  $V_i$ , чтобы она была больше, чем сумма всех остальных:

$$V_i > \sum_{i=1}^n V_i \quad (19)$$

Если значимость объекта ниже, чем сумма всех остальных, то эксперт корректирует оценки:

$$V_i < \sum_{i=1}^n V_i \quad (20)$$

Далее аналогичной процедуре подвергаются все остальные объекты, значимость которых сравнивается с суммарной значимостью всех оставшихся объектов экспертизы.

Таким образом, используемая процедура состоит в систематической проверке оценок путем их последовательного сравнения.

Метод последовательных предпочтений целесообразно применять, если число сравниваемых объектов не превышает 7. При большем количестве объектов их необходимо разбивать на подмножества, включающие по 6 объектов. В тех случаях, когда это невозможно, следует использовать метод парных сравнений.

Приложение 1

Таблица 1 -Потребительские показатели качества электроутюгов

Общие данные	Braun PV-57S	Bosch TDA 5038	Tefal Prima-gliss 1470	Moulinex B-77	National NL-431 E	Philps HI-232V	Unit USI-85	УТПП-1000
Цена, руб	1200	1100	990	750	1150	995	720	650
Масса, кг	1,2	1,1	1,18	1,12	1,2	1,2	1,11	0,95
Потребляемая мощность, Вт (заявленная/измеренная)	1200/1100	1200/1151	1100/1080	1400/1200	1100/1058	1200/1080	1200/1080	1000/1080
Качество глажения с паром/ всухую	4/4	5/4	5/4	4/4	5/4	5/3	4/3	4/3
Эффективность очистки подошвы	4	5	5	3	5	5	5	3
Устойчивость на задней опоре на наклонной плоскости	5	Не соответствует треб. ГОСТ	5	5	5	5	5	4
Удобство управления	4	4	4	4	4	4	4	3
Качество подошвы	Спецсплав, высокое качество полировки	Нержав.сталь, высокое качество полировки	Редристая поверхность (термостойкая эмаль)	Алюминий, плохое качество полировки	Тефлон	Тефлон	Тефлон	Алюминий, плохое качество полировки
Режим «spray»	+	+	+	+	+	+	+	+
Наличие приспособления для намотки шнура	-	+	+	-	-	+	-	-
Самоочистка от накипи	-	+ <sup>1)</sup>	+	+	+	+	+	-
Наличие инструкции на русском языке	-	-	+	-	+	-	+	+

1) – нетрадиционная конструкция парообразования, что заметно замедляет процесс образования накипи

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Николаева М.А. Теоретические основы товароведения: Учебник для вузов. М.: Изд. НОРМА, 2006.
2. Бабкина Н.А. Метод экспертных оценок: Учебно-методическое пособие. Благовещенск: 2005.
3. Шишкин И.О. Метрология, стандартизация и управление качеством. М; Изд-во стандартов, 1990.
4. Райхман Э.П., Азгальдов Г.Г. Экспертные методы в оценке качества товаров- М.: Экономика, 1974.
5. Николаева М.А. Товарная экспертиза: Учебник для вузов. М.: Изд. Дом «Деловая литература», 1998.
6. Бойко Т.С., Басова С.Н. Основы стандартизации, сертификации и метрологии: Методические указания. Хабаровск: 1997.



Наталья Арсентьевна Бабкина,  
*доцент кафедры КиТ АмГУ, канд. техн. наук;*

Управление качеством. Сборник задач и практических заданий:  
учебно-методическое пособие для слушателей Президентской  
программы

---