

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов

КВАЛИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Учебно-методическое пособие
к практическим занятиям
по направлению подготовки 27.04.01
«Стандартизация и метрология»

Пенза 2016

УДК 658.56(075.8)

ББК 30.607я73

М15

Рекомендовано Редсоветом университета

Рецензенты: кандидат технических наук, доцент,
зам. директора по качеству ООО
«Строительные материалы»
В.Ю. Нестеров;
доктор технических наук, профессор
В.И. Логанина (ПГУАС)

Макарова Л.В.

М15 Квалиметрический анализ: учеб.-метод. пособие к практическим занятиям по направлению подготовки 27.04.01 «Стандартизация и метрология» / Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 100 с.

Приведены сведения о практическом применении методов оценки качества продукции и услуг. Даны примеры решения типовых задач.

Учебно-методическое пособие подготовлено на кафедре «Управление качеством и технология строительного производства» и предназначено для использования студентами, обучающимися по направлению подготовки 27.04.01 «Стандартизация и метрология», при изучении дисциплины «Квалиметрический анализ». Оно также может быть полезным инженерно-техническим работникам, занимающимся вопросами оценки качества продукции (услуг).

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2016

© Макарова Л.В., Тарасов Р.В., 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

Качество продукции складывается из технического уровня продукции и полезности товара для потребителя через функциональные, социальные, эстетические, эргономические, экологические свойства и выступает важнейшим составляющим элементом ее конкурентоспособности. Основной целью научно-технического прогресса является ускорение производства высококачественной продукции в необходимом количестве и с наименьшими затратами материальных, трудовых и финансовых ресурсов.

Данное учебно-методическое пособие позволит сформировать навыки и умения проведения квалиметрического анализа качества продукции в рамках освоения следующих компетенций:

- владения методами математического моделирования процессов, оборудования и производственных объектов с использованием современных информационных технологий проведения исследований, разработки методики и технологии проведения экспериментов и испытаний, обработки и анализа результатов, принятия решений, связанных с обеспечением качества продукции, процессов и услуг;

- готовности к сбору, обработке, анализу, систематизации и обобщению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по направлению исследований, выбору рациональных методов и средств при решении практических задач, разработке рабочих планов и программ проведения научных исследований и перспективных технических разработок, подготовке отдельных заданий для исполнителей, а также научно-технических отчетов, обзоров и публикаций по результатам выполненных исследований и разработок;

- способности к исследованию обобщенных вариантов решения проблем, анализу этих вариантов, прогнозированию последствий, нахождению компромиссных решений в условиях многокритериальности, неопределенности создания стандартов и обеспечения единства измерений.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- систему показателей качества объекта (продукция, услуга, процесс и т.д.);

- методы выбора направления исследования в рамках оценки качества изучаемого объекта;

- методологию оценки уровня качества объекта;

- методы построения моделей и идентификации исследуемых процессов, явлений и объектов;

- современные методы оценки качества исследуемых объектов;

- методы осуществления экспертных и аналитических работ;

- критерии, методы и алгоритмы планирования измерений и обработки их результатов при решении различного рода измерительных задач;
- способы анализа качества изучаемых объектов;
- методы оценки уровня качества продукции на всех этапах её жизненного цикла;
- законодательные и нормативные правовые акты, методические материалы по оценке и управлению качеством;
- основные принципы выбора базового образца;
- способы оценки уровня качества изучаемых объектов;
- правила оформления документации в рамках проведенного исследования (оценки);
- требования к разработке корректирующих и превентивных мер, направленных на повышение, обеспечение и управление качеством изучаемого объекта;
- уметь:*
 - формировать номенклатуру показателей качества объектов;
 - применять методы анализа данных о качестве продукции и способы отыскания причин брака;
 - принимать решения о фактическом уровне качества и степени достижения запланированных результатов по качеству;
 - собирать, обрабатывать с использованием современных информационных технологий и интерпретировать необходимые данные для формирования суждений по соответствующим проблемам;
 - анализировать и синтезировать находящуюся в распоряжении исследователя информацию и принимать на этой основе адекватные решения;
 - проводить разработку физических и математических моделей и идентификацию исследуемых процессов, явлений и объектов;
 - ставить и решать прикладные исследовательские задачи, проводить научные эксперименты и оценивать результаты исследований;
 - пользоваться современной научно-технической информацией по исследуемым проблемам и задачам;
 - планировать исследования в рамках оценки качества изучаемого объекта;
 - уметь использовать на практике умение и навыки организации исследовательских и проектных работ;
 - оценивать уровень качества объекта в зависимости от целей;
 - на научной основе организовывать свой труд, самостоятельно оценивать результаты своей деятельности;
 - оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы;

- выбирать эффективные инструменты контроля, анализа и проектирования качества изучаемых объектов;
 - применять на практике традиционные и современные методы оценки качества изучаемых объектов;
 - разрабатывать и реализовывать мероприятия по совершенствованию способов и методов оценки и управления качеством изучаемых объектов;
 - формировать группу аналогов и осуществлять выбор базового образца;
 - выполнять операции нормирования единичных показателей с использованием действующих нормативных документов и методов математической статистики;
 - выполнять работы по измерению фактических значений выбранных единичных показателей и накопления статистических данных в ходе измерений и наблюдений;
 - проводить оценку качества продукции на этапах её жизненного цикла;
 - ставить и реализовывать задачи по разработке организационно-технических мероприятий, направленных на улучшение качества продукции;
 - разрабатывать и реализовывать мероприятия по совершенствованию способов и методов оценки качества изучаемых объектов;
- владеть:*
- приемами организации и проведения работы по оцениванию качества объектов;
 - основными методами оценивания, выбора единичных показателей качества с учётом действующей нормативной документации, передовых научных разработок и т.д.;
 - методами ранжирования единичных показателей качества по их значимости в общей оценке или по их влиянию на результативность (эффективность) технологических процессов;
 - методами вычисления единичных показателей качества в безразмерной форме и их свёртывания в комплексный показатель;
 - навыками формирования целей и задач исследований;
 - навыками формулирования задач и целей исследования;
 - навыками применения компьютерных технологий при проведении работ в области оценки уровня качества объектов;
 - приемами организации работ по оцениванию уровня качества изучаемых объектов;
 - современными инструментами контроля, анализа и проектирования качества объектов исследования;
 - методами оценки уровня качества изучаемых объектов;
 - навыками выбора направления исследования;

- современными инструментами контроля и управления качеством объектов исследования;
- навыками принятия решений в нестандартных ситуациях;
- методологией практической реализации предлагаемых мероприятий;
- методами организации работ по обеспечению качества в условиях конкретного производства;
- навыками составления планов мероприятий направленных на улучшение качества изучаемого объекта.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время преимущественное положение в мировой экономике, социальном и культурном развитии имеют страны, в которых организовано производство качественной продукции. За последние годы произошел ряд серьезных изменений в отношении общества к проблеме качества в целом и отдельным его направлениям, в частности.

Качество, являясь характеристикой сущности объектов и их свойств, всегда имело и имеет для людей большое практическое значение. Поэтому вопросы оценки качества любых объектов, с которыми имеет дело человек, были и остаются среди важнейших. При этом следует учитывать, что эффективное управление выпуском качественной и конкурентоспособной продукции предполагает планирование, управление, обеспечение и улучшение качества.

К настоящему времени квалиметрия представляет собой относительно новую, но вполне сформировавшуюся науку и учебную дисциплину, знания которых необходимы практическим работникам, занимающимся оценкой и последующим управлением качеством различных объектов. В рамках освоения данного научного направления существенное внимание следует уделять квалиметрическому анализу качества продукции.

Оценить качество и принять управленческое решение означает провести исследование. Методология такого рода исследований изложена в данном учебно-методическом пособии.

Практическое занятие № 1

КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТА

Цель занятия: ознакомиться с процедурой оценивания качества продукции и услуг.

1. Основные понятия

Информация в квалиметрии – это совокупность статистических данных о свойствах, состоянии и поведении продукции в соотношениях между ними.

Свойства характеризуют продукцию при потреблении или производстве.

Состояние характеризует продукцию по ее отношению к подобной продукции, например, наличием сертификата, наличием систем качества у производителя, наличием сертификата на систему качества производителя, рейтингом фирмы.

Поведение характеризует положение продукции на рынке, например, насыщенностью, покупательским спросом, конкурентоспособностью.

Соотношение между свойством, состоянием и поведением характеризуется, например, средним или предельным значением коэффициента весомости в зависимости от числа свойств, состояний и поведения.

Совокупность информации – это конкретный набор элементов информации о качестве продукции, непосредственно вошедших в функцию оценивания.

Элемент информации – это значение количественной или качественной характеристики свойства, состояния, поведения или соотношения между ними для конкретной продукции.

Функция оценивания – это аналитическая зависимость, связывающая элементы исходной информации для определения оценки качества продукции.

Оценивание качества продукции – это процедура или совокупность процедур обработки формализованной информации, позволяющие получить конкретный вид и тип оценки с определенными характеристиками доверия.

Можно выделить следующие виды оценивания качества продукции: прямое, косвенное, количественное и качественное.

Прямое (непосредственное) оценивание качества – это оценивание качества по набору элементов статистики (исходной информации),

имеющих одинаковую размерность, например оценка качества бетона только по прочности.

Косвенное оценивание качества – это оценивание качества по набору элементов исходной информации, имеющих разную размерность, определяемых раздельно, по принципиально разным физическим методам и включаемых в функцию оценивания после процедуры формализации.

Формализация информации – это процедура представления информации в виде формальных величин.

Количественное оценивание качества – это совокупность процедур обработки набора информации в выбранной функции оценивания, позволяющих получить результаты оценивания в виде необходимого сочетания числовых величин.

Качественное оценивание – это совокупность процедур обработки набора информации в выбранной функции оценивания, позволяющих получить результаты оценивания в виде лингвистического набора слов или фраз естественного языка. Например, «качество низкое», «качество, соответствующее эталону» и т.д.

Оценивание качества промышленной продукции может производиться непосредственно по однородным элементам информации и косвенно по неоднородным элементам информации.

Непосредственное оценивание по элементам информации крайне субъективно и затруднительно.

В случаях, когда объем элементов информации велик, а сами они неоднородны, оценивание производят косвенно, путем приведения неоднородных элементов информации к безразмерному показателю.

При оценивании используется косвенный метод, основанный на выборочной средней набора формализованных безразмерных элементов информации $K_i [1;n]$.

Для формирования функций оценивания предлагается использовать как отдельные виды выборочных средних, так и различные их комбинации.

2. Технология квалиметрической оценки

Основные этапы квалиметрической оценки представлены на рис.1.1.

Ситуация оценивания – это часть периода существования объекта, в котором проявляются его потребительские свойства.

Для выделения этих свойств необходимо прежде всего определить потребителей – те группы лиц, которые имеют дело с объектом в период его существования и предъявляют к нему одинаковые требования.

Определение решений. Количественная оценка качества необходима для поддержки принятия управленческих решений. Именно перечень

возможных решений определяет список показателей качества и характер операций с ними.

Генерация показателей качества. Всякий объект может характеризоваться неопределенно большим количеством показателей качества.



Рис. 1.1. Этапы квалиметрической оценки

Однако существенными являются только некоторые показатели, например потребительские свойства, т.е. те, которые формируют ожидания потребителя.

Среди них могут быть частные и комплексные. Частные – это те, которые можно оценить непосредственно (инструментально или экспертно). Частные показатели объединяют в однородные группы, каждая из которых служит основой для расчета комплексного показателя одноименной группы.

Получаемая таким образом структура показателей качества называется «деревом свойств», имеющим в квалиметрии два предназначения:

- структуризация мышления (разработчик критериев начинает четко представлять себе, какие группы свойств определяют качество объекта и достаточно ли полно они представлены);

• графическое изображение первичного алгоритма для расчета комплексного показателя качества.

Определение коэффициентов весомости. С учетом разработанных шкал для измерения показателей качества выбирают способ оценивания их относительной значимости («весомости») с целью комплексной оценки качества ближайшего уровня по дереву свойств. Также выполняется оценивание относительной весомости комплексных показателей, входящих в общую группу следующего уровня дерева и т.д.

Помимо определения «весомости» частных показателей находят оценку их «желательности» или «полезности» для потребителя.

Определение взаимодействия. Выявляется возможное взаимодействие между частными и комплексными показателями с позиции «желательности».

Отдельные единичные показатели и значения всех коэффициентов весомости устанавливаются экспертным путем на основании проведенного анализа, с применением таких методов экспертной оценки, как непосредственное измерение, ранжирование и сопоставление.

Конструирование алгоритма. Сконструировать алгоритм – это значит установить его логико-вычислительную структуру. Простейший алгоритм – «Дерево свойств».

Проверка надежности алгоритма. Заключается в определении вероятности ошибки в принятии решения с помощью разработанного алгоритма и установлении критерия достоверности принимаемых решений.

Оценивание качества продукции производится для решения следующих задач:

- обеспечения и управления качеством;
- аттестации продукции по категориям качества;
- выбора наилучшего (оптимального) варианта продукции;
- планирования показателей качества создаваемой продукции;
- контроля качества;
- анализа изменения уровня качества.

3. Методика выполнения и оформления работы

3.1. Выбрать объект исследования.

3.2. Разработать алгоритм квалиметрического оценивания данного объекта.

Вопросы для самоподготовки

1. Что такое ситуация оценивания?
2. Перечислите основные этапы квалиметрического оценивания.
3. Что такое формализация информации?
4. Что такое количественное и качественное оценивание?
5. Что такое прямое и косвенное оценивание качества продукции?

Практическое занятие № 2

СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТОВ

Цель занятия: ознакомиться с номенклатурой показателей качества продукции и услуг.

1. Основные сведения

При оценке качества объектов должны в полной мере учитываться их свойства. Существует система показателей качества, в которую входят: показатели назначения, надежности и долговечности, эргономические показатели и т.д.

Номенклатура показателей качества продукции представлена в табл. 2.1.

Т а б л и ц а 2.1

Номенклатура показателей качества продукции

Наименование критерия и основного вида показателя качества	Условное обозначение показателя качества	Примеры показателей качества
1	2	3
1. Технический уровень		
1.1. Показатели назначения	H_z	Прочность, жесткость, трещиностойкость, огнестойкость, сейсмостойкость, морозостойкость, влагостойкость, стойкость к воздействию солнечной радиации, теплоизоляция, звукоизоляция, светопропускание
1.2. Показатели конструктивности	H_k	Геометрические размеры, форма, состав, структура
1.3. Показатели надежности (долговечность, сохраняемость)	H	Вероятность возникновения отказов (в том числе разрушений, потери свойств), стойкость к коррозии, срок службы, время и условия хранения
1.4. Показатели ремонтпригодности (восстанавливаемости)	P_n	Продолжительность, трудоемкость и стоимость восстановления при отказах
1.5. Показатели технологичности	T_x	Трудоемкость изготовления, материалоемкость, энергоемкость, степень механизации и автоматизации
1.6. Показатели транспортабельности	T_p	Масса, габариты, материалоемкость и трудоемкость упаковки, возможность контейнеризации
1.7. Показатели совместимости	C_c	Взаимная увязка размеров, допусков, видов стыков; согласованность сроков службы
1.8. Эргономические показатели	\mathcal{E}_p	Температурный режим; уровень токсичности, запыленности, вибрации; удобство пользования продукцией
1.9. Эстетические показатели	\mathcal{E}_c	Художественная выразительность, внешний вид, качество поверхностей

1	2	3
2. Стабильность показателей качества		
2.1. Показатели однородности	C_o	Отклонение количественных значений свойств продукции от номинальных, коэффициент вариации основных свойств
2.2. Показатели соблюдения стандартов, ТУ, строительных норм и правил, проектов	C	Показатели соблюдения стандартов, ТУ, строительных норм и правил, проектной документации; процент брака, количество рекламаций
3. Экономическая эффективность		
3.1. Экономические показатели	$Э_k$	Удельные капитальные вложения, себестоимость, рентабельность, годовой экономический эффект, получаемый в народном хозяйстве
4. Конкурентоспособность на внешнем рынке		
4.1. Патентно-правовые показатели	$П_n$	Показатели патентной защиты и патентной чистоты, наличие экспорта продукции

2. Показатели качества услуг

Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 52113–2003 предусматривает следующие группы показателей качества по характеризующим ими свойствам услуг:

1) показатели назначения: показатели применения, совместимости (функциональной, программной, геометрической и т.д.), показатели предприятия (материально-техническая база, эргономические показатели обслуживания, среднее время ожидания обслуживания клиента).

2) показатели безопасности: безопасность для жизни, радиационная безопасность, взрывобезопасность, безопасность для окружающей среды и т.д.

3) показатели надежности: показатели надежности результата услуги, безотказность, долговечность, сохраняемость, ремонтпригодность, показатели стойкости к внешнему воздействию и т.д.

4) показатели профессионального уровня персонала: уровень профессиональной подготовки, общие навыки, знание и соблюдение требований руководящих документов, внимательность и доброжелательность в отношениях с потребителем и т.д.

Показатели качества услуг должны обеспечивать:

- повышение качества услуги и соответствие требованиям потребителей;
- соответствие качества услуги передовому зарубежному опыту;
- учет современных достижений науки и техники и основных направлений научно-технического прогресса и развития сферы услуг;
- характеристику свойств услуги на стадиях ее жизненного цикла, обуславливающих ее способность удовлетворять определенные потребности потребителей в соответствии с ее назначением.

Все виды услуг можно классифицировать по области распространения, назначения, условия предоставления и характера потребления (рис. 2.1).

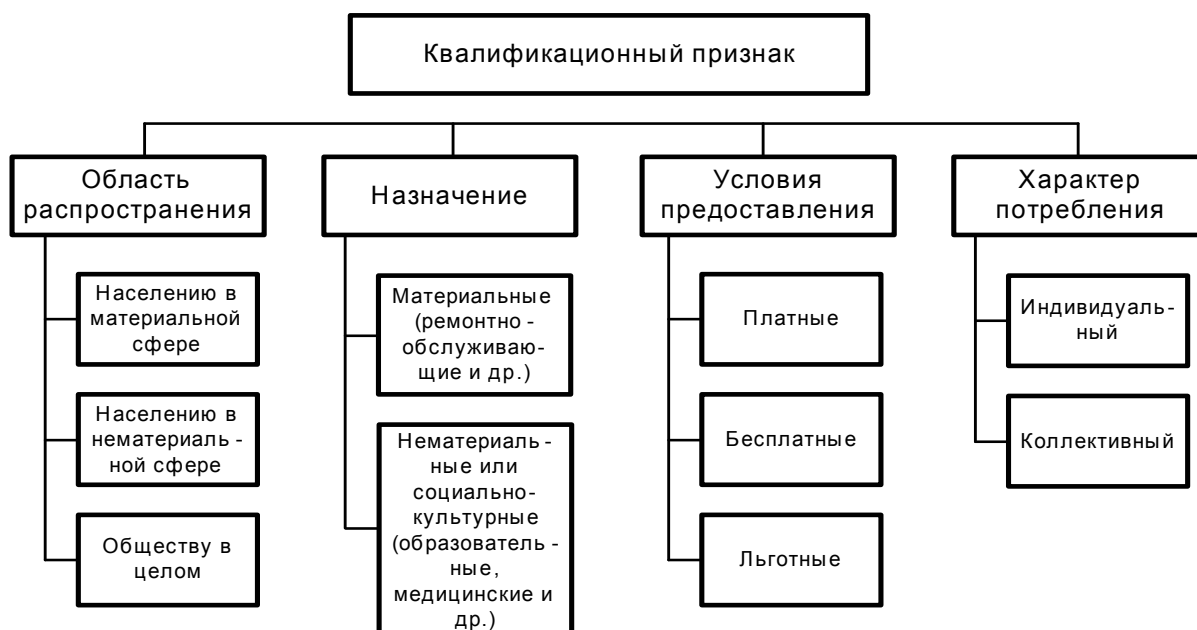


Рис. 2.1. Классификация видов услуг

Также показатели качества услуг можно **классифицировать** на:

- **количественные** (время ожидания и предоставления услуги; характеристики оборудования, инструмента, материалов и т.п.; надежность оказания услуги; точность исполнения; полнота; уровень автоматизации и механизации; безопасность; полнота оказания услуги и т.п.);
- **качественные** (вежливость, доступность персонала, чуткость, компетентность, доверие, уровень профессионального мастерства, эффективность контактов исполнителей и клиентов, искренность и т.п.).

Применительно к конкретным видам услуг номенклатура групп и состав их показателей качества может быть иным или дополнительно расширен в зависимости от целей использования и особенностей услуг.

3. Методика выполнения и оформления работы

3.1. Выбрать объект исследования и произвести его идентификацию.

3.2. Определить перечень показателей качества в соответствии с требованиями нормативной документации на данный объект.

Вопросы для самоподготовки

1. Приведите пример показателей качества, относящихся к критерию «технический уровень».
2. Дайте определение безотказности.
3. Что такое ремонтпригодность?
4. Что относится к эргономическим показателям качества продукции?
5. Классификация показателей качества услуг.

Практическое занятие № 3

ПРОЦЕДУРА УСТАНОВЛЕНИЯ БАЗОВОГО ОБРАЗЦА

Цель занятия: ознакомиться с технологией формирования группы аналогов и установления базового образца.

1. Основные сведения

Одной из основных операций процедуры оценки уровня качества промышленной продукции является определение и принятие, т.е. установление в качестве образцовых, численных значений образца продукции, принимаемого за эталон и соответствующего лучшим научно-техническим достижениям на данный период времени. Эту операцию называют установлением базового образца. Часто при оценке уровня качества изделия его показатели качества сопоставляют с показателями не одного, а нескольких высококачественных и аналогичных изделий, принятых за базовые (эталонные).

В зависимости от конкретной цели оценки уровня качества промышленной продукции, устанавливаются для сопоставления различные типы базовых образцов. Они могут быть трех типов:

– базовые образцы, отражающие перспективные требования (перспективные образцы), которые установлены на определенный будущий период и в соответствии с которыми разрабатывается перспективная новая промышленная продукция;

– базовые образцы, отражающие высший мировой уровень на настоящий период времени (лучшие реальные образцы);

– базовые образцы отечественного производства, отражающие научно-технические достижения и соответствующие потребностям и возможностям народного хозяйства, а также населения страны (реальные образцы).

Первый тип перспективных образцов – это модель, образ продукции, характеризуемый совокупностью показателей качества, соответствующий передовым научно-техническим достижениям и прогнозируемым производственным возможностям на установленный будущий период. Численные значения показателей качества перспективных базовых образцов используются для оценки качества промышленной продукции при планировании выпуска новых видов продукции, при разработке технических заданий на создание новых перспективных изделий, при проектировании изделий, при подготовке требований стандартов на группы однородной продукции.

Второй тип базовых образцов применяется для оценки уровня качества продукции при постановке ее на производство и при модернизации, а также при аттестации продукции и оценке научно-технического уровня

действующих стандартов и других нормативно-технических документов на данную продукцию.

Третий тип базовых образцов устанавливается, если неизвестен или нет зарубежного аналога, а также для оценки производственной возможности предприятия, или для обоснования дифференциации продукции по уровню и срокам достижения требуемых значений показателей качества, или для включения во внутригосударственные стандарты соответствующих требований на группы, виды и типы однородной продукции.

Для установления одного или нескольких базовых образцов для сравнения с оцениваемым сначала подбирают группу аналогичных изделий – группу аналогов, в которую включают примерно 8-15 подобных образцов. Все включаемые в группу аналоги и оцениваемая продукция должны иметь одинаковые классификационные характеристики назначения и области применения данного вида продукции. Классификационные характеристики для последующего сопоставления оцениваемого и базовых образцов не используются. В группу аналогов включают:

а) при оценке разрабатываемой продукции – перспективные и экспериментальные образцы, поступление которых на мировой рынок прогнозируется на период выпуска оцениваемой продукции; значения показателей качества перспективных образцов прогнозируются на период выпуска разрабатываемой продукции;

б) при оценке выпускаемой продукции – образцы, реализуемые на мировом рынке; значения показателей качества образцов устанавливаются на основе имеющейся на них документации. При оценке выпускаемой продукции не допускается принимать в качестве аналогов единичные рекламные или экспериментальные образцы продукции, не освоенные производством;

в) при оценке эксплуатируемой продукции – лучшие (по оценкам экспертов) образцы, используемые обычно не менее 5 лет при выполнении тех же функций, какие выполняет оцениваемый образец.

Для каждого аналога должны быть определены значения всех оценочных показателей. При отсутствии значений некоторых показателей у отдельных аналогов допускается их вычисление по имеющимся значениям показателей других аналогов. На этапе разработки продукции прогноз значений показателей перспективных образцов основывается на анализе сложившихся тенденций изменения значений показателей, а также на патентных исследованиях и оценке сроков реализации перспективных технических решений, направленных на улучшение показателей качества данного вида продукции.

Образованная группа аналогов должна обеспечивать достоверность оценки продукции на заданный период времени (срок до снятия продукции с производства, период до следующей аттестации продукции и т.п.).

2. Порядок установления базового образца

Общий порядок установления базового образца включает следующие основные этапы:

1) сбор и анализ исходной информации о качестве наиболее известных изделий, формирование требований к базовому образцу исходя из целей оценки уровня качества исследуемого промышленного изделия;

2) выбор классификационных показателей качества и аналоговой группы изделий;

3) обоснование и принятие метода определения базового образца из группы аналоговых образцов;

4) установление совокупности реальных значений классификационных показателей качества или такого обобщенного показателя для образца, принимаемого за базовый.

На этапе сбора и анализа исходной информации используют: сведения из научно-технической литературы и отчетов о прикладных НИР и ОКР; результаты патентных исследований; научно-технические прогнозы развития соответствующих отраслей промышленного производства; сведения о рыночной экономической ситуации в отрасли; требования нормативной документации; данные проспектов и паспортов образцов продукции; результаты испытаний и эксплуатации отечественных и зарубежных образцов соответствующей продукции.

После сбора, анализа и систематизации исходной информации устанавливаются классификационные показатели качества для данной продукции, которые используются при формировании аналоговой группы образцов данного вида продукции.

Классификационный показатель качества продукции – это показатель, характеризующий принадлежность продукции к определенной классификационной группе – группе аналогов, принятой для последующего выявления базового образца.

Аналоговая группа продукции, или группа аналогов, – это несколько различных образцов, имеющих одинаковые или близкие значения классификационных показателей качества и выбранных для установления из них базового образца.

Классификационные показатели (или один показатель) выбираются из числа установленных номенклатурой показателей качества для оцениваемой продукции.

Установление базового образца осуществляется на основе принимаемого для этого критерия, которым обычно является интегральный показатель качества продукции, представляющий собой отношение полезного эффекта (выраженного в натуральных единицах измерения) от эксплуа-

тации или потребления продукции к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию или потребление.

В тех случаях, когда затраты на разработку, изготовление и эксплуатацию продукции сравниваемых образцов достаточно близки или неизвестны, критерием при установлении базовых образцов служит обобщенный комплексный показатель качества продукции.

Выбор базового образца производят расчетно-экспериментальным и (или) аналоговым методами.

Расчетно-экспериментальный метод состоит в сочетании теоретических, экспериментальных и расчетных приемов определения совокупности перспективных значений показателей качества продукции на прогнозируемый период.

При **аналоговом методе** выбора базового образца производят ранжирование образцов аналоговой группы, и лучший образец из этой группы принимается за базовый.

Установление базового образца из аналоговой группы может быть осуществлено и экспертным методом, но с учетом значений главного (определяющего единичного), обобщающего или интегрального показателя качества рассматриваемых образцов.

Кроме того, в качестве базовых образцов выделяются лучшие из группы аналогов на основе метода попарного и последовательного сопоставления значений показателей качества всех аналогов.

Выделение базовых образцов методом попарного сопоставления аналоговых образцов осуществляется так:

- аналог не может быть признан базовым и исключается из последующих сопоставлений, если он уступает другому аналогу по совокупности единичных показателей, т.е. если он уступает другому аналогу хотя бы по одному показателю, не превосходя его ни по каким из остальных;
- оба аналога остаются для дальнейшего сопоставления с другими аналогами, если по одним показателям оказывается лучше первый аналог, а по другим показателям – второй и при этом значения иных показателей у аналогов практически совпадают (находятся в пределах разброса данных).

В результате такого попарного сопоставления аналогов остаются те аналоги, каждый из которых не уступает ни одному из остальных по совокупности единичных показателей. Оставшиеся аналоги и являются базовыми образцами. Обычно их остается не более трех.

3. Требования, предъявляемые к базовым образцам

К базовым образцам предъявляются следующие требования:

- базовый образец устанавливается для определенного вида однородной продукции, имеющей сходные условия эксплуатации, одинаковое функ-

циональное назначение, единый принцип действия и предназначенной для известной группы потребителей;

- базовый образец должен соответствовать цели оценки уровня качества продукции и быть по возможности единственным для этой вполне определенной цели оценки;

- перечень показателей качества оцениваемого и базового образцов должен быть одинаковым и соответствовать номенклатуре, официально установленной системой показателей качества продукции данного вида;

- единицы измерения значений показателей качества базового образца и оцениваемой продукции должны быть сопоставимы, т.е. одинаковыми для каждого из соответствующих показателей;

- срок действия установленного базового образца определяется в зависимости от специфики вида продукции, спроса на данную продукцию.

4. Методика выполнения и оформления работы

4.1. Выбрать объект исследования.

4.2. Установить цель оценки уровня качества продукции.

4.3. Сформировать группу аналогов.

4.4. Выбрать базовый образец с использованием расчетно-экспериментального и (или) аналогового метода.

Вопросы для самоподготовки

1. Что такое базовый образец?

2. Что такое аналоговая группа продукции?.

3. Порядок установления базового образца.

4. Какие типы базовых образцов Вы знаете?

5. Что такое классификационный показатель качества?

Практическое занятие № 4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ (ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ) ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ В БЕЗРАЗМЕРНОЙ ФОРМЕ

Цель занятия: ознакомиться со способами представления единичных показателей качества продукции в безразмерной форме.

1. Основные сведения

Для определения комплексного показателя качества и конкурентоспособности продукции единичные показатели переводят в относительные безразмерные показатели.

Преимущество относительных (безразмерных) показателей состоит в том, что они отражают основной механизм процесса оценивания. Этот механизм реализуется в дифференциальном методе оценивания и заключается в сравнении величины показателя, характеризующей свойство исследуемого объекта, с величиной, характеризующей это же свойство, но у объекта, принимаемого в качестве эталона (базы). Таким образом, относительные показатели характеризуют степень приближения оцениваемого свойства объекта к нормативному (базовому) значению. В качестве базовых значений, как правило, используются значения показателей, установленные в стандартах.

Существует несколько способов перехода от абсолютных показателей к относительным. Каждый из них находит применение в зависимости от характера количественного показателя и установленного варианта нормирования. Рассмотрим три наиболее вероятных варианта нормирования и соответствующие им способы построения относительных показателей.

В первом случае для абсолютной количественной характеристики проводится нормирование только по двум градациям: на сортную и не-сортную (брак). Решение о переводе в ту или иную категорию принимается на основе сравнения выборочного среднего значения с некоторым нормативом. Этот норматив задается либо минимально допустимым значением a для позитивного показателя, либо максимально допустимым значением b для негативного показателя. Условие соответствия продукции может быть задано в виде:

$$\left. \begin{array}{l} \bar{x} \geq a \quad \text{или} \quad \bar{x} \leq b \\ \bar{x} \geq a \quad \text{и} \quad \bar{x} \leq b \end{array} \right\} \quad (4.1)$$

В этом случае относительный показатель имеет бинарную конфигурацию, то есть обращается в единицу при выполнении условия (4.1) и обращается в нуль при его несоблюдении:

$$\left. \begin{array}{l} q = 1 \quad \text{при } \bar{x} \geq a \quad \text{и} \quad \bar{x} \leq b \\ q = 0 \quad \text{при } \bar{x} \leq a \quad \text{или} \quad \bar{x} \geq b \end{array} \right\} \quad (4.2)$$

Таким образом, происходит выбор значения относительного показателя из двух возможных вариантов.

Во втором случае для абсолютной количественной характеристики проводится нормирование по большому количеству градаций, вплоть до увеличения их количества до бесконечности, что равносильно непрерывной оценке.

Тогда вычисление относительных показателей подчиняется классической схеме, представленной в виде выражения с учетом классификации показателей на позитивные и негативные:

$$q = \left(\frac{\bar{x}}{\|x\|} \right)^{\text{sgn} \Delta x}, \quad (4.3)$$

где $\text{sgn} \Delta x$ – сигнум-функция от ΔX , то есть

$$\text{sgn} \Delta x = \begin{cases} +1, & \text{если } \Delta x = x_{\text{луч}} - x_{\text{худ}} \triangleright 0 \text{ – позитивный ЕПК} \\ -1, & \text{если } \Delta x = x_{\text{луч}} - x_{\text{худ}} \triangleleft 0 \text{ – негативный ЕПК} \end{cases}$$

$\|x\|$ – номинальное (базовое) значение единичного показателя качества.

При наличии нормативных документов, устанавливающих требования к продукции по нескольким уровням качества, базовым значением единичного показателя качества должно быть выбрано значение, соответствующее наилучшему уровню качества (первому, высшему и т.п.). Если нормативных значений не существует, то в качестве базового показателя могут быть выбраны следующие варианты:

$$\|x\| = \{x_{\bar{6}}, m_{\text{в}}, m_{\text{н}}, X_{\text{max}}, X_{\text{min}}\}, \quad (4.4)$$

где $x_{\bar{6}}$ – значение показателя, характерное для наилучшего уровня, достигнутого предприятиями-конкурентами или партнерами;

$m_{\text{в}}$ – значение показателя, соответствующее верхней доверительной границе математического ожидания или среднеквадратического отклонения;

$m_{\text{н}}$ – значение показателя, соответствующее нижней доверительной границе математического ожидания или среднеквадратического отклонения;

X_{max} – максимальное выборочное значение единичного показателя;

X_{min} – минимальное выборочное значение единичного показателя.

Относительный показатель, определяемый по выражению (4.3), меняется в пределах от нуля до единицы, причем его изменение носит непрерывный характер. Чем ближе полученное значение к единице, тем более высокий уровень качества имеет исследуемый показатель качества. Выражение (4.3) можно применять в большинстве ситуаций оценивания.

В третьем случае относительные (дифференциальные) показатели определяются с учетом ограничений (допусков) на предельные значения показателей:

$$q = 1 - \frac{\|x\| - \bar{x}}{\|x\| - x_{\text{пр1}}}, \quad (4.5)$$

где $\|x\|$ – номинальное значение показателя;

\bar{x} – фактическое значение показателя;

$x_{\text{пр1}}$ – предельное значение показателя (определяется вычитанием предельного отклонения из номинального значения).

Формула (4.5) справедлива для таких значений показателя, которые занижены относительно номинального значения, или в том случае, если на данный показатель имеются ограничения только снизу. В ситуации, когда значение показателя выше номинального и имеется ограничение сверху, следует применять следующую формулу:

$$q = 1 - \frac{\bar{x} - \|x\|}{x_{\text{пр2}} - \|x\|}, \quad (4.6)$$

где $x_{\text{пр2}}$ – предельное значение показателя (определяется прибавлением предельного отклонения к номинальному значению).

Значение q меняется от нуля до единицы. Чем ближе фактическое значение к заданному номинальному, тем ближе к единице.

При выходе фактических значений показателя за установленные предельные границы следует автоматически принять значение q равным нулю.

2. Методика выполнения и оформления работы

2.1. Получить у преподавателя задание для определения уровня качества выбранного объекта оценивания, содержащее перечень единичных показателей, их фактические и нормативные значения (пример задания для оценивания качества наружных стеновых панелей цоколя приведен в табл. 4.1).

2.2. Определить значения относительных показателей, используя выражения (4.3)...(4.6).

Пример задания для определения значений ЕПК
в относительных единицах

Наименование показателей	Значение показателей	
	фактические	нормативные
Прочность при сжатии, кгс/см ²	157,8	Не менее 150
Средняя плотность бетона, кг/см ³	1700	Не более 1500
Влажность бетона, %	13	Не более 12
Морозостойкость, цикл	50	Не ниже 50
Толщина защитного слоя бетона, мм	20	Не менее 30

Вопросы для самоподготовки

1. Какие варианты нормирования могут быть установлены для единичных показателей качества?
2. Какие варианты базовых значений применяются для вычисления дифференциальных показателей в безразмерной форме?
3. Что такое относительный показатель качества и как он определяется при наличии нескольких уровней градации качества?
4. Каким образом вычислить безразмерный относительный показатель при наличии ограничений (допусков) на предельные значения ЕПК?

Практическое занятие № 5

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТОВ

Цель занятия: изучить методы оценки уровня качества однородной и разнородной продукции.

1. Основные сведения

Достаточно часто качество продукции оценивают по одному, но главному показателю, характеризующему ее полезность. Однако один показатель дает ограниченную характеристику продукции, которая обычно обладает большим количеством свойств, составляющих качество. Поэтому практически для любой продукции необходимо производить оценку качества по нескольким ее полезным свойствам. С этой целью используют методы **оценки уровня качества однородных и разнородных изделий**.

Под однородными понимают изделия одного вида, одного класса и назначения. При оценке уровня однородных изделий следует использовать дифференциальный, комплексный или смешанный, а также интегральный методы.

Под разнородной продукцией, общий уровень качества которой необходимо определить, понимают совокупность изделий, предназначенных для достижения определенной (единой) производственной цели.

Для оценки уровня качества разнородных изделий обычно применяют метод, основанный на индексации качества. Также для оценки уровня качества однородных и разнородных изделий используют метод экспертных оценок качества.

2. Дифференциальный метод

Дифференциальный метод оценки уровня качества изделий основан на сопоставлении единичных показателей качества рассматриваемых изделий с соответствующими показателями базового образца. При данном методе оценки уровня качества продукции количественно оцениваются отдельные свойства изделия и это позволяет принимать конкретные решения по управлению качеством данной продукции. Отдельные относительные показатели уровня качества оцениваемой продукции рассчитывают по следующим формулам:

- при отсутствии ограничений в значениях единичных показателей – для случая, когда увеличению абсолютного значения показателя качества соответствует улучшение качества изделий

$$y_{ki} = \frac{P_i}{P_{i\text{баз}}}, \quad (5.1)$$

– для случая, когда увеличению абсолютного значения показателя качества соответствует ухудшение качества изделий

$$Y_{ki} = \frac{P_{i\text{баз}}}{P_i}, \quad (5.2)$$

где P_i – значение i -го показателя качества оцениваемой продукции;
 $i=1,2,\dots,n$;

$P_{i\text{баз}}$ – значение i -го показателя качества базового образца;

n – количество принятых для оценки показателей качества.

- при наличии ограничений в значениях единичных показателей

$$Y_{ki} = \frac{P_i - P_{\text{при}i}}{P_{i\text{баз}} - P_{\text{при}i}}, \quad (5.3)$$

где $P_{\text{при}i}$ – предельное значение i -го параметра качества.

По результатам расчетов относительных значений показателей качества изделий и их анализа дают следующие оценки:

- уровень качества оцениваемой продукции выше или равен уровню базового образца, если все значения относительных показателей соответственно больше или равны единице;

- уровень качества оцениваемой продукции ниже уровня базового образца, если все значения относительных показателей меньше единицы.

Когда часть относительных показателей больше или равна единице, а другая часть меньше единицы, необходимо использовать в первую очередь следующую методику оценки уровня качества изделий. Все относительные показатели следует разделить по значимости на две группы. В первую группу включают показатели, характеризующие наиболее существенные свойства, а во вторую – второстепенные. Если в первой группе все относительные показатели больше или равны единице, то можно принять, что уровень качества оцениваемого изделия не ниже уровня качества базового образца.

Для более информативной оценки уровня качества изделий строят диаграмму сопоставления показателей качества (циклограмму).

Приближенное значение итогового показателя уровня качества продукции $Y_{к.п}$ находят как среднеарифметическое значение всех основных показателей Y_{ki} .

Пример. Рассмотрим пример расчета уровня качества бумаги рисовальной (табл. 5.1, 5.2).

Т а б л и ц а 5.1

Показатели качества и их значения для оцениваемого и базового образцов

Показатели качества	Оцениваемый образец (ОАО «Маяк»)	Базовый образец (ГОСТ 7277–77)	Относительные значения
Масса, г/м ²	158,72	153	1,04
Плотность, г/см ³	0,69	0,60	1,15
Сопротивление продавливанию, кПа	154,32	150	1,03
Влажность, %	4,37	4	1,09
Белизна, %	85,72	83	1,03

Т а б л и ц а 5.2

Результаты сравнительного анализа показателей качества бумаги рисовальной ОАО «Маяк» с показателями качества продукции-конкурента ОАО «Кондопога»

Показатели качества	Оцениваемый образец (ОАО «Маяк»)	Базовый образец (ОАО «Кондопога»)	Относительные значения
Масса, г/м ²	158,72	159	0,998
Плотность, г/см ³	0,69	0,69	1,0
Сопротивление продавливанию, кПа	154,32	156	0,989
Влажность, %	4,37	4,5	0,971
Белизна, %	85,72	84	1,02

Циклограмма, сравнивающая значения показателей бумаги с ОАО «Маяк» со значениями показателей, представленных в ГОСТ 7277–77, изображена на рис. 5.1.

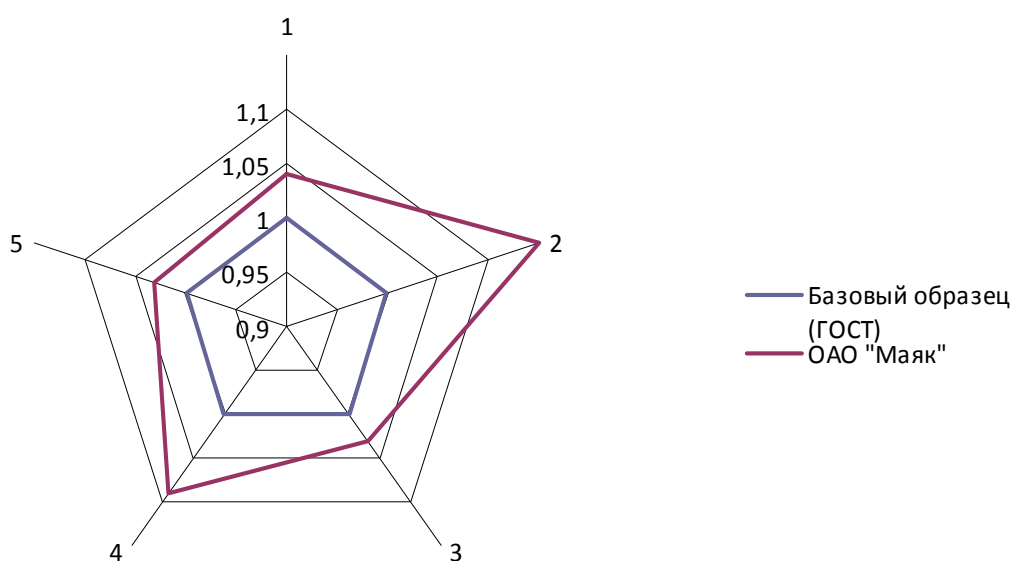


Рис. 5.1. Циклограмма сравнения оцениваемой продукции с требованиями нормативной документации

Циклограмма сравнения значений показателей бумаги ОАО «Маяк» со значениями показателей продукции-конкурента ОАО «Кондопога» представлена на рис. 5.2.

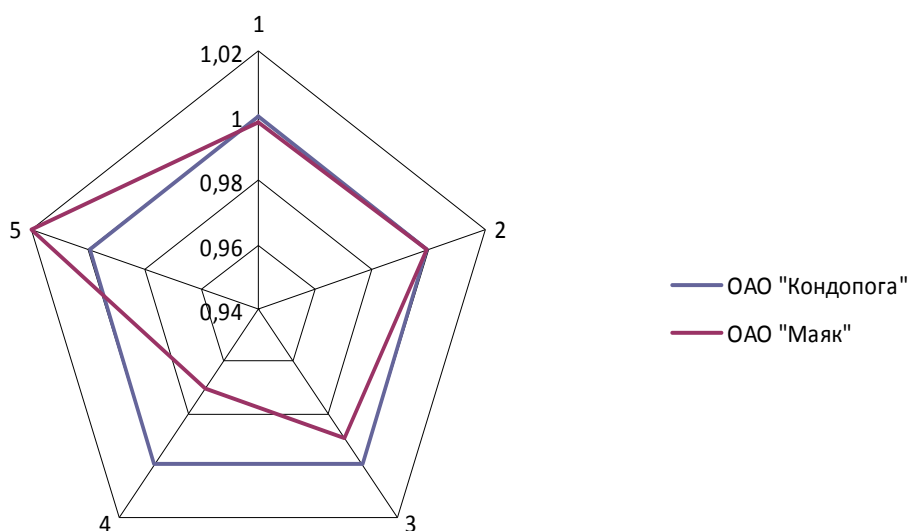


Рис. 5.2. Циклограмма сравнения бумаги рисовальной ОАО «Маяк» с продукцией-конкурентом

По результатам расчетов относительных значений показателей качества изделий и их анализа можно дать следующие оценки:

- рассматриваемая продукция удовлетворяет требованиям нормативной документации, так как все значения относительных показателей больше единицы;
- уровень качества бумаги рисовальной ОАО «Маяк» несколько уступает уровню базового образца – продукции-конкурента ОАО «Кондопога», так как большая часть относительных показателей меньше единицы.

3. Метод комплексной оценки уровня качества продукции

Комплексная оценка уровня качества предусматривает использование обобщенного показателя качества. Этот метод применяют в тех случаях, когда целесообразно оценивать уровень качества сложных изделий только одним числом.

Обобщенный показатель представляет собой функцию, зависящую от единичных показателей, которые характеризуют однородную группу свойств. К таким группам показателей относятся, например, показатели надежности, безопасности и т.п.

Обобщенным показателем качества может быть:

- главный, наиболее значимый единичный показатель, отражающий основное назначение изделия;
- средний взвешенный комплексный показатель;

– интегральный показатель качества.

Обобщенный (комплексный) показатель качества должен отвечать нескольким требованиям:

1. **Репрезентативность** – представленность в нем всех основных характеристик изделия, по которым оценивается его качество.

2. **Монотонность** изменения комплексного показателя качества изделия при изменении любого из единичных показателей качества при фиксированных значениях остальных показателей.

3. **Чувствительность к варьируемым параметрам.** Это требование состоит в том, что комплексный показатель качества должен согласованно реагировать на изменение каждого из единичных показателей. Комплексный показатель является функцией оценок всех единичных показателей, а его чувствительность определяется первой производной этой функции. Значение комплексного показателя должно быть особенно чувствительно в тех случаях, когда какой-либо единичный показатель выходит за допустимые пределы. При этом комплексный показатель качества должен значительно уменьшить свое численное значение.

4. **Нормированность** – численное значение комплексного показателя заключенного между наибольшим и наименьшим значениями относительных показателей качества. Это требование нормировочного характера предопределяет размах шкалы измерений комплексного показателя.

5. **Сопоставимость** результатов комплексной оценки качества обеспечивается одинаковостью методов их расчетов, в которых единичные показатели должны быть выражены в безразмерных величинах.

Для определения комплексных показателей качества продукции можно использовать следующие функции:

1. Выборочную арифметическую:

$$Q_A = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_i. \quad (5.4)$$

2. Выборочную геометрическую

$$Q_G = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n K_i}. \quad (5.5)$$

3. Выборочную гармоническую

$$Q_H = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{K_i}}. \quad (5.6)$$

4. Выборочную арифметическую кумулятивную

$$Q_{KA} = \frac{G_{n-2} + K_n}{2}; \quad (5.7)$$

$$G_1 = \frac{K_1 + K_2}{2};$$

$$G_2 = \frac{G_1 + K_3}{2};$$

$$G_{n-2} = \frac{G_{n-3} + K_{n-1}}{2}.$$

5. Выборочную геометрическую величину

$$Q_{\text{КС}} = \sqrt{G_{n-2} \cdot K_n}; \quad (5.8)$$

$$G_1 = \sqrt{K_1 \cdot K_2};$$

$$G_2 = \sqrt{G_1 \cdot K_3};$$

$$G_{n-2} = \sqrt{G_{n-3} \cdot K_{n-1}}.$$

6. Выборочную гармоническую кумулятивную

$$Q_{\text{КГ}} = \frac{2}{\frac{1}{G_{n-2}} + \frac{1}{K_n}}; \quad (5.9)$$

$$G_1 = \frac{2}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2}};$$

$$G_2 = \frac{2}{\frac{1}{G_1} + \frac{1}{K_3}};$$

$$G_{n-2} = \frac{2}{\frac{1}{G_{n-3}} + \frac{1}{K_{n-1}}}.$$

7. Выборочную арифметическую взвешенную

$$Q_{\text{ВА}} = \sum_{i=1}^n M_i K_i. \quad (5.10)$$

8. Выборочную геометрическую взвешенную

$$Q_{\text{ВС}} = \prod_{i=1}^n K_i^{M_i}. \quad (5.11)$$

9. Выборочную гармоническую взвешенную

$$Q_{\text{ВГ}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{M_i}{K_i}}. \quad (5.12)$$

10. Выборочную кумулятивную арифметическую взвешенную

$$Q_{\text{КВА}} = \alpha G_{n-2} + \beta K_n; \quad (5.13)$$

$$G_1 = \alpha K_1 + \beta K_2;$$

$$\begin{aligned}
G_2 &= \alpha K_1 + \beta K_3; \\
G_{n-2} &= \alpha K_{n-3} + \beta K_{n-1}; \\
\alpha + \beta &= 1, 0.
\end{aligned}$$

11. Выборочную кумулятивную геометрическую взвешенную

$$\begin{aligned}
Q_{\text{КВС}} &= G_{n-2}^\alpha \cdot K_n^\beta; & (5.14) \\
G_1 &= K_1^\alpha \cdot K_2^\beta; \\
G_2 &= G_1^\alpha \cdot K_3^\beta; \\
G_{n-2} &= G_{n-3}^\alpha \cdot K_{n-1}^\beta; \\
\alpha + \beta &= 1, 0.
\end{aligned}$$

12. Выборочную кумулятивную гармоническую взвешенную

$$\begin{aligned}
Q_{\text{КВГ}} &= \frac{1}{\frac{\alpha}{G_{n-2}} + \frac{\beta}{K_n}}; & (5.15) \\
G_1 &= \frac{1}{\frac{\alpha}{K_1} + \frac{\beta}{K_2}}; \\
G_2 &= \frac{1}{\frac{\alpha}{G_1} + \frac{\beta}{K_3}}; \\
G_{n-2} &= \frac{1}{\frac{\alpha}{G_{n-3}} + \frac{\beta}{K_{n-1}}}; \\
\alpha + \beta &= 1, 0.
\end{aligned}$$

13. Выборочную обобщенную арифметическую

$$Q_{\text{ОА}} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i^2}{\sum_{i=1}^n K_i}. \quad (5.16)$$

Пример. Данный метод оценки актуален для всех видов изделий, поскольку они обладают комплексом свойств. При оценке качества изделий в настоящее время в основном руководствуются действующими стандартами. Однако они не всегда позволяют сделать правильный вывод, какой же вид продукции является наиболее высококачественным, так как это требует определения многих показателей. Для того чтобы формализовать процедуру оценки качества и выразить единым обобщенным показателем качества, необходимо применить методологию квалиметрии.

При практических расчетах качества, как правило, используют любую ветку дерева свойств (поддерево), простирающуюся не менее чем на два уровня.

Сущность апробированного подхода заключается в следующем. Предполагается, что упорядоченное множество показателей качества изделия представляет трехуровневое иерархическое дерево (рис. 5.3), где на нулевом (0) уровне расположен обобщенный показатель качества $K^{(0)}$, на первом (1) – подмножество сложных и простых показателей ($k_1^{(1)}, \dots, k_n^{(1)}$), на втором (2) – подмножество простых показателей качества ($k_1^{(2)}, \dots, k_m^{(2)}$). Если при такой иерархии между показателями качества первого и второго уровней обеспечивается взаимосвязь:

$$k_n^{(1)} = \sum_{j=1}^m \beta_j \cdot k_j^{(2)}, \quad (5.16)$$

то обобщенный показатель качества вычисляется по формуле

$$K^{(0)} = \omega \sum_{j=1}^l \alpha_j \cdot k_j^{(1)}, \quad (5.17)$$

где ω – функция вето, равная нулю, если хотя бы один из показателей находится на неприемлемом уровне, и единице – в остальных случаях;

α_j и β_j – коэффициенты весомости показателей качества, соответственно, первого и второго иерархических уровней, связанные условием

$$\sum_{j=1}^m \beta_j = 1; \quad \sum_{j=1}^l \alpha_j = 1.$$

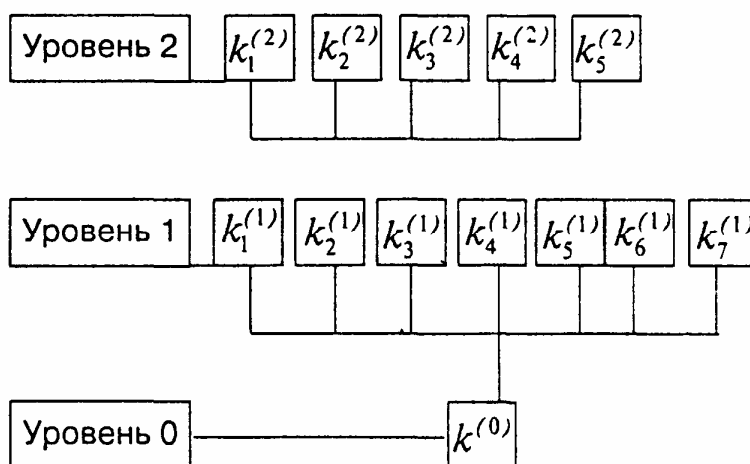


Рис. 5.3. Дерево показателей качества для изделий

Нормированные оценки для показателей качества k_j , входящих в уравнение (5.16), рассчитываются по формуле

$$k_j = \exp\{-\exp[0,5 - 3,5R]\}, \quad (5.18)$$

где для перевода натуральных значений показателей качества r в нормированный вид R используются следующие зависимости:

– для откликов, ограниченных с одной стороны,

$$R = \left\{ \begin{array}{l} (r - r_{\min}) / 2J_r, r \in [r_{\min}; r_{\max}]; \\ (r_{\max} - r) / 2J_r, r \in [r_{\min}; r_{\max}]; \\ 0, r < r_{\min} \\ 0, r > r_{\max} \end{array} \right\} \quad (5.19)$$

– для откликов, ограниченных с двух сторон

$$R = \left\{ \begin{array}{l} (r - r_{\min}) / J_r, r \in [r_{\min}; 0,5(r_{\max} + r_{\min})]; \\ (r_{\max} - r) / J_r, r \in [0,5(r_{\max} + r_{\min}); r_{\max}]; \\ 0, r < r_{\min} \\ 0, r > r_{\max} \end{array} \right\} \quad (5.20)$$

В соотношениях (5.19), (5.20) $J_r = 0,5(r_{\max} - r_{\min})$ – интервал варьирования натуральных значений показателей качества.

На основе функции двойной экспоненты (5.18) наряду с количественной оценкой можно сформировать качественную шкалу желательности как для искомых свойств, так и для обобщенного показателя качества $K^{(0)}$.

Т а б л и ц а 5.3

Стандартные отметки на шкале желательности

Желательность	Отметки на шкале желательности
Очень хорошо	1,00-0,80
Хорошо	0,80-0,63
Удовлетворительно	0,63-0,37
Плохо	0,37-0,20
Очень плохо	0,20-0,00

Пример. Сравнительная оценка цветных железоксидных пигментов вызывает затруднения. Применение принципов квалиметрии позволяет достаточно корректно решить эту задачу.

Показатели качества пигментов, которые были использованы при оценке, представлены в табл. 5.4. Для выбора функций нормирования необходимо выяснить, какое значение каждого показателя является

лучшим. Так, при сравнении показателей яркости и насыщенности лучшим значением является наибольшая величина, поэтому для нормирования была применена функция (5.19) – первая строчка. Для нормирования таких показателей, как укрывистость, плотность, маслоемкость, применили функцию (5.19) – вторая строчка, так как лучшее значение этих показателей является наименьшим. Поскольку для показателя «рН водной вытяжки» имеется ограничение с двух сторон и наилучшие значения равны 7-7,5, была использована функция нормирования (5.20).

Т а б л и ц а 5.4

№ пигмента	Пигмент	Показатель качества					
		Укрывистость, г/м ²	Маслоемкость, г/100г	рН водной вытяжки	Плотность, кг/м ³	Яркость цвета, γ	Насыщенность тона, р, %
1	Охра	90	40	7,5	3050	22,5	77
2	Сиена	95	65	7,0	3200	25	29
3	Сурик	20	17,5	7,0	3900	15,0	32,5
4	Мумия	32,5	20,5	7,0	3500	9,5	63
5	Умбра	20	92,5	7,0	2950	10,0	10,0
6	Желтый	16	52,5	5,25	3850	38,5	77
7	Красный	7	30	6,25	4750	9,95	52

Полученные отклики нормированных показателей свойств и обобщенного показателя качества представлены в табл. 5.5.

При расчете обобщенного показателя качества принято, что все значения коэффициентов весомости равны. В общем случае коэффициенты весомости выбираются на основе экспертных оценок.

По значению обобщенного показателя качества пигменты располагаются следующим образом:

мумия>сурик>охра>охра>желтый>красный>умбра>сиена.

Наибольший обобщенный показатель качества у пигментов мумия (0,84) и сурик (0,82), что соответствует оценке «очень хорошо». Пигменты охра, желтый, красный, умбра и сиена характеризуются оценкой «хорошо». Однако из них наиболее высокий обобщенный показатель имеет охра (0,78).

Таблица 5.5

Полученные отклики нормированных показателей свойств и обобщенного показателя качества

№*	Укрывистость, г/м ²		Маслоемкость, г/100г		рН водной вытяжки		Плотность, кг/м ³		Яркость цвета, у		Насыщенность тона, р, %		Цвет К ₃ ⁽¹⁾	К ⁰
	R ₁ ⁽¹⁾	K ₁ ⁽¹⁾	R ₂ ⁽¹⁾	K ₂ ⁽¹⁾	R ₃ ⁽¹⁾	K ₃ ⁽¹⁾	R ₄ ⁽¹⁾	K ₄ ⁽¹⁾	R ₅ ⁽¹⁾	K ₅ ⁽¹⁾	R ₆ ⁽¹⁾	K ₆ ⁽¹⁾		
1	0,06	0,26	0,7	0,87	2	0,99	0,94	0,82	0,45	0,71	1,00	0,95	0,83	0,78
2	0	0,19	0,37	0,63	1,55	0,99	0,86	0,82	0,53	0,78	0,3	0,57	0,67	0,68
3	0,85	0,92	1,00	0,95	1,55	0,99	0,47	0,73	0,19	0,43	0,35	0,62	0,52	0,82
4	0,71	0,87	0,96	0,94	1,55	0,99	0,69	0,64	0	0,19	0,83	0,91	0,55	0,84
5	0,85	0,92	0	0,19	1,55	0,99	1,00	0,56	0,02	0,57	0	0,19	0,38	0,69
6	0,90	0,93	0,53	0,78	0	0,19	0,5	0,76	1,00	0,95	1,00	0,95	0,95	0,72
7	1,00	0,95	0,83	0,91	0,89	0,93	0	0,19	0,01	0,21	0,66	0,85	0,53	0,70

* № пигмента по табл. 5.4.

4. Смешанный метод оценки уровня качества продукции

Достаточно часто при оценке качества продукции, имеющей большую номенклатуру показателей качества, с помощью дифференциального метода практически невозможно сделать строго обоснованный вывод, а использование только одного комплексного метода в таком случае тоже не позволяет объективно учесть все значимые свойства оцениваемой продукции. В связи с этим при оценке уровня качества сложной продукции используют смешанный метод, основанный на совместном применении единичных и комплексных показателей качества. Следовательно, при смешанном методе оценки уровня качества изделий одновременно используют дифференциальный и комплексный методы.

Смешанный метод оценки уровня качества промышленной продукции используют в тех случаях, когда:

- единичных показателей качества достаточно много, они разнообразны, а анализ значений каждого показателя затруднителен, что не дает возможности сделать обобщающий вывод о качестве продукции;
- обобщающий показатель уровня качества, определяемый комплексным методом, недостаточно полно учитывает все значимые свойства продукции и поэтому неадекватно характеризует качество анализируемых изделий.

Сущность смешанного метода состоит в следующем:

1. Все или часть единичных показателей качества объединяют в группы, для которых определяют комплексный показатель. Объединение единичных показателей в группы производится в зависимости от цели оценки качества: при проектировании и конструировании изделия, при изготовлении и на различных этапах эксплуатации. Наиболее значимые и характерные единичные показатели можно в группы не включать, а рассматривать их наряду с групповыми.

2. Численные значения полученных комплексных показателей и самостоятельно учитываемых единичных показателей сопоставляют с соответствующими базовыми показателями, т.е. применяют принцип дифференциального метода оценки уровня качества продукции.

При смешанном методе оценку уровня качества технической продукции рассчитывают по формуле

$$y_k = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{P_{i\text{баз}}} : n + \frac{Q}{Q_{\text{баз}}} \quad (5.21)$$

или

$$y_k = \sum_{i=1}^n q_i \frac{P_i}{P_{i\text{баз}}} + \frac{Q}{Q_{\text{баз}}}, \quad (5.22)$$

где n – число единичных показателей, учитываемых самостоятельно;

m_i – параметр (коэффициент) весомости i -го показателя качества (свойства).

Показатель Y_{κ} , полученный смешанным методом оценки уровня качества продукции, является обобщенным и комплексным одновременно.

5. Метод интегральной оценки уровня качества изделий

Интегральным показателем качества $P_{ин}$ называется итоговый комплексный показатель, характеризующий в наиболее общей форме эффективность работы изделия.

Интегральный показатель качества принимают для расчета $Y_{ин}$ тогда, когда установлен суммарный полезный эффект от эксплуатации и суммарные затраты на создание и эксплуатацию изделия. Интегральный показатель качества есть комплексный показатель в виде отношения суммарного полезного эффекта от эксплуатации к суммарным затратам на его создание, приобретение, монтаж у потребителя и т.д. Его рассчитывают либо как отношение суммарного полезного эффекта, выраженного в натуральных единицах измерения, от эксплуатации изделия к затратам на ее создание и эксплуатацию за весь срок службы:

$$P_{ин} = \frac{W}{(K_c + Z_3)}, \quad (5.23)$$

либо как обратное отношение этих затрат к полезному эффекту:

$$P_{ин} = \frac{(K_c + Z_3)}{W} \quad (5.24)$$

где W – полезный эффект, т.е. количество единиц продукции;

K_c – суммарные капиталовложения, включающие оптовую цену, а также затраты на установку и т.д.;

Z_3 – эксплуатационные затраты за весь срок службы изделия.

В первом случае интегральный показатель качества характеризуется полезным эффектом, приходящимся на одну денежную единицу суммарных затрат, а во втором – суммой затрат в денежных единицах, приходящихся на единицу полезного эффекта. Эти формулы справедливы для срока службы изделия до одного года.

При сроке службы изделия более одного года интегральный показатель качества вычисляют по формуле

$$P_{ин} = \frac{W}{K_c \varphi(t) + Z_3}, \quad (5.25)$$

где $\varphi(t)$ – поправочный коэффициент, зависящий от срока службы изделия, t лет,

$$\varphi(t) = \frac{E_n(1 + E_n)^{t-1}}{(1 + E_n)^t - 1}, \quad (5.26)$$

здесь E_n – нормативный коэффициент окупаемости капиталовложений, обычно принимаемый равным 0,15.

Расчет интегрального показателя по этой формуле справедлив при следующих условиях:

- ежегодный эффект от эксплуатации или потребления продукции из года в год остается одинаковым;
- ежегодные эксплуатационные затраты тоже одинаковые;
- срок службы составляет целое число лет.

Расчетные значения коэффициента $\varphi(t)$ на период до 24 лет при E_n , равном 0,15, приведены в табл. 5.6.

Несколько упрощенно, когда не известен срок эксплуатации изделия, $P_{ин}$ рассчитывают по следующей формуле

$$P_{ин} = \frac{W}{K_c(1 + E_n)^t + 3_9}. \quad (5.27)$$

Т а б л и ц а 5.6

Расчетные значения коэффициента $\varphi(t)$

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

Здесь величина коэффициента E_n принимается в зависимости от принятого нормативного срока использования оцениваемого изделия.

Интегральный показатель уровня качества оцениваемого изделия находят как частное от деления значения интегрального показателя качества оцениваемого изделия на соответствующее базовое значение, т.е.

$$Y_{ин} = \frac{P_{ин}}{P_{ин.баз}}. \quad (5.28)$$

6. Метод оценки уровня качества разнородной продукции

Чаще всего предприятие выпускает продукцию многих видов – разнородную. Для комплексной оценки уровня качества разнородной продукции применяют индексы качества продукции.

Индексом качества продукции называется комплексный показатель качества разнородной продукции, равный среднему взвешенному значению относительных показателей качества различных видов продукции за рассматриваемый период. Индексы качества используют при составлении планов повышения качества и проверке их выполнения, при сопоставлении качества продукции различных предприятий, при оценке стабильности производства и в других случаях.

Наиболее часто индекс качества вычисляют на основе главного показателя. Обычно это производительность или долговечность изделий.

Главный показатель качества может быть комплексным.

Для нескольких s видов продукции индекс качества вычисляется по формуле

$$I_K = \left(\sum_{i=1}^s N_i \cdot K_i \cdot \Pi_i \right) / \left(\sum_{i=1}^s N_i \cdot \Pi_i \right), \quad (5.29)$$

где K_i – относительный показатель качества i -го вида продукции;

N_i – количество изделий i -го вида или объём i -й продукции в текущем периоде;

Π_i – оптовая цена продукции i -го вида, руб.

Если сумма, на которую выпущена продукция i -го вида, $C_i = N_i \cdot \Pi_i$, а общая сумма, на которую выпущена продукция всех видов, $C = \sum_{i=1}^s C_i$, то индекс качества

$$I_K = \left(\sum_{i=1}^s K_i \cdot C_i \right) / C. \quad (5.30)$$

При определении индексов качества, соответствующих базисному и отчётному периодам, берут фактические уровни качества для каждого периода, а цена для обоих периодов принимается одной и той же.

Индексы качества могут вычисляться для разных организационных уровней: для цеха, завода, отрасли. Для вышестоящей организации индекс качества

$$I_{\text{общ}} = \left(\sum_{j=1}^m C_j \cdot I_{kj} \right) / \sum_{j=1}^m C_j, \quad (5.31)$$

где C_j – сумма, на которую выпущена продукция j -м объектом;

I_{kj} – индекс качества j -го объекта;

m – число объектов.

Пример 1. Цех выпускает автомобильные шины двух типов. Нужно оценить уровень их качества в текущем интервале времени. Показатель качества – ходимость шин в тыс. км (табл. 5.7). За базовое значение принимается значение ходимости шин, выпущенных в прошлом году.

Т а б л и ц а 5.7

Исходные данные

Тип шины	Ходимость, тыс.км.		Кол-во шин, шт.	Оптовая цена, ед.
	базовая	оцениваемая		
1	60	64	5	50
2	50	60	36	40

Значение индекса качества, вычисленное по формуле (5.29), составляет 1,176. Таким образом, уровень качества шин увеличился на 17,6 %.

Когда оцениваемая продукция имеет сортность, в роли индекса качества можно применить **коэффициент сортности**, равный отношению фактической стоимости выпущенной продукции в оптовых ценах к её условной стоимости при допущении, что вся она выпущена высшим сортом:

$$K_C = \left(\sum_{i=1}^S \left(\sum_{k=1}^n \Pi_{ik} \cdot N_{ik} \right) \right) / \left(\sum_{i=1}^S \Pi_{il} \cdot \sum_{k=1}^n N_{ik} \right), \quad (5.32)$$

где s – количество видов продукции;

n – количество сортов продукции;

Π_{ik} – цена продукции i -го вида k -го сорта;

N_{ik} – объём выпуска продукции i -го вида k -го сорта;

Π_{il} – цена продукции i -го вида наивысшего сорта.

Пример 2. Предприятие выпускает продукцию видов А, Б, В. В каждый её вид входит продукция 1 и 2 сортов с соответствующей ценой (табл. 5.8):

Т а б л и ц а 5.8

Исходные данные

Сорт	Вид А			Вид Б			Вид В		
	N	Π	$\Pi \cdot N$	N	Π	$\Pi \cdot N$	N	Π	$\Pi \cdot N$
1	100	6	600	50	5	250	60	4,5	270
2	50	5	250	20	4	80	30	3	90

Значение коэффициента сортности, вычисленное по формуле (5.32), равно 0,93.

Коэффициент сортности можно определить для цеха, завода, фирмы, отрасли в целом. Если для m объектов (цехов, заводов, фирм и т.п.) известны коэффициенты сортности K_{C_j} и соответствующие суммы C_j , на которые выпущена продукция, то общий коэффициент сортности рассчитывают по формуле

$$K_{C \text{ общ}} = \left(\sum_{j=1}^m C_j \cdot K_{C_j} \right) / \sum_{j=1}^m C_j. \quad (5.33)$$

Видами индексов качества являются *коэффициент* и *индекс дефектности* продукции. Они характеризуют качество продукции, находящейся в процессе изготовления, и используются при оценке качества труда в отдельных производственных подразделениях (цех, участок).

Коэффициент дефектности – среднее взвешенное количество дефектов, приходящееся на единицу продукции i -го вида:

$$D_i = \left(\sum_{j=1}^d m_j \cdot r_j \right) / n, \quad (5.34)$$

где d – число видов дефектов в данной продукции;

m_j – коэффициент весомости дефектов продукции j -го вида;

r_j – число дефектов продукции j -го вида;

n – объем выборки продукции.

Коэффициенты весомости m_j можно определять экспертным методом или принимать пропорциональными стоимости устранения дефектов.

Относительный показатель дефектности продукции i -го вида

$$q_i = D_i / D_{i0}, \quad (5.35)$$

где D_{i0} – базовое значение коэффициента дефектности, принятое по результатам работы предприятия в прошлом периоде (году, месяце и т.д.).

Если вычислены значения q_i для всех s видов продукции, то **индекс дефектности** разнородной продукции:

$$И_D = \left(\sum_{i=1}^s C_i \cdot q_i \right) / \sum_{i=1}^s C_i, \quad (5.36)$$

где C_i – сумма, на которую выпущено продукции i -го вида за рассматриваемый период.

Пример 3. Для автомобильных шин определённого типа установлены 4 вида дефектов (А, Б, В и Г). Эти дефекты имеют весовые коэф-

коэффициенты, указанные в табл. 5.9. При проверке выборки из 50 шин было обнаружено 7 дефектов.

Т а б л и ц а 5.9

Исходные данные

Дефект	Коэффициент весомости $m_j, \%$	Число дефектов в выборке r_j	$m_j \cdot r_j, \%$
А	50	0	0
Б	25	1	25
В	15	2	30
Г	10	4	40
Всего	100	7	95

Вычисляем коэффициент дефектности: $D_i = 95 / 50 = 1,9 \%$.

Пример 4. Для трёх видов продукции в табл. 5.10 приведены базовые и фактические значения показателя дефектности, объёмы выпуска продукции в условных единицах. Определить индекс дефектности для всей продукции.

Т а б л и ц а 5.10

Базовые и фактические значения показателя дефектности

i	D_i	D_{i0}	C_i	q_i	$C_i \cdot q_i$
1	0,8	1,0	2	0,8	1,6
2	6,5	5	3	1,3	3,9
3	1,8	2,0	1	0,9	0,9
Всего			6		6,4

Вычисляем индекс дефектности:

$$I_d = 6,4 / 6 = 1,07$$

Уровень дефектности продукции повысился на 7 %.

7. Методика выполнения и оформления работы

7.1. Получить у преподавателя задание для определения уровня качества выбранного объекта оценивания, содержащее перечень единичных показателей, их фактические и нормативные значения.

7.2. Определить значения относительных показателей качества.

7.3. Определить уровень качества по всем рассматриваемым единичным показателям качества исследуемой продукции.

Вопросы для самоподготовки

1. Что такое однородная и разнородная продукция?
2. Назовите методы оценки уровня качества однородной продукции.
3. В чем суть дифференциального метода оценки уровня качества продукции?
4. Какие требования предъявляют к комплексному показателю качества?
5. Что такое интегральный показатель качества продукции?
6. Особенности смешанного метода оценки уровня качества продукции.
7. Что такое индекс дефектности?

Практическое занятие № 6

ТОЧЕЧНЫЕ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ, ОСНОВАННЫЕ НА ПРОСТЫХ И КУМУЛЯТИВНЫХ ВЫБОРОЧНЫХ СРЕДНИХ

Цель занятия: изучить методику вычисления точечных оценок качества продукции и освоить методику построения и использования номограмм для определения комплексного показателя качества продукции.

1. Основные сведения

Под функцией оценивания понимается аналитическая зависимость, связывающая элементы статистики (информации) о качестве продукции.

Поскольку номенклатура показателей качества достаточно велика, то пользователь вправе выбрать из них самые необходимые и произвести по ним оценку. Для обеспечения интересов пользователей системы оценивания к функциям оценивания предъявляются определенные требования:

- 1) их структура должна соответствовать всем требованиям к оценке Q ;
- 2) пользователь должен иметь возможность наиболее полного учета набора исходной и дополнительной информации для оценивания продукции;
- 3) пользователю должна быть предоставлена возможность вычислять точечные, интервальные и вероятностные оценки и их погрешности оценивания;
- 4) позволять строить комбинации различных функций оценивания;
- 5) иметь возможность количественного оценивания отдельных характеристик функции оценивания.

Точечные оценки качества продукции возникают в том случае, когда в функции оценивания все составляющие ее аргументов заданы только одной конкретной числовой величиной.

Для получения точечных оценок функции оценивания могут быть сформированы на основе одного из видов выборочной средней.

Видов выборочных средних достаточно много и возникают трудности выбора конкретного вида. Обычно при выборе вида средней учитывают и свойства: состоятельности, эффективности и достаточности.

Предпочтение отдают свойствам эффективности достаточности. Свойство достаточности проявляется в числе степеней свободы функции оценивания. Чем больше степень свободы, тем более отчетливо проявляется свойство достаточности.

При одинаковой величине исходной информации о качестве продукции свойство достаточности отчетливо проявляется в кумулятивных выборочных средних, из которых выборочные гармонические обеспечивают наибольшее число степеней свободы.

На практике приходится учитывать и то обстоятельство, что в функции оценивания некоторые аргументы могут принимать значение ноль, когда в наборе отсутствуют отдельные элементы информации и по этой причине не применяют выборочные геометрические, которые обращают функцию оценивания в ноль.

Из оставшихся видов арифметических и гармонических выборочных средних по-прежнему бывает трудно обосновать выбор конкретного вида, если еще дополнительно учитывать возможную максимальную погрешность оценки качества.

2. Основные свойства выборочных средних

1. Свойство достаточности.

Статистика Q будет достаточной оценкой, если все остальные независимые оценки, полученные на основе данного объема n исходной информации о качестве продукции, не дают каких-либо дополнительных сведений об этих оценках.

Свойство достаточности выборочной средней можно характеризовать числом степеней свободы функции оценивания. Под степенью свободы следует понимать совокупность:

- символов обозначений в функции оценивания;
- символов конкретной математической операции в функции оценивания;
- символов действия, решения или выбора (например, ранжирование исходной информации, выбор варианта приоритета и др.);
- символов накопленной информации и другие символы.

2. Свойство состоятельности.

Статистика является состоятельной оценкой Q , если с ростом объема исходной информации о качестве продукции значение сходится по вероятности к Q .

Из математической статистики известно соотношение

$$P(|\bar{Q} - Q_u| > \varepsilon) \leq \frac{\delta^2}{n\varepsilon^2},$$

где \bar{Q} – среднее выборочное;

Q_u – истинное среднее значение случайной величины;

P – доверительная вероятность;

δ – среднее квадратическое отклонение случайной величины Q_u ;

n – объем исходных выборок элементов элементов информации;

ε – некоторое положительное число.

Правая часть неравенства стремится к нулю $n \rightarrow \infty$, и поэтому рассматриваемые виды выборочных средних являются состоятельными оценками.

Свойство состоятельности проявляется с ростом объема исходной информации, использованной при вычислении Q .

3. Свойство эффективности.

Из двух различных оценок $Q^{(1)}$ и $Q^{(2)}$ качества продукции эффективней будет $Q^{(1)}$, если

$$M\left[(Q^{(1)} - Q)^2\right] < M\left[(Q^{(2)} - Q)^2\right]$$

для всех $Q^{(2)}$.

Свойство эффективности характеризуется дисперсией оценок качества.

С учетом этого эффективными являются средние величины, у которых разброс оценок качества меньше.

Для определения точечных оценок обобщенных показателей качества продукции можно использовать функции (5.4)-(5.16).

3. Номограммы для определения комплексного показателя качества

Для удобства и быстроты определения комплексных показателей качества Q по представленным выражениям часто применяют номограммы, которые следует строить на миллиметровой бумаге.

Номограмму для определения КПК по формуле (5.10) строят следующим образом (рис. 6.1). На прямоугольнике размером 200×160 мм наносят шкалы Q и K_i . Масштаб обеих шкал постоянный – 1 % шкалы соответствует 2 мм. Линии M_i представляют собой линейные функции:

$$l_i = m M_i K_i, \quad (6.1)$$

где m – масштабный коэффициент (в данном случае $m = 2$).

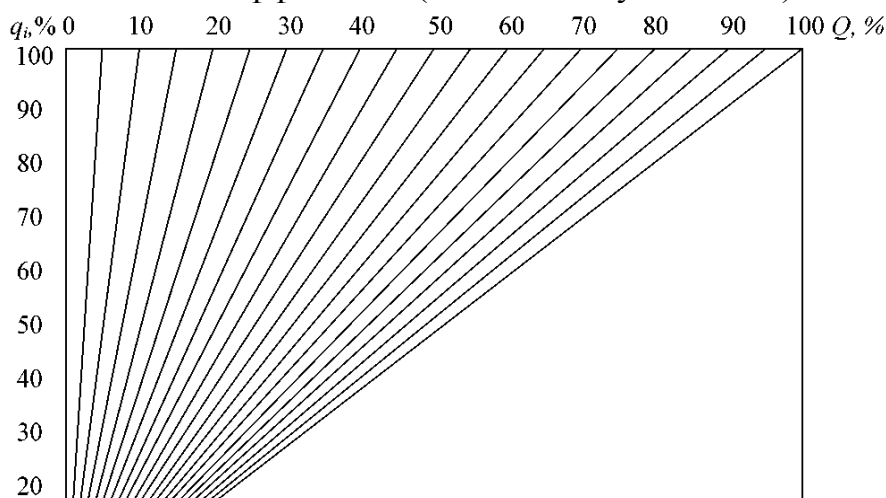


Рис. 6.1. Номограмма для определения комплексного показателя качества с помощью арифметического способа усреднения

Чтобы построить линию, например, для $M_i = 0,50$, необходимо рассчитать абсциссы ее точек для $K_i = 20\%$ и $K_i = 100\%$. Используя выражение (6.1), получают $l_{i20} = 2 \times 0,5 \times 20 = 20$ мм; $l_{i100} = 2 \times 0,5 \times 100 = 100$ мм. Далее откладывают полученные значения соответственно на нижней и верхней горизонтальных линиях номограммы и соединяют их прямой линией. Аналогично строят все линии для значений $M_i = 0,05 \dots 1,00$ с интервалом 0,05.

Оптимальный размер номограммы, построенной для выражения (5.11), составляет 230×161 мм (рис. 6.2). Обе шкалы номограммы логарифмические, причем единица $\ln Q = 50$ мм, а единица $\ln K_i = 100$ мм. При построении шкал на них откладывают натуральные логарифмы величин, а надписывают антилогарифмы (в процентах). Для построения делений шкалы K_i используют формулу

$$l_{K_i} = 100(\ln K_i - \ln 20) = 100 \ln K_i - 299,6, \quad (6.2)$$

а для делений шкалы Q – выражение

$$l_{Q_i} = 50 \ln Q. \quad (6.3)$$

Линии M_i выражаются линейной функцией:

$$l_i = 50 M_i \ln K_i, \quad (6.4)$$

их строят аналогично для значений $M_i = 0,05 \dots 1,00$ с интервалом 0,05.

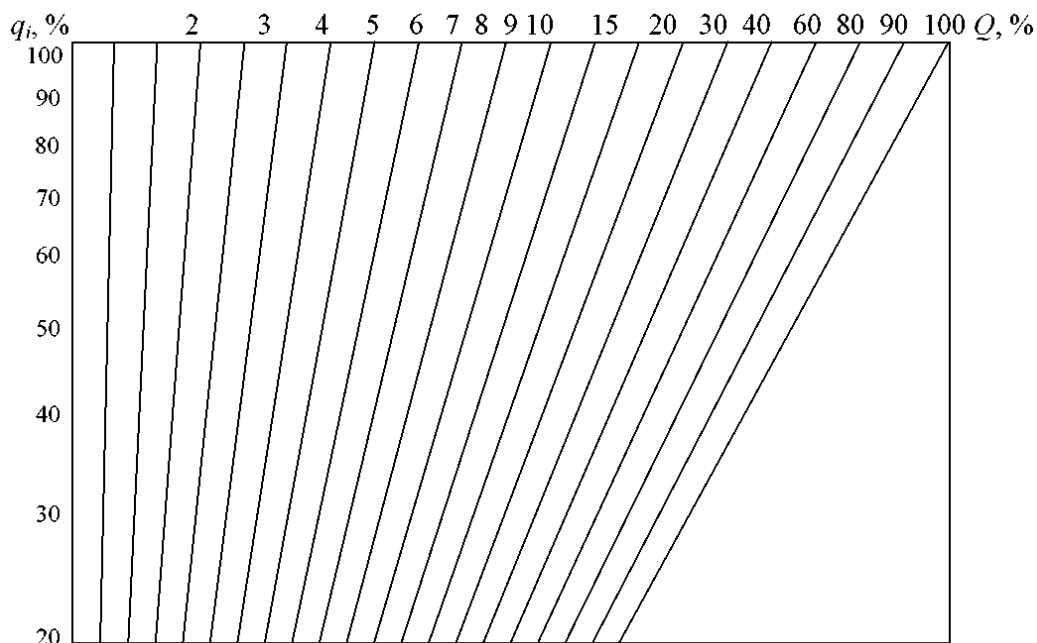


Рис. 6.2. Номограмма для определения комплексного показателя качества с использованием среднегеометрического способа усреднения

Размер номограммы для определения комплексного показателя качества по формуле (5.12) следует принять 250×160 мм (рис. 6.3). Масштаб шкалы Q переменный.

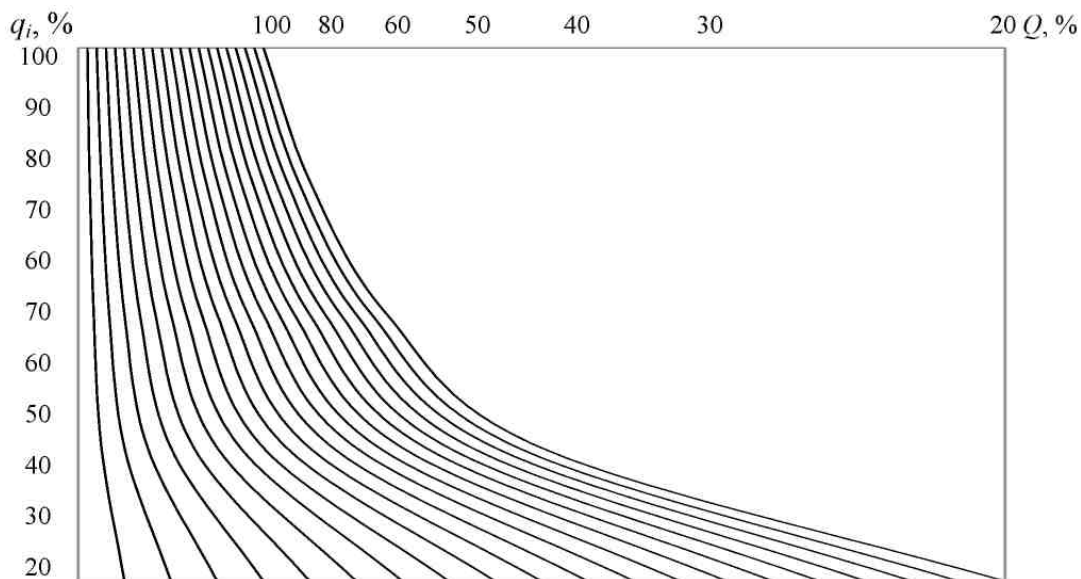


Рис.6.3. Номограмма для определения комплексного показателя качества на основе гармонического способа усреднения

Деления шкалы наносят с использованием формулы

$$L_Q = 50 / (0,01Q) = 5000 / Q. \quad (6.5)$$

Масштаб шкалы K_i постоянный – 1 % шкалы соответствует 2 мм. Линии M_i представляют собой гиперболы. Для их построения вычисляют значения l_{K_i} для данного M_i и K_i в диапазоне 20 ... 100 % с интервалом 10 % по формуле

$$l_{K_i} = 50M_i / (0,01K_i) = 5000 M_i / K_i. \quad (6.6)$$

На рассмотренных номограммах для относительных показателей выбран диапазон значений 20...100 %, поскольку их значения меньше 20 % характеризуют недопустимо низкие значения единичных показателей качества.

Для применения номограмм по определению комплексного показателя качества необходимо иметь значения относительных показателей и коэффициентов весомости единичных показателей качества продукции. Из точки на оси ординат, соответствующей известному значению K_i , восстанавливают перпендикуляр до пересечения с линией, соответствующей его коэффициенту весомости M_i , и линейкой измеряют длину полученного отрезка. Определенные таким образом длины отрезков для всех единичных показателей качества складываются, и суммарная длина откладывается от крайней левой точки шкалы Q . При этом по шкале получают значение комплексного показателя качества продукции.

Пример. Имеются следующие исходные данные:

M_i	0,10	0,20	0,25	0,17	0,28
$K_i, \%$	55,0	90,0	64,0	85,0	57,0

При расчете по формуле (5.10) получаем $Q = 69,9 \%$, по формуле (5.11) – $Q = 68,6 \%$, по формуле (5.12) – $Q = 67,3 \%$.

При использовании номограмм значения Q составили соответственно 70,0, 69,0 и 67,0 %.

4. Точечные оценки, полученные по композиционным функциям оценивания

Выбор аналитической зависимости функции оценивания для вычисления точечной оценки остается преднамеренным, поскольку еще точно не установлены приемлемые закономерности, определяющие необходимую сочетаемость свойств средних для однозначного выбора конкретного вида средней.

Задачу выбора вида средней по ее свойствам можно несколько упростить за счет сочетания свойств в отдельных функциях оценивания.

К таким свойствам можно отнести:

1) простые средние (арифметическая, геометрическая и гармоническая) ограничено применяют по причинам того, что они не учитывают важности отдельных единиц информации из их общей совокупности;

2) средние геометрические простые, взвешенные и кумулятивные ограничено применяют в силу того, что при отсутствии хотя бы одной из единиц информации аналитические зависимости для их вычисления дают результат, равный нулю;

3) композиционные средние и композиционные средние взвешенные не применяют в силу отсутствия алгоритмов их применения;

4) кумулятивные средние ограничено используют потому, что они недостаточно изучены.

Реальное применение находят две средние взвешенные арифметическая и гармоническая.

Чтобы снизить действия преднамеренности на выбор вида выборочной средней для функции оценивания, когда отсутствуют обоснованные требования к свойствам средних, предлагается для практических задач определять точечную оценку как простое среднее геометрическое из четырех видов средних оценок взвешенного среднего арифметического, взвешенного среднего гармонического, взвешенного среднего арифметического кумулятивного и взвешенного среднего гармонического кумулятивного, поскольку эти оценки не могут быть равны нулю.

С учетом этого точечную оценку Q^o предлагается определять по композиционной средней выборочной геометрической:

$$Q_{\text{СКОМ}}^o = \sqrt[4]{Q_{\text{ВА}} \cdot Q_{\text{ВГ}} \cdot Q_{\text{ВАК}} \cdot Q_{\text{ВГК}}} \quad (6.7)$$

Для ряда задач квалиметрии, при решении которых целесообразно выделить конкретные свойства средних, точечную оценку предлагается определять по композиционной средней взвешенной геометрической

$$\left. \begin{aligned} Q_{\text{BCком}}^{\text{O}} &= Q_{\text{BA}}^{M_1} \cdot Q_{\text{BГ}}^{M_2} \cdot Q_{\text{BAK}}^{M_3} \cdot Q_{\text{BГK}}^{M_4} \cdot \\ M_1 + M_2 + M_3 + M_4 &= 1,0, \end{aligned} \right\} \quad (6.8)$$

где M_1, M_2, M_3, M_4 – коэффициенты весомости, характеризующие предпочтительные свойства средних. Вполне допустимо принять $M_1=0,1, M_2=0,2, M_3=0,3$ и $M_4=0,4$.

Для случая, когда наиболее важным является свойство достаточности, точечную оценку качества предлагается определять по композиционной средней взвешенной геометрической кумулятивной:

$$Q_{\text{КСком}}^{\text{O}} = \sqrt{Q_{\text{BГK}} \sqrt{Q_{\text{BAK}} \sqrt{Q_{\text{BA}} \cdot Q_{\text{BГ}}}}}. \quad (6.9)$$

Точечную оценку вполне допустимо определять упрощенно по композиционной зависимости с учетом только двух видов средних

$$Q_{\text{КСком}}^{\text{O}} = \sqrt{Q_{\text{BГ}} \cdot Q_{\text{BAK}}}. \quad (6.10)$$

В тех случаях, когда необходимо учесть все свойства выборочных средних, точечную оценку предлагается определять по обобщенной композиционной зависимости:

$$Q_{\text{Оком}} = \frac{Q_A^2 + Q_{\Gamma}^2 + Q_{\text{BA}}^2 + Q_{\text{BГ}}^2 + Q_{\text{КВА}}^2 + Q_{\text{КВГ}}^2}{Q_A + Q_{\Gamma} + Q_{\text{BA}} + Q_{\text{BГ}} + Q_{\text{КВА}} + Q_{\text{КВГ}}}. \quad (6.11)$$

На третьем этапе осреднения вычисляют точечную оценку по обобщенной арифметической композиционной зависимости:

$$Q_{\text{ОАком}} = \frac{Q_{\text{Оком}} + Q_{\text{Ском}}^{\text{O}} + Q_{\text{BCком}}^{\text{O}} + Q_{\text{КСком}}^{\text{O}}}{4}. \quad (6.12)$$

Композиционные функции оценивания позволяют существенно снизить исходный интервал для точечных оценок, поскольку среднее квадратическое отклонение на третьем этапе вычисления уменьшается в четыре раза.

Пример. Вычислить точечную оценку качества продукции по композиционной функции оценивания.

Исходная информация: $K_1=0,74, K_2=0,825, K_3=0,4, K_4=0,28; K_5=0,32; K_6=0,525; M_1=0,18, M_2=0,145, M_3=0,085, M_4=0,24, M_5=0,05, M_6=0,30$.

Решение

1. Вычисляем отдельные виды средних:

$$Q_A = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_i = \frac{0,74 + 0,825 + 0,4 + 0,28 + 0,32 + 0,525}{6} = 0,515,$$

$$Q_{\Gamma} = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{K_i}} = \frac{6}{\frac{1}{0,74} + \frac{1}{0,825} + \frac{1}{0,4} + \frac{1}{0,28} + \frac{1}{0,32} + \frac{1}{0,525}} = 0,44,$$

$$Q_{BA} = \sum_{i=1}^n K_i \cdot M_i = 0,74 \cdot 0,18 + 0,825 \cdot 0,145 + 0,40 \cdot 0,085 + 0,28 \cdot 0,24 + 0,05 \cdot 0,32 + 0,3 \cdot 0,525 = 0,528,$$

$$Q_{B\Gamma} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{M_i}{K_i}} = \frac{1}{\frac{0,18}{0,74} + \frac{0,145}{0,825} + \frac{0,085}{0,4} + \frac{0,24}{0,28} + \frac{0,05}{0,32} + \frac{0,3}{0,525}} = 0,45.$$

2. Находим обобщенную композиционную

$$Q_{O_{\text{КОМ}}} = \frac{Q_A^2 + Q_{\Gamma}^2 + Q_{BA}^2 + Q_{B\Gamma}^2}{Q_A + Q_{\Gamma} + Q_{BA} + Q_{B\Gamma}} = \frac{0,515^2 + 0,44^2 + 0,528^2 + 0,45^2}{0,515 + 0,44 + 0,528 + 0,45} = 0,486.$$

3. Определяем композиционную геометрическую

$$Q_{C_{\text{КОМ}}}^O = \sqrt[4]{Q_A \cdot Q_{\Gamma} \cdot Q_{BA} \cdot Q_{B\Gamma}} = \sqrt[4]{0,515 \cdot 0,44 \cdot 0,528 \cdot 0,45} = 0,482.$$

4. Вычисляем композиционную геометрическую взвешенную

$$Q_{BC_{\text{КОМ}}}^O = Q_A^{0,1} \cdot Q_{\Gamma}^{0,2} \cdot Q_{BA}^{0,3} \cdot Q_{B\Gamma}^{0,4} = 0,515^{0,1} \cdot 0,44^{0,2} \cdot 0,528^{0,3} \cdot 0,45^{0,4} = 0,49.$$

5. Рассчитываем композиционную геометрическую кумулятивную

$$Q_{KC_{\text{КОМ}}}^O = \sqrt{Q_A} \sqrt{Q_{\Gamma}} \sqrt{Q_{BA}} \sqrt{Q_{B\Gamma}} = \sqrt{0,515} \sqrt{0,44} \sqrt{0,528} \sqrt{0,45} = 0,488.$$

6. Находим среднюю арифметическую композиционную

$$Q_{OA_{\text{КОМ}}} = \frac{Q_{O_{\text{КОМ}}} + Q_{C_{\text{КОМ}}}^O + Q_{BC_{\text{КОМ}}}^O + Q_{KC_{\text{КОМ}}}^O}{4} = \frac{0,486 + 0,482 + 0,49 + 0,488}{4} = 0,486.$$

5. Погрешность функции оценивания

В модели процесса оценивания функцию оценивания формируют на основе различных комбинаций видов выборочных средних. Наиболее часто используют степенные простые, взвешенные и кумулятивные средние, по структуре представляющие собой функцию оценивания в виде суммы аргументов. При этом принимается допущение о том, что отдельные аргументы независимы друг от друга и случайны по характеру проявления. С учетом отмеченного, погрешность функции оценивания является случайной величиной и зависит от числа аргументов, от погрешностей составляющих аргументов и от структуры ее аналитической зависимости.

Погрешность функции оценивания, сформированной на основе средней взвешенной арифметической, предлагается определять по зависимости

$$\Delta_{\text{ф.о.}} = E_{\text{ср}} \sqrt{\sum_{i=1}^N T_{Mj}^2}, \quad (6.13)$$

где E_{cp} – средний коэффициент коммутативного влияния, зависящий от разности величин K_i во всех парах аргументов;

T_{Mj} – величина погрешности на i -й коэффициент весомости.

Величина погрешности T_M на коэффициент весомости q зависит от коэффициента квалификации пользователя k и от самой величины коэффициента весомости q и определяется по эмпирической формуле

$$T_M = k \cdot M^{0,8+3M} . \quad (6.14)$$

Составляющую в (6.14), которая зависит только от q , обозначим как меру погрешности через ψ_M , и тогда

$$\psi_M = M^{0,8+3M} . \quad (6.15)$$

Так как результаты расчетов по формуле (6.14) для смежных значений q существенно не различаются, то для практических целей величины q разделены на интервалы и для трех значений коэффициентов квалификации k определены величины погрешностей T_M , постоянные для каждого интервала, как это показано в табл. 6.1. Величины ψ_q приведены в табл. 6.2.

Т а б л и ц а 6.1

Величина погрешности T_M

Интервалы для M_i	Квалификация пользователя		
	Высокая $k=0,8$	Средняя $k=1,0$	Низкая $k=1,25$
От 0,01 до 0,02	0,01	0,02	0,03
От 0,02 до 0,04	0,02	0,03	0,04
От 0,04 до 0,06	0,03	0,04	0,05
От 0,06 до 0,08	0,04	0,05	0,06
От 0,08 до 0,10	0,05	0,06	0,08
От 0,10 до 0,15	0,06	0,08	0,10
От 0,15 до 0,20	0,08	0,10	0,12
От 0,20 до 0,50	0,10	0,12	0,16

Т а б л и ц а 6.2

Мера погрешности ψ_M

Интервал M	0,01- 0,02	0,02- 0,04	0,04- 0,06	0,06- 0,08	0,08- 0,10	0,10- 0,15	0,15- 0,20	0,20- 0,50
Мера погрешности ψ_M	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,10	0,12

С учетом (6.13), (6.14) имеем:

$$\Delta_{\phi.o} = E_{cp} \sqrt{\sum_{i=1}^N k_i^2 \psi_{Mi}^2}, \quad (6.16)$$

Так как коэффициент квалификации k для конкретной функции оценивания число постоянное, то

$$\Delta_{\phi.o} = E_{cp} \cdot k \sqrt{\sum_{i=1}^N \psi_{qi}^2}. \quad (6.17)$$

Из формулы (6.17) при заданной норме на величину погрешности можно определить коэффициент квалификации пользователя:

$$k = \frac{\Delta_{\phi.o}}{E_{cp} \sqrt{\sum_{i=1}^N \psi_{Mi}^2}}. \quad (6.18)$$

По вычисленной величине k из табл. 6.1 определяем величины погрешностей T_{Mj} на коэффициенты весомости M_i .

Таким образом, по предлагаемым зависимостям можно решить две задачи:

- 1) прямую, когда по известным погрешностям T_{Mj} на коэффициенты весомости вычисляется расчетная погрешность $\Delta_{\phi.o,p}$ функции оценивания;
- 2) обратную, когда по заданной погрешности $\Delta_{\phi.o}$ на количественную оценку качества продукции Q определяются погрешности T_{Mj} на коэффициенты весомости в аргументах функции оценивания.

На практике наиболее часто приходится решать прямую задачу.

Пример. Для функции оценивания $Q_{BA} = \sum_{i=1}^7 M_i \cdot K_i$ с набором исходной информации, состоящей из 7 элементов

$$M_1 \cdot K_1 = 0,05 \cdot 0,7; \quad M_2 \cdot K_2 = 0,08 \cdot 0,8; \quad M_3 \cdot K_3 = 0,1 \cdot 0,5; \quad M_4 \cdot K_4 = 0,12 \cdot 0,8;$$

$$M_5 \cdot K_5 = 0,16 \cdot 0,6; \quad M_6 \cdot K_6 = 0,22 \cdot 0,9; \quad M_7 \cdot K_7 = 0,27 \cdot 0,8,$$

определить погрешности T_{qj} на коэффициенты весомости при заданной норме на абсолютную погрешность функции оценивания $\Delta_{\phi.o} \leq 0,04$.

Р е ш е н и е

1. Из условия задачи следует, что она сформулирована как обратная. Рассчитываем составляющие коэффициента коммутативного влияния.

$$\frac{\sum_{j=1}^{N-1} |K_1 - K_{j\pm 1}|}{N-1} = \frac{0,1 + 0,2 + 0,1 + 0,1 + 0,2 + 0,1}{7-1} = \frac{0,8}{6} = 0,133,$$

$$\frac{\sum_{j=1}^{N-1} |K_2 - K_{j\pm 1}|}{N-1} = \frac{0,1+0,3+0+0,2+0,1+0}{7-1} = \frac{0,7}{6} = 0,115,$$

$$\frac{\sum_{j=1}^{N-1} |K_3 - K_{j\pm 1}|}{N-1} = \frac{0,2+0,3+0,3+0,1+0,4+0,3}{7-1} = \frac{1,6}{6} = 0,27,$$

$$\frac{\sum_{j=1}^{N-1} |K_4 - K_{j\pm 1}|}{N-1} = \frac{0,1+0+0,3+0,2+0,1+0}{7-1} = \frac{0,7}{6} = 0,115,$$

$$\frac{\sum_{j=1}^{N-1} |K_5 - K_{j\pm 1}|}{N-1} = \frac{0,1+0,2+0,1+0,2+0,3+0,2}{7-1} = \frac{1,1}{6} = 0,183,$$

$$\frac{\sum_{j=1}^{N-1} |K_6 - K_{j\pm 1}|}{N-1} = \frac{0,2+0,1+0,4+0,1+0,3+0,1}{7-1} = \frac{1,2}{6} = 0,200,$$

$$\frac{\sum_{j=1}^{N-1} |K_7 - K_{j\pm 1}|}{N-1} = \frac{0,1+0+0,3+0+0,2+0,1}{7-1} = \frac{0,7}{6} = 0,115.$$

Находим средний коэффициент коммутативного влияния функции оценивания:

$$E_{cp} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N \frac{\sum_{j=1}^{N-1} |K_i - K_{j\pm 1}|}{N-1} =$$

$$= \frac{0,133+0,115+0,27+0,115+0,183+0,2+0,115}{7} = 0,166.$$

2. Вычисляем коэффициент квалификации пользователя количественной оценкой качества продукции по формуле

$$k = \frac{\Delta_{\text{ф.о}}}{E_{cp} \sqrt{\sum_{i=1}^N \psi_{Mi}^2}} = \frac{0,04}{0,166 \sqrt{0,04^2 + 0,05^2 + 0,06^2 + 0,08^2 + 0,1^2 + 0,12^2 + 0,12^2}} = 0,99.$$

3. Расчетный коэффициент квалификации пользователя $k=0,99$ соизмерим с коэффициентом квалификации пользователя «средняя», для которого $k=1,0$ (табл. 6.1).

4. Погрешности (допуски) на коэффициенты весомости аргументов задаем по группе квалификации «средняя». Из табл. 6.1 находим эти погрешности (допуски T_{qi})

$$T_{M1}=0,04; T_{M2}=0,05; T_{M3}=0,06; T_{M4}=0,08; T_{M5}=0,10; T_{M6}=0,12; T_{M7}=0,12.$$

5. Производим проверку решения путем вычисления абсолютной погрешности для найденных $T_{M1} - T_{M7}$ по формуле (6.13):

$$\Delta_{\phi.o} = E_{cp} \sqrt{\sum_{i=1}^N T_{Mj}^2} =$$
$$= 0,166 \sqrt{0,04^2 + 0,05^2 + 0,06^2 + 0,08^2 + 0,1^2 + 0,12^2 + 0,12^2} = 0,039.$$

6. Сравниваем полученную расчетную погрешность $\Delta_{\phi.op} = 0,039$ с заданной нормой $\Delta_{\phi.o} = 0,04$ и делаем вывод о том, что погрешности на коэффициенты весомости по группе квалификации «средняя» приняты оправданно.

Таким образом, рассмотренный пример подтверждает целесообразность практического применения предложенного метода определения расчетной погрешности $\Delta_{\phi.o}$ для наиболее применимой структуры функции оценивания.

Для функций оценивания, сформированных на других видах выборочных средних, общий подход вычисления абсолютной погрешности оценивания полностью сохраняется и учитывается только их структура.

6. Методика выполнения и оформления работы

6.1. Построить на миллиметровой бумаге номограммы для определения комплексного показателя качества с использованием различных способов усреднения (см. рис. 6.1...6.3).

6.2. Взять значения показателей для определения комплексного показателя различными способами усреднения.

6.3. Определить значение комплексного показателя качества продукции на основании построенных номограмм.

6.4. Сравнить полученные результаты между собой и сделать вывод о точности построенной номограммы.

Вопросы для самоподготовки

1. Назовите основные этапы построения номограмм для нахождения комплексных показателей качества продукции.

2. Каким образом определить значение комплексного показателя качества по номограммам?

3. Перечислите основные свойства выборочных средних.

4. Что такое функция оценивания?

5. В чем заключается свойство достаточности выборочной средней величины?

6. В чем заключается свойство эффективности выборочной средней величины?

Практическое занятие № 7

ИНТЕРВАЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Цель занятия: изучить методы получения интервальных оценок качества продукции.

1. Определение интервальных оценок качества продукции, сформированных на основе простых и кумулятивных выборочных средних

Если набор элементов информации $K_i [1, n]$ задан только номинальными величинами, то точечную выборочную оценку Q , полученную по функции оценивания, сформированной на основе простых и кумулятивных средних, можно связать с вычислением оценки интервального вида:

$$Q[Q_n; Q_b],$$

где Q_n – нижняя граница;

Q_b – верхняя граница.

Известно, что интервальные оценки являются функциями исходных величин $K_i[1, n]$ и показывают определенную степень уверенности в том, что условно-истинное значение Q располагается внутри интервала $Q[Q_n, Q_b]$. Так, если в результате расчета получили $Q=0,7 \pm 0,04$, то действительная оценка Q находится между 0,66 и 0,74. Величину $\pm 0,04$ можно назвать доверительным интервалом.

Математический подход к вычислению доверительных интервалов состоит в том, что вводится случайная величина $Y(Q)$, связанная с Q , но при этом распределение $Y(Q)$ не зависит ни от каких других параметров.

По функции распределения для $Y(Q)$ находят два таких числа Q_n и Q_b , чтобы выполнялось условие

$$P[Q_n < Y(Q) < Q_b] = \gamma,$$

где γ – характеристика доверия (обычно от 0,8 до 0,975).

После этого составляют уравнение, определяющее доверительный интервал

$$P[Q_n < Q < Q_b] = \gamma.$$

Границы интервалов вычисляются по формулам:

$$Q_n = Q - t_{\gamma; n-1} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (7.1)$$

$$Q_b = Q + t_{\gamma; n-1} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (7.2)$$

где $t_{\gamma; n-1}$ – квантиль t -распределения Стьюдента с $n-1$ степенями свободы;
 n – объем исходной информации о качестве продукции.

Для случая, когда $\gamma=0,95$, можно ожидать, что в среднем 95 % таких случайных интервалов будут содержать расчетную величину количественной оценки Q .

Т а б л и ц а 7.1

Значения квантиль t -распределение

Число степеней свободы	$T_{0,60}$	$T_{0,80}$	$T_{0,90}$	$T_{0,95}$
5	0,92	1,476	2,015	2,571
6	0,906	1,440	1,943	2,447
7	0,896	1,415	1,895	2,365
8	0,889	1,397	1,86	2,306
9	0,883	1,389	1,833	2,262
10	0,879	1,372	1,812	2,228
11	0,876	1,363	1,796	2,201
12	0,873	1,356	1,782	2,179
13	0,87	1,35	1,771	2,16
14	0,868	1,345	1,761	2,145
15	0,866	1,341	1,753	2,131
20	0,86	1,325	1,725	2,083

Пример. Объем исходной информации о качестве продукции $n=10$. Расчетная оценка $Q=0,8$, а $\sigma=0,04$. Определить доверительные интервалы для Q при $\gamma=0,90$.

Р е ш е н и е

1. По таблице находим квантиль t -распределение для $n=10$ и $\gamma=0,90$.

Для $t_{0,9}$ и числа степеней свободы $n-1=10-1$ находим $t_{0,9;9}=1,883$.

2. Вычисляем границы доверительного интервала:

$$Q_{\text{н}}=Q-1,833 \cdot (0,04/\sqrt{10})=0,8-1,833 \cdot 0,0126=0,8-0,023=0,777.$$

$$Q_{\text{в}}=Q+1,833 \cdot (0,04/\sqrt{10})=0,8+1,833 \cdot 0,0126=0,8+0,023=0,823.$$

Следовательно, на 90 % можно быть уверенным в том, что условно-истинное значение $Q_{\text{у.и}}$ находится в пределах $Q[0,777; 0,823]$.

2. Получение интервальных оценок качества продукции, методом максимума-минимума и вероятностным

Метод максимума-минимума – это метод вычисления количественной оценки качества продукции, учитывающий только предельные отклонения всех элементов информации набора $K_i[1, n]$ и самые неблагоприятные их сочетания.

Для того чтобы обеспечить определенное доверие к результату вычисления количественной оценки качества продукции Q , элементы информации в исходном наборе $K_i[1, n]$, как правило, задаются с предельными отклонениями – верхним $ВОК_i$ и нижним $НОК_i$. Например, $K_1 = 0,8^{+0,06}$, $K_2 = 0,7 \pm 0,04$, $K_3 = 0,9^{+0,01}_{-0,03}$ и др.

В этом случае имеется возможность вычислить предельную интервальную оценку Q для любого вида выборочной средней.

Например, для выборочной средней арифметической имеем интервал оценивания:

$$Q_{A\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (K_{i\text{ном}} + ВОК_i),$$

$$Q_{A\min} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (K_{i\text{ном}} - НОК_i).$$

Однако данный метод имеет явно завышенную величину интервала для всех видов выборочных средних, что ограничивает его применение для практических целей по экономическим соображениям.

Вероятностный метод – это метод вычисления количественной оценки качества продукции, учитывающий явление рассеяния действительных величин отклонений показателя K_i , а также вероятности сочетаний их действительных предельных отклонений в наборе элементов информации $K_i[1, n]$.

Т а б л и ц а 7.2

Значения коэффициента риска t_p

	Количественные значения						
Процент риска P	32	10	4,5	1,00	0,27	0,10	0,01
Коэффициент риска t_p	1,00	1,65	2,0	2,57	3,00	3,29	3,89

Алгоритм расчета количественной оценки качества продукции представлен на рис. 7.1.

Пример 1. Качество экземпляра продукции характеризуется набором элементов информации:

$$K[1, 6]: K_1 = 0,6^{+0,04}; K_2 = 0,8 \pm 0,03; K_3 = 0,7 \pm 0,03;$$

$$K_4 = 0,7_{-0,06}; K_5 = 0,9^{+0,05}_{-0,03}; K_6 = 0,6^{+0,04}$$

Определить интервал (допуск) количественного оценивания качества продукции вероятностным методом с процентом риска $P=0,27\%$.

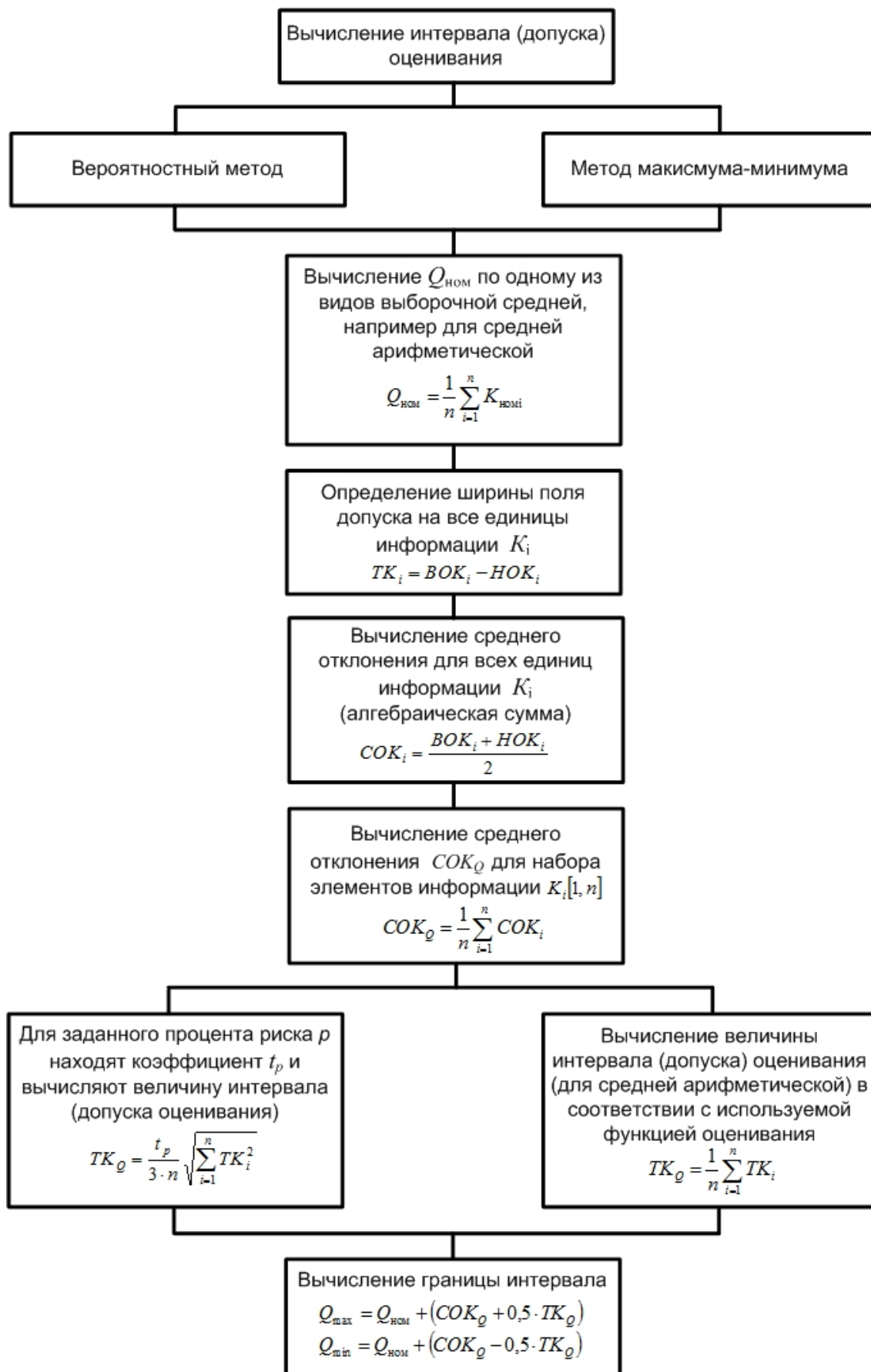


Рис. 7.1. Алгоритм расчета количественной оценки качества продукции

Решение

1. Вычисляем номинальную величину оценки качества $Q_{\text{ном}}$:

$$Q_{\text{ном}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_{\text{ном}} = \frac{0,6 + 0,8 + 0,7 + 0,7 + 0,9 + 0,6}{6} = \frac{4,3}{6} = 0,716.$$

2. Определяем допуски на элементы информации K_i :

$$TK_1 = 0,04; TK_2 = 0,06;$$

$$TK_3 = 0,06; TK_4 = 0,06;$$

$$TK_5 = 0,08; TK_6 = 0,04.$$

3. Вычисляем средние отклонения для отдельных элементов информации K_i :

$$COK_1 = 0,02; COK_2 = 0;$$

$$COK_3 = 0; COK_4 = -0,03;$$

$$COK_5 = 0,01; COK_6 = 0,02.$$

4. Определяем среднее отклонение для набора $K[1,6]$:

$$COK_Q = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n COK_i = \frac{0,02 + 0 + 0 + (-0,03) + 0,01 + 0,02}{6} = 0,003.$$

5. Для риска $P=0,27\%$ по табл. 7.2 находим коэффициент риска $t_p = 3$ и вычисляем величину вероятностного интервала (допуска):

$$TK_Q = \frac{t_p}{3 \cdot n} \sqrt{\sum_{i=1}^n TK_i^2} = \frac{3}{3 \cdot 6} \sqrt{0,04^2 + 0,06^2 + 0,06^2 + 0,06^2 + 0,08^2 + 0,04^2} = 0,024.$$

6. Вычисляем вероятные границы интервала оценивания:

$$Q_{\text{max}} = Q_{\text{ном}} + (COK_Q + 0,5 \cdot TK_Q) = 0,716 + (0,003 + 0,012) = 0,713,$$

$$Q_{\text{min}} = Q_{\text{ном}} + (COK_Q - 0,5 \cdot TK_Q) = 0,716 + (0,003 - 0,012) = 0,707.$$

Следовательно, величина вероятностного интервала оценивания имеет значение в диапазоне $Q[0,707; 0,731]$.

Пример 2

Для условий примера 1 вычислить интервал оценивания для Q методом максимума-минимума

Решение

1. Вычисляем величину предельного интервала (допуска) оценивания:

$$TK_Q = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n TK_i = \frac{0,04 + 0,06 + 0,06 + 0,06 + 0,08 + 0,04}{6} = 0,056.$$

2. Находим максимальное и минимальное значения интервала оценивания:

$$Q_{\max} = Q_{\text{ном}} + (COK_Q + 0,5 \cdot TK_Q) = 0,716 + (0,003 + 0,028) = 0,747,$$

$$Q_{\min} = Q_{\text{ном}} + (COK_Q - 0,5 \cdot TK_Q) = 0,716 + (0,003 - 0,028) = 0,691.$$

Следовательно, величина предельного интервала оценивания $Q[0,691; 0,747]$.

Как видно из результатов рассматриваемых примеров, для вероятностного метода величина интервала оценивания в 2,3 раза меньше, чем для метода максимума-минимума.

Интервальные оценки качества продукции, основанные на предельных неблагоприятных сочетаниях коэффициентов весомости

Для любых взвешенных выборочных средних всегда можно так подобрать коэффициенты весомости, чтобы для меньших величин K_i были выбраны меньшие значения M_i , а для больших величин K_i – большие значения M_i , и наоборот.

Для такого варианта основная задача сводится к тому, по какому признаку разделить K и M на меньшие и большие величины.

Известно, что номинальные значения M в функции оценивания могут быть определены:

- 1) экспертным методом,
- 2) методом аналитических закономерностей,
- 3) методом прямоугольных вкладов,
- 4) методом уменьшения неопределенностей,
- 5) методом попарного сопоставления и др.

При этом ни один из методов не гарантирует установление истинных величин μ . Следовательно, любое перераспределение набора $M_i [1;n]$ приведет к изменению величины точечной оценки и может повлиять на результат оценивания.

Наиболее приемлемым решением для таких вариантов является вычисление гарантированного интервала оценивания, когда небольшие вариации коэффициентов весомости M на величину $\pm \Delta M_i$, не могут повлиять на результат оценивания, поскольку с вероятностью, близкой к единице, они будут расположены в границах этого интервала.

Рассмотрим методику определения такого интервала оценивания для функции оценивания вида:

$$Q_{\text{ВА}} = \sum_{i=1}^n K_i \cdot M_i,$$

$$\sum_{i=1}^n M_i = 1,0.$$

Расположим величины $M_i \cdot K_i$, (аргументы) в прямой вариационный ряд по мере их увеличения, как показано на схеме, приведенной на рис.7.2.

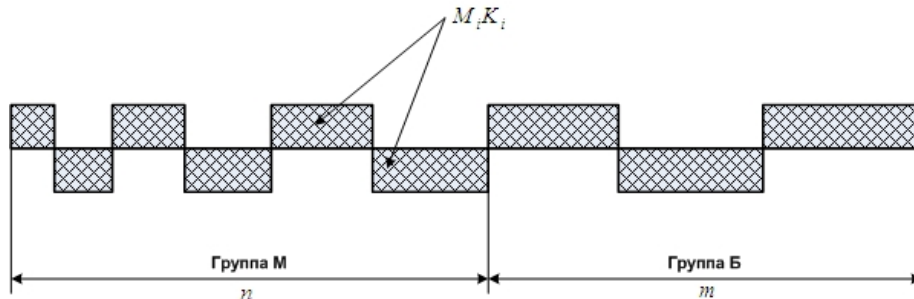


Рис. 7.2. Вариационный ряд аргументов

Разделим этот вариационный ряд на две группа аргументов так, чтобы соблюдалось условие

$$\left| \sum_{i=1}^n M_i \cdot K_i \right|_M \approx \left| \sum_{j=1}^n M_j \cdot K_j \right|_B \quad (7.3)$$

с разностью между этими группами не более $\pm 0,05$.

Выберем квалификацию исполнителей (низкую, среднюю или высокую) и по уровню квалификации из табл. 7.3 определим допуски на коэффициенты весомости T_M в зависимости от их номинальных величин и проверим соблюдение условия

$$\left| \sum_{i=1}^n T_{M_i} \right|_M \approx \left| \sum_{j=1}^n T_{M_j} \right|_B. \quad (7.4)$$

Т а б л и ц а 7.3

Величина погрешности T_q

Интервалы для q_i	Квалификация пользователя		
	Высокая $k=0,8$	Средняя $k=1,0$	Низкая $k=1,25$
От 0,01 до 0,02	0,01	0,02	0,03
От 0,02 до 0,04	0,02	0,03	0,04
От 0,04 до 0,06	0,03	0,04	0,05
От 0,06 до 0,08	0,04	0,05	0,06
От 0,08 до 0,10	0,05	0,06	0,08
От 0,10 до 0,15	0,06	0,08	0,10
От 0,15 до 0,20	0,08	0,10	0,12
От 0,20 до 0,50	0,10	0,12	0,16

Расположим допуски на коэффициенты весомости в самых неблагоприятных сочетаниях, что позволит вычислить границы интервала оценивания по формулам:

$$Q_{A\max} = \left| \sum_{i=1}^n (M_i - T_{M_i}) \cdot K_i \right|_M + \left| \sum_{j=1}^n (M_j + T_{M_j}) \cdot K_j \right|_B, \quad (7.5)$$

$$Q_{A\min} = \left| \sum_{i=1}^n (M_i + T_{M_i}) \cdot K_i \right|_M + \left| \sum_{j=1}^n (M_j - T_{M_j}) \cdot K_j \right|_B. \quad (7.6)$$

Аналогичные расчеты можно произвести и для других видов выборочных взвешенных. Для взвешенной геометрической расчет выполняется по формулам:

$$Q_{C\max} = \left| \prod_{i=1}^n K_i^{M_i - T_{M_i}} \right|_M \cdot \left| \prod_{j=1}^m K_j^{M_j + T_{M_j}} \right|_B, \quad (7.7)$$

$$Q_{C\min} = \left| \prod_{i=1}^n K_i^{M_i + T_{M_i}} \right|_M \cdot \left| \prod_{j=1}^m K_j^{M_j - T_{M_j}} \right|_B \quad (7.8)$$

Для взвешенной гармонической расчет производится по формулам:

$$Q_{\Gamma\max} = \frac{1}{\left| \sum_{i=1}^n \frac{M_i - T_{M_i}}{K_i} \right|_M + \left| \sum_{j=1}^m \frac{M_j + T_{M_j}}{K_j} \right|_B}, \quad (7.9)$$

$$Q_{\Gamma\min} = \frac{1}{\left| \sum_{i=1}^n \frac{M_i + T_{M_i}}{K_i} \right|_M + \left| \sum_{j=1}^m \frac{M_j - T_{M_j}}{K_j} \right|_B}. \quad (7.10)$$

Смещенность оценок Q_{\max} и Q_{\min} , вычисленных по разным видам взвешенных средних, может быть существенной. Снижение смещенности таких оценок достигают различными способами, из которых наиболее эффективным является способ композиции видов выборочных средних, как это использовалось для вычисления точечных оценок.

Пример. Для продукции с набором информации $K_1=1,0$; $K_2=0,52$, $K_3=1,0$, $K_4=0,25$, $K_5=0,32$ и $K_6=0,44$ с коэффициентами весомости $M_1=0,32$, $M_2=0,25$, $M_3=0,12$, $M_4=0,05$, $M_5=0,08$ и $M_6=0,18$ вычислить интервалы оценивания.

Решение

1. Располагаем аргументы функции оценивания в вариационный ряд:

$M_4 K_4$	$M_5 K_5$	$M_3 K_3$	$M_6 K_6$	$M_2 K_2$	$M_1 K_1$
$M_4 = 0,05$	$M_5 = 0,08$	$M_3 = 0,12$	$M_6 = 0,18$	$M_2 = 0,25$	$M_1 = 0,32$
Группа М				Группа Б	
n				m	

2. Разделяем аргументы на две группы **М** и **Б**, для которых

$$\left| \sum_{i=1}^4 M_i = 0,43 \right|_M \approx \left| \sum_{j=1}^2 M_j = 0,57 \right|_B.$$

3. Выбираем квалификацию исполнителя «средняя» и по табл. 7.3 находим допуски на коэффициенты весомости:

$$T_{M4} = 0,04; T_{M5} = 0,05; T_{M3} = 0,08; T_{M6} = 0,10; T_{M2} = 0,12; T_{M1} = 0,12.$$

3. Проверяем условие $\sum_{i=1}^n |Tq_i|_M = \sum_{j=1}^m |Tq_j|_B$:

$$\left| \sum_{i=1}^4 T_{Mi} = 0,27 \right|_M \neq \left| \sum_{j=1}^2 T_{Mj} = 0,24 \right|_B.$$

5. Производим корректировку наименьших величин допусков группы **М** уменьшением на величину 0,03 и окончательно принимаем:

$$T_{M4} = 0,03; T_{M5} = 0,04; T_{M3} = 0,07; T_{M6} = 0,10; T_{M2} = 0,12; T_{M1} = 0,12.$$

6. Вычисляем интервалы оценивания для взвешенной арифметической:

$$\begin{aligned} Q_{A\min} &= \left| \sum_{i=1}^n (M_i + T_{Mi}) \cdot K_i \right|_M + \left| \sum_{j=1}^m (M_j - T_{Mj}) \cdot K_j \right|_B = \\ &= |(0,05 + 0,03) \cdot 0,25 + (0,08 + 0,04) \cdot 0,32 + (0,12 + 0,07) \cdot 1,0 + \\ &+ (0,18 + 0,1) \cdot 0,44|_M + |(0,25 - 0,12) \cdot 0,52 + (0,32 - 0,12) \cdot 1,0|_B = 0,630, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{A\max} &= \left| \sum_{i=1}^n (M_i - T_{Mi}) \cdot K_i \right|_M + \left| \sum_{j=1}^m (M_j + T_{Mj}) \cdot K_j \right|_B = \\ &= |(0,05 - 0,03) \cdot 0,25 + (0,08 - 0,04) \cdot 0,32 + (0,12 - 0,07) \cdot 1,0 + \\ &+ (0,18 - 0,1) \cdot 0,44|_M + |(0,25 + 0,12) \cdot 0,52 + (0,32 + 0,12) \cdot 1,0|_B = 0,735. \end{aligned}$$

7. Находим интервалы оценивания для взвешенной гармонической:

$$Q_{\Gamma\max} = \frac{1}{\left| \sum_{i=1}^n \frac{M_i - T_{Mi}}{K_i} \right|_M + \left| \sum_{j=1}^m \frac{M_j + T_{Mj}}{K_j} \right|_B} =$$

$$= \frac{1}{\left[\left| \frac{0,05 - 0,03}{0,25} + \frac{0,08 - 0,04}{0,32} + \frac{0,12 - 0,07}{1,0} + \frac{0,18 - 0,1}{0,44} \right|_M + \left| \frac{0,25 + 0,12}{0,52} + \frac{0,32 + 0,12}{1,0} \right|_B \right]} = 0,63,$$

$$Q_{\Gamma\min} = \frac{1}{\left| \sum_{i=1}^n \frac{M_i + T_{Mi}}{K_i} \right|_M + \left| \sum_{j=1}^m \frac{M_j - T_{Mj}}{K_j} \right|_B} =$$

$$= \frac{1}{\left[\left| \frac{0,05 + 0,03}{0,25} + \frac{0,08 + 0,04}{0,32} + \frac{0,12 + 0,07}{1,0} + \frac{0,18 + 0,1}{0,44} \right|_M + \left| \frac{0,25 - 0,12}{0,52} + \frac{0,32 - 0,12}{1,0} \right|_B \right]} = 0,51. \text{ Как}$$

видно из результатов расчета, интервалы оценивания имеют характерную смещенность, как и для точечных оценок.

4. Методика выполнения и оформления работы

4.1. Собрать исходные данные об объекте исследования (значение абсолютных показателей качества продукции).

4.2. Произвести расчет относительных показателей качества исследуемой продукции в сравнении с показателями качества базового образца.

4.3. Определить значения коэффициентов весомости свойств объекта.

4.4. Произвести расчет интервальной оценки качества продукции по предложенному преподавателем методу.

Вопросы для самоподготовки

1. Что такое интервальная оценка качества продукции?
2. Назовите методы получения интервальных оценок качества продукции.
3. В чем различие между методом максимума-минимума получения интервальных оценок качества продукции и вероятностным методом?
4. В чем суть метода получения интервальной оценки качества продукции, основанного на предельных неблагоприятных сочетаниях коэффициентов весомости?

Практическое занятие № 8

ФОРМИРОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ И КАЧЕСТВА ОБЪЕКТА НА ВСЕХ СТАДИЯХ ЕГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА (ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ИЗГОТОВЛЕНИЕ, ХРАНЕНИЕ, ОБРАЩЕНИЕ, РЕАЛИЗАЦИЯ И ПОТРЕБЛЕНИЕ)

Цель занятия: ознакомиться с процедурой оценки уровня качества продукции на этапах ее жизненного цикла.

1. Общие сведения

Кроме обобщенной оценки качества и технического уровня, часто определяют их значения для каждого этапа жизненного цикла изделия.

На стадии проектирования и конструирования рассчитывают нормативные показатели качества, а также перспективное значение технического уровня разрабатываемого изделия – U_p .

На стадии производства определяют уровень качества изготовления – $U_{изг.}$

На стадии обращения и реализации необходимо оценивать уровень качества готовой продукции $U_{г.п.}$ при ее обращении по соответствующим показателям сохраняемости и транспортабельности.

На стадии эксплуатации – уровень качества изделия в процессе его эксплуатации – $U_{экс.}$

На последней стадии жизненного цикла – уровень качества изделия в процессе утилизации $U_{ут.}$

В итоге, общий показатель уровня качества U_k может быть определен, как

$$U_k = U_p + U_{изг.} + U_{г.п.} + U_{экс.} + U_{ут.} \quad (8.1)$$

2. Оценка уровня качества разрабатываемого изделия

Стадия разработки нового изделия начинается с изучения потребности покупателей. На основании этого составляют технические требования на продукцию.

Стадия разработки продукции включает на первом ее этапе установление норм (предельных значений) показателей качества и разработку технического задания.

Основанием для принятия предельных значений показателей качества разрабатываемого изделия служат характеристики базовых образцов и

аналогов, требования отечественных и международных стандартов, технических условий, материалы НИР и ОКР, отзывы потребителей и т.п.

При проектировании и конструировании новой продукции заказчик задает необходимые значения основных технических параметров изделия. Разработчик изделия обоснованно принимает метод оценки и прогнозирования уровня. После этого определяют пределы или диапазоны показателей качества и этим формируют требования к качеству изделия.

При проектировании осуществляют оптимизацию параметров качества.

Оптимальное проектирование – это процесс определения значений основных параметров разрабатываемого изделия, обеспечивающих экстремальные (максимальные или минимальные) значения нескольких технико-экономических характеристик при условии, что другие характеристики удовлетворяют заданной совокупности требований.

Стадия разработки продукции включает в себя также создание технического проекта, изготовление и испытание опытных образцов, разработку рабочего проекта и полного комплекта технической документации в соответствии с требованиями ГОСТ, Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), необходимой для постановки продукции на производство.

В процессе конструирования могут изменяться исходные параметры разрабатываемого изделия, которые были предписаны техническим заданием на разработку и в данном случае для контролирования являются исходными и базовыми. В связи с этим всегда есть необходимость оценить степень соответствия между показателями качества окончательно сконструированного изделия и его первоначально заданными (базовыми) техническими и другими характеристиками.

Цель оценки качества на стадии разработки продукции заключается в определении меры соответствия значений отдельных параметров и различных показателей качества разработанной продукции достижениям научно-технического прогресса.

Качество новой продукции зависит от влияния каждого нововведения на соответствующий показатель качества X . Коэффициент влияния j -го нововведения в разрабатываемом изделии на значение показателя X_i определяется по формуле

$$K_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_{i\text{баз}}}, \quad (8.2)$$

где X_{ij} – значение показателя X_i с учетом j -го нововведения;

$X_{i\text{баз}}$ – базовое значение показателя X_i ;

j – порядковый номер нововведения.

3. Оценка уровня качества изготовления изделий

Цель оценки показателей качества и уровня качества продукции на стадии ее изготовления состоит в определении меры соответствия фактических значений параметров и показателей, характеризующих качество изготовленной продукции до начала ее эксплуатации или потребления, установленным требованиям конструкторской документации, стандартов, технических условий. Требуемый уровень качества продукции обеспечивается на стадии изготовления производственно-технологическими методами.

Обычно для определения уровня качества изготовления изделий используют коэффициент дефектности R_d . При известных коэффициентах дефектности уровень качества изготовления изделия $Y_{изг}$ определяют по формулам:

– при стоимостном методе определения коэффициента дефектности

$$Y_{изг} = 1 - \frac{R_d}{C}, \quad (8.3)$$

– при балльном методе определения коэффициента дефектности

$$Y_{изг} = 1 - \frac{R_d}{R_{d\max}}, \quad (8.4)$$

где C – производственная себестоимость изготовления одного изделия;
 $R_{d\max}$ – максимально возможное значение R_d для данного изделия,

$$R_{d\max} = Z \cdot d, \quad (8.5)$$

здесь Z – максимальное значение коэффициента весомости в баллах, которое назначается наиболее существенному дефекту;
 d – максимально возможное количество наиболее существенных дефектов. Если дефект является критическим, то $d=0$.

Отсюда следует:

- при отсутствии дефектов $Y_{изг}=1$;
- при предельно низком качестве изготовления изделий $Y_{изг}=0$.

4. Оценка уровня качества изделия в эксплуатации

Цель оценки качества продукции в эксплуатации заключается в определении меры соответствия фактических значений параметров и показателей качества в процессе эксплуатации изделий требованиям нормативно-технической документации. Эту оценку осуществляют для определения путей и способов более полного использования всех полезных свойств продукции, заложенных при ее создании.

Под уровнем качества изделий в эксплуатации понимают степень соответствия фактических значений показателей качества изделий в процессе их эксплуатации требованиям нормативно-технической документации.

Оценку уровня качества в эксплуатации проводят для более полного использования всех полезных свойств изделия, а также для получения необходимой информации об изменении показателей качества и его обобщенного уровня в процессе эксплуатации.

Под стадией эксплуатации понимается вся послепроизводственная часть существования изделия, включающая использование по назначению, ремонты, транспортирование, хранение и т.п. Эксплуатация сопровождается постепенным ухудшением значений показателей качества изделий.

Оценку уровня качества эксплуатируемого изделия выполняют так же путем сравнения фактических значений показателей качества (с учетом заданного срока эксплуатации) со значениями тех же показателей качества, достигнутых на стадиях разработки и изготовления. Количественную оценку уровня качества продукции в эксплуатации осуществляют по эксплуатационным показателям качества.

Иногда целесообразно определять комплексный показатель качества эксплуатации $Z(t)_{\text{эксп}}$ в виде суммарных финансовых затрат на работу изделия по назначению, обслуживание и ремонты, отнесенные к единице времени:

$$Z(t)_{\text{эксп}} = \left(\sum_{i=1}^m Z_i(t) + Z_m \right) / t, \quad (8.6)$$

где $Z_i(t)$ – затраты на эксплуатацию изделия с наработкой t , отнесенные к единице времени и к i -му показателю качества;

Z_m – затраты на восстановление значений показателей качества K_i ;

m – число учитываемых показателей качества.

Уровень качества продукции на определенных этапах эксплуатации, оцениваемый, например, по затратам на эксплуатацию в сопоставимых периодах, находят так:

$$Y_{\text{эксп}} = \frac{Z'(t)_{\text{эксп}}}{Z(t)_{\text{эксп}}}, \quad (8.7)$$

где $Z(t)_{\text{эксп}}$ – эксплуатационные затраты с наработкой t на момент оценки;

$Z'(t)_{\text{эксп}}$ – затраты в предшествующий период с наработкой t .

По значениям $Y_{\text{эксп}}$, полученным в разное время, можно построить зависимость изменения $Y_{\text{эксп}}$ при эксплуатации (или использовании) изделия.

5. Оценка уровня качества изделия при его утилизации

Цель оценки качества изделия на стадии утилизации состоит в определении степени соответствия изделия требованиям безопасности персонала при его утилизации, степени вредного влияния процесса утилизации изделия на окружающую среду и степени экономичности процесса утилизации.

Оценку уровня качества изделия на стадии его утилизации осуществляют по показателям эффективности процесса утилизации. Целесообразно определять комплексный показатель качества утилизации в виде суммарных финансовых затрат по всем составляющим процесса утилизации $Z(t)_{\text{утил}}$, отнесенным к единице времени:

$$Z(t)_{\text{утил}} = \sum_{i=1}^n Z_{\text{б.перс}} + Z(t)_{\text{ок.ср}} + (Z_{\text{утил}} - \sum O_{\text{возвр}}), \quad (8.8)$$

где $\sum_{i=1}^n Z_{\text{б.перс}}$ – затраты на обеспечение безопасности выполнения персоналом всех i -х работ по утилизации изделия;

$Z(t)_{\text{ок.ср}}$ – затраты на снижение (ликвидацию) вреда окружающей среде при утилизации изделия, отнесенные к единице времени;

$Z_{\text{утил}}$ – затраты, связанные с утилизацией изделия (затраты и исследование способов утилизации, изготовление средств утилизации, демонтаж и разработку, транспортные расходы, изготовление специальных контейнеров и т.д.)

$\sum O_{\text{возвр}}$ – стоимость используемых остаточных ресурсов утилизированного изделия (общего лома и других компонентов для дальнейшего использования с пониженными требованиями в эксплуатационных свойствах).

Уровень качества изделий на стадии утилизации оценивают отношением суммарных финансовых затрат процесса утилизации по сравниваемым изделиям (с базовым образцом-аналогом):

$$Y_{\text{утил}} = \frac{Z(t)_{\text{утил}i}}{Z(t)_{\text{утил.баз}}}, \quad (8.9)$$

где $Z(t)_{\text{утил}i}$ – суммарные финансовые затраты процесса утилизации оцениваемого i -го изделия, отнесенные к единице времени;

$Z(t)_{\text{утил.баз}}$ – суммарные финансовые затраты процесса утилизации базового изделия (аналога), отнесенные к единице времени.

6. Методика выполнения и оформления работы

6.1. Собрать исходные данные об объекте исследования (значение абсолютных показателей качества продукции).

6.2. Произвести оценку качества продукции на одном из этапов его жизненного цикла, в соответствии с заданием преподавателя.

Вопросы для самоподготовки

1. Какова процедура оценки уровня качества продукции на этапах ее жизненного цикла?

2. Что Вы понимаете под стадией эксплуатации?

3. Каким образом оценивается уровень качества продукции на этапе изготовления?

4. В чем особенности определения уровня качества продукции на этапе ее утилизации?

5. Что такое оптимальное проектирование?

Практическое занятие № 9

ПОДГОТОВКА И ОФОРМЛЕНИЕ ДОКУМЕНТА О РЕЗУЛЬТАТАХ ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ИЗУЧАЕМОГО ОБЪЕКТА

Цель занятия: ознакомиться с процедурой подготовки и оформления заключения по результатам оценки уровня качества исследуемого объекта.

1. Основные сведения

В заключении об уровне качества промышленной продукции указывается результат оценки и дается его обоснование. После анализа и выполнения оценки в зависимости от поставленных целей и полученных результатов подготавливаются предложения для принятия решения по разработке, постановке на производство или по совершенствованию изделия. Решения принимаются соответствующими руководителями по результатам оценки с учетом дополнительно проводимых технико-экономических исследований и обоснований наилучшего варианта из подготовленных и изложенных в заключении предложений.

Обычно заключение о техническом уровне изделия состоит из шести разделов.

В **первом** разделе приводят:

а – назначение и краткую характеристику области применения изделия;

б – обозначение документа, в соответствии с которым изделие поставляют потребителю;

в – наименование предприятия или организации-разработчика конструкторской документации на данное изделие;

г – наименование предприятия-изготовителя изделия и его адрес или только его условное наименование;

д – дату постановки изделия на промышленное производство;

е – дату проведения аттестации качества и результаты сертификации;

ж – дополнительные сведения об изделии.

Во **втором** разделе указывают:

а – наименования и единицы измерения показателей качества принятых для оценки уровня качества данного изделия;

б – значения показателей качества, взятых из технического задания, технических условий или других конструкторских документов на данное изделие, либо среднестатистические данные производства и эксплуатации изделий;

в – значения базовых показателей качества и соответствующие номера источников информации, записываемых в пятом разделе, в том числе: значения показателей качества, предусмотренные в действующих стан-

дартах на данное изделие; значения показателей качества перспективного образца, значения показателей качества отечественных и лучших зарубежных аналогов ведущих фирм, которые освоены и выпускаются производством не более трех лет, с указанием страны, фирмы или предприятия-изготовителя, модель изделия и год постановки его на производство;

2 – значения относительных показателей качества по отношению к показателям перспективного образца или по отношению к показателям аналогов; здесь же приводят значения относительных показателей, получаемых дифференциальным, комплексным или смешанным методом определения уровня качества.

Выявление номенклатуры и выбор методики определения относительных показателей качества, номенклатуры и численных значений иных показателей качества следует проводить по отраслевым методикам, разработанным предприятием или организацией, которые являются ведущими в разработке или производстве данного вида изделия. Содержание этих методик должно соответствовать требованиям стандартов на качество продукции.

В случае отсутствия аналогичных изделий используют данные из официальных источников информации, сведения о комплектующих составных частях изделия и другую информацию. Если показатели аналогов ниже показателей качества, установленных действующими стандартами, то данные этих стандартов принимают за показатели аналога.

В **третьем** разделе указывают наименования стран, являющихся возможными потребителями данного изделия. Отмечают также передовые страны в части производства изделий данного вида. В этом же разделе отражают патентно-правовые показатели.

В **четвертом** разделе по итогам анализа показателей качества и уровня качества оцениваемого изделия и при необходимости повышения уровня качества изделия по отдельным показателям качества указывают планируемые значения этих показателей и сроки их достижения. Этот раздел заполняют по данным, полученным при сертификации изделия и при разработке мероприятий по повышению уровня качества.

В **пятом** разделе отражают источники информации (стандарты, журналы, патентные описания, каталоги, обзоры, фирменные проспекты, отчеты о сравнительных испытаниях, данные об эксплуатации и т.д.). При этом указывают: порядковый номер источника; автора или авторов; обозначение, наименование и номер выпуска источника; место, издательство и год выпуска; номера страниц, на которые даются ссылки, или общее количество страниц в источнике. Наименование иностранных источников информации и фирм записываются, как правило, на языке оригинала.

В **шестом** разделе приводят сведения и численные данные, характеризующие общую оценку уровня качества изделия, а также обоснованные

предложения о целесообразности дальнейшего производства, модернизации изделия или снятия его с производства с указанием сроков выполнения предложений.

В случае, когда оцениваемое изделие уступает требуемому уровню и есть необходимость его модернизации, в заключении должно быть указано, в каком направлении необходимо вести работы, и предложены варианты совершенствования изделия.

Методика формирования вариантов совершенствования оцененного по техническому уровню изделия следующая:

1. Производят выборку тех показателей качества оцениваемого изделия, которые снижают значение итогового показателя технического уровня изделия.

2. Задается величина шага улучшения значений по каждому из выбранных показателей.

3. Последовательно изменяются значения разных показателей качества изделия на один, два и т. д. шагов.

4. Каждый вариант улучшения проверяется на соответствие мировому уровню. При этом:

– если соответствие мировому уровню данным вариантом достигается, то он фиксируется и значения его показателей больше не изменяются;

– если соответствие мировому уровню данным вариантом не достигается, то значения выбранных показателей качества последовательно задаются на их улучшение до тех пор, пока не будет получено численное соответствие их мировому уровню.

5. Формируются все возможные варианты совершенствования изделия до заданного уровня с минимальными улучшениями значений его показателей качества.

Процедура формирования вариантов совершенствования изделий осуществляется по специально разрабатываемой программе.

2. Методика выполнения и оформления работы

2.1. Собрать исходные данные об объекте исследования (продукции).

2.2. Произвести оценку качества продукции.

2.3. Подготовить документ о результатах оценки уровня качества продукции.

Вопросы для самоподготовки

1. Что такое уровень качества продукции?

2. Каковы требования к структуре документа о результатах оценки уровня качества продукции?

3. В чем заключается методика формирования вариантов совершенствования оцененного по техническому уровню изделия?

Практическое занятие № 10

ОБЩИЕ ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ РАБОТЫ ПО КАЧЕСТВУ

Цель занятия: ознакомиться с методами обеспечения, стимулирования и контроля качества продукции (услуг).

1. Основные сведения

Качество зависит от многочисленных и разнообразных факторов технического, экономического, социально-психологического характера. Фирмы, ведущие целенаправленную, продуманную политику повышения качества своей продукции и услуг, используют для достижения поставленных целей большой арсенал методов, инструментов и средств. Условно они могут быть сгруппированы в три блока:

- 1) методы обеспечения качества;
- 2) методы стимулирования;
- 3) методы контроля.

К методам обеспечения качества относятся прежде всего инженерно-математические методы, используемые для анализа и регулирования процессов на всех стадиях жизненного цикла продукции (разработка, изготовление, испытания, эксплуатация и т.д.), а также для отработки характеристик (планирование эксперимента, обеспечение надежности, анализ отказов).

К методам стимулирования относятся как обычные методы мотивации, так и специально разработанные для улучшения качества (проводимые в странах и во всемирном масштабе кампании качества, национальные премии по качеству и т.д.).

К методам контроля относятся методы оценки качества продукции, например через анализ экономических показателей, через проверку документации как на продукцию, так и на систему качества. И, наконец, контроль качества самой продукции.

Отдельные методы одновременно относятся к разным блокам. Так, статистические методы являются одновременно и методами контроля, и методами обеспечения качества.

Такой метод работы, как кружки качества, одновременно позволяет решать какие-то проблемы качества и является великолепным средством стимулирования творческой активности всех сотрудников фирмы. А получившие широкое распространение в последние годы методы самоконтроля и самооценки могут быть отнесены с равным основанием ко всем трем блокам.

В качестве примера рассмотрим кратко некоторые из методов.

Кружки качества. Анализ показывает, что выпуск недоброкачественной продукции нередко происходит из-за недостаточной квалификации

рабочих, отсутствия необходимого социально-психологического климата в бригадах, участках и цехах, слабого использования всех рычагов повышения активности трудящихся.

Кружки качества призваны решать одновременно две задачи:

- массовое обучение работников предприятия конкретным методам и приемам повышения качества продукции;
- использование творческих способностей людей для решения проблем производства.

Зарубежный опыт показывает, что для успешной работы кружков качества нужна система обеспечивающих мероприятий, включающая:

1) поддержку первого руководителя. Ему отводится особая роль в организации всей деятельности по обеспечению качества продукции на предприятии. Без внимания директора к кружкам качества невозможно их успешное функционирование, наступает спад активности;

2) инженерное обеспечение: создание производственных условий, помощь в выборе тематики, обучение приемам работы, поиск решений; активная работа «штабов кружков качества», координационных советов по всем уровням управления на фирме;

3) систему сбора, рассмотрения и внедрения предложений кружков, контроль за этим процессом со стороны администрации;

4) систему обмена передовым опытом как внутри предприятия, так и в региональном, отраслевом и общенациональном масштабе;

5) систему поощрений (и не только материальных): призы лучшим кружкам и т.п.

Необходимо стремиться к неформальному объединению людей с психологической совместимостью с учетом возраста, интересов, квалификации.

Наилучшие результаты достигаются тогда, когда в кружок качества входит от 5 до 15 человек, работающих на одном производственном участке и связанных одним технологическим циклом.

Для управления кружком из числа его участников избирается руководитель. Это преимущественно неформальный лидер, хотя и не исключен вариант, когда руководителем кружка становится старший по производственным обязанностям (бригадир или мастер).

Кроме того, должен быть назначен куратор кружка от администрации, который поддерживает и организационно обеспечивает его работу, помогает руководителю в управлении, сборе необходимой информации, подготовке предложений и отчетов.

Процесс обучения имеет особое значение для успешной деятельности кружков качества. Отдача от этих творческих объединений может быть получена не сразу после их создания. Объективно требуется совершенно определенный и довольно продолжительный (не менее 3 месяцев) период, прежде чем заработает творческая лаборатория единомышленников.

Наличие кружков качества на всех уровнях управления и во всех подразделениях предприятия создает условия саморегулирования процесса их работы и контроля исполнения.

Наиболее полный цикл работы кружка качества приведен на рис.10.1.

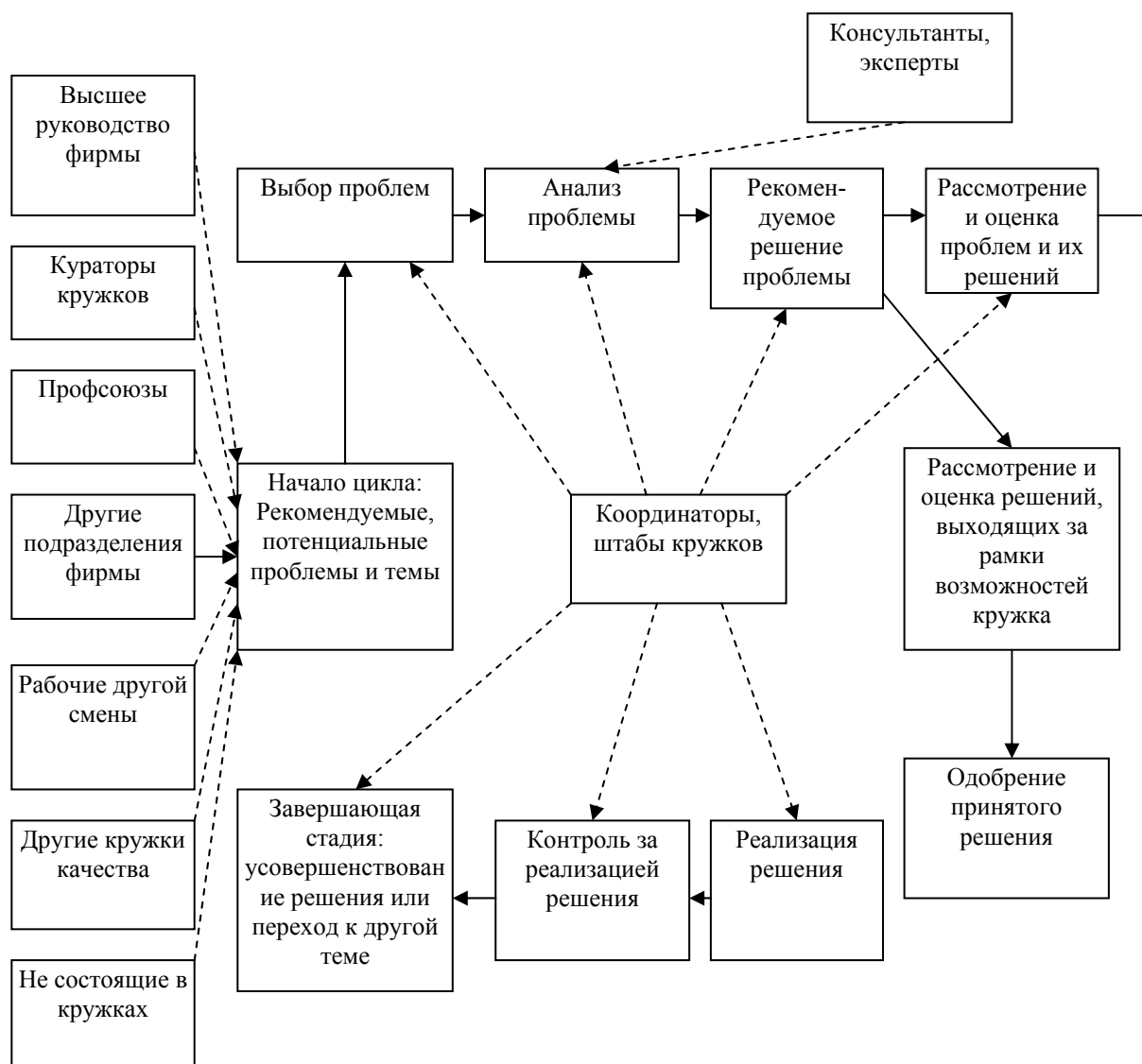


Рис. 10.1. Цикл работы кружка качества

Метод самоконтроля. Обычный контроль качества имеет следующие негативные последствия:

- не повышает качества, а предназначен лишь для отделения плохого от хорошего;
- не способствует повышению ценности продукции, однако повышает расходы;
- нужен только там, где процессы освоены ненадежно (исключение – проверка безопасности изделий);

– не обеспечивает совершенствования изделий, процессов и методов работы.

Переход на принципы всеобщего управления качеством позволяет по-другому построить производственные взаимоотношения. Основным правилом работы становится постоянное удовлетворение всех требований потребителя за счет совершенствования своей деятельности. При этом под потребителем понимаются покупатели внутри страны и покупатели за рубежом, дилеры, а также все смежные подразделения и исполнители внутри производства собственной фирмы, т.е. реализуется принцип японских специалистов по качеству: «исполнитель последующей технологической операции – твой потребитель».

Улучшение собственной работы обеспечивается за счет правильного, грамотного руководства, с одной стороны, и сознательного поведения каждого работника фирмы, его добросовестного отношения к делу, с другой.

2. Методика выполнения и оформления работы

2.1. Выбрать предприятие-изготовитель.

2.2. Произвести анализ выпускаемой продукции.

2.3. Осуществить анализ существующих методов обеспечения и контроля качества продукции.

2.4. Разработать рекомендации по обеспечению качества выпускаемой продукции.

Вопросы для самоподготовки

1. Какова основная задача кружков качества?

2. Что относится к методам обеспечения качества?

3. Что такое методы контроля качества?

4. Что Вы понимаете под методами стимулирования?

Практическое занятие № 11

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТ В ОБЛАСТИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Цель занятия: получить необходимые знания и сформировать навыки оценки эффективности систем менеджмента качества.

1. Основные сведения

Одним из эффективных инструментов повышения конкурентоспособности продукции является создание системы менеджмента качества на предприятии. В этих условиях особое внимание уделяется оценке эффективности процессов и всей системы в целом.

Упрощенно любую систему менеджмента качества можно представить в виде четырех составляющих: процессы, организация, документы и ресурсы. Каждая их четырех категорий может оцениваться собственными критериями.

1. Процессы:

– привлечение квалифицированных специалистов: специалист должен быть квалифицированным и должен быть в состоянии исследовать и анализировать собранную информацию, так же, как и предлагать способы улучшения качества и безопасности продукции;

– приобретение нового измерительного оборудования: оборудование для измерений необходимо для обеспечения свидетельства соответствия продукции установленным требованиям. Приобретение необходимого количества высококачественных приборов, сделанных с учетом новейших научных достижений, дает гарантию достоверности информации, получаемой с помощью этого измерительного оборудования;

– постоянный состав персонала: стабильность состава персонала является существенной предпосылкой роста производительности труда и эффективности производства. Для эффективного функционирования предприятия необходимо сформировать сильную команду, которая способна поддерживать его высокий профессиональный авторитет. Реализация всех возможностей, заложенных в новых методах управления, зависит от конкретных людей, их знаний, компетентности, квалификации, дисциплины, мотивации, способности решать проблемы, восприимчивости к обучению;

– возможность травматизма: создание безопасных условий труда на предприятии является немаловажным фактором. Грамотная организация автоматизации процессов и организации труда, наличие при необходимости ограждений, защищающих рабочих от опасных производственных факторов, хорошее освещение, проведение хорошо организованных

инструктажей рабочих и их обучение безопасным методам работы, выполнение всех санитарных норм уменьшают процент травматизма на производстве. Выполнение норм технологического режима является обязательным для обслуживающего персонала, так как это обеспечивает не только надлежащее качество готовой продукции, но и сохранность оборудования и безопасность работы;

– состояние производственного оборудования: поддержание рабочих процессов в рамках спецификаций и на заданном уровне качества требует обеспечения функциональности производственного оборудования на высшем уровне. Такое оборудование должно способствовать безопасности работающих при монтаже (демонтаже), вводе в эксплуатацию объектов как в случае автономного использования, так и в составе технологических комплексов при соблюдении требований (условий, правил), предусмотренных эксплуатационной документацией.

2. Организация :

– повышение компетентности персонала: компетентность – способность специалиста решать определенный класс профессиональных задач. Персонал, который выполняет работу, влияющую на качество продукции, должен быть компетентен на основе соответствующего образования, подготовки, навыков и опыта. Способность специалиста выполнять профессиональные обязанности определяется физическим и моральным состоянием, профессиональным обучением, получаемым в организации и потенциалом, которым он располагает. Таким образом, профессиональная компетентность персонала – это совокупность профессиональных знаний, умений, навыков, приобретаемых в процессе трудовой деятельности и способствующих выполнению функциональных обязанностей с высокой продуктивностью. Процесс ее развития и совершенствования понимается как целенаправленная деятельность сотрудника по приобретению определенных компетенций в соответствии с современными условиями труда и предъявляемыми профессиональными требованиями. Мотивация и влияющая на нее развитие профессиональная компетентность персонала к достижениям результатов служат связующим звеном, объединяющим все уровни мотивации в единую систему, способную обеспечить привлечение и удержание талантливых работников, а также рациональное использование их личностного и группового потенциала;

– вовлечение персонала в создание системы: сущность принципа «вовлечение персонала» в системах менеджмента качества состоит в том, что работники всех уровней составляют основу организации, и их полное вовлечение в СМК дает возможность организации с выгодой использовать их способности. К основным направлениям работы организации, необходимым для вовлечения персонала и, соответственно, высокой результа-

тивности СМК и аналогичных ей систем менеджмента различных объектов (экологии, социальной ответственности и т.п.) относятся:

- организация процессов информирования и обмена информацией;
- обучение персонала и поддержание компетентности;
- создание благоприятных условий для выполнения должностных обязанностей персонала, включая владельцев процессов;
- разработка механизмов мотивации и стимулирования как для рядовых сотрудников, так и для владельцев процессов, адекватных размерам и структуре предприятия, уровню развития предприятия, характеристикам внешней среды и т.д.;

– повышение эффективности за счет устранения лишних функций и брака: главной задачей внедрения СМК является недопустимость ошибок в работе, которые могли бы привести к появлению брака или плохому качеству продукции. Для этого необходимо разработать инструкцию по выполнению правильных действий и контролировать их. Устранение лишних функций и снижение доли некачественной продукции являются важными факторами для развития предприятия;

– улучшение отношений потребителя с поставщиком (количество реклам или увеличение объема продаж): предприятие, стремящееся к увеличению объемов продаж и доходов, должно уделять достаточное количество времени и ресурсов поиску и привлечению новых потребителей. Вместе с тем необходимо удерживать имеющихся потребителей с помощью создания условий, препятствующих обращению к другим поставщикам, и полного удовлетворения потребителя. Разрабатывая рекламные сообщения и распространяя их среди потенциальных клиентов, предприятие расширяет круг своих потребителей;

– возможность сертификации: основной целью сертификации является независимое авторитетное подтверждение соответствия действующей на предприятии системы менеджмента качества требованиям международного стандарта на системы качества. Преимуществами сертификации являются улучшение имиджа, повышение репутации, возможность участия в тендерах на получение заказа, удовлетворение требований потребителей о наличии сертифицированной системы качества, снижение уровня брака, повышение конкурентоспособности и др.

3. Д о к у м е н т ы :

– актуальность (соответствие современным требованиям законодательства и НД): документация системы менеджмента качества является основным элементом ее функционирования системы. Характер документации должен отвечать требованиям, которые установлены в законодательных и нормативных актах, потребностям и ожиданиям потребителей и других заинтересованных сторон;

– полнота документации: при подготовке к разработке документации следует определить полный перечень документированных процедур, требуемых для функционирования системы менеджмента.

4. Р е с у р с ы :

– денежные ресурсы;

– инфраструктура: организация должна определить, обеспечить и поддерживать в рабочем состоянии инфраструктуру, необходимую для достижения соответствия продукции требованиям. Инфраструктура включает (насколько это применимо):

а) строения, сооружения, рабочее пространство и связанные с ними устройства;

б) технологическую оснастку (включая как оборудование, так и программное обеспечение);

в) подразделения обслуживания и поддержки (такие, как, например, транспорт или коммуникации);

– рабочая среда: организация должна определить рабочую среду, необходимую для достижения соответствия продукции требованиям, и управлять ей;

– персонал.

Организация должна:

а) определить требования к компетентности персонала, выполняющего работу, влияющую на качество;

б) обеспечивать подготовку персонала или предпринимать другие действия с целью удовлетворения этих требований;

в) оценивать результативность предпринятых действий;

г) гарантировать, что персонал осведомлен о значимости и важности их деятельности и о том, какой вклад они вносят в достижение целей в области качества;

д) вести соответствующие записи об образовании, подготовке, навыках и опыте персонала.

Ресурсы необходимы для достижения непрерывного совершенствования производства и удовлетворения потребителей.

Пример 1. Разработаем методику оценки эффективности системы менеджмента безопасности. В табл. 11.1 представлены основные критерии оценки.

Таблица 11.1

Количественные оценки критериев системы менеджмента безопасности

Наименование критерия	Состояние	Количественная оценка	Установленная оценка
1	2	3	4
Процесс			
Привлечение квалифицированных специалистов	Свыше 60 %	1	0,8
	От 30 % до 60 %	0,8	
	От 5 % до 30 %	0,3	
	менее 5 %	0	
Приобретение нового измерительного оборудования	Не менее 30 % от фонда	1	0,5
	От 15 % до 30 % фонда	0,5	
	Менее 15 % от фонда	0	
Постоянный состав персонала	Более 85 %	1	0,7
	От 70 до 85 %	0,7	
	От 35 до 70 %	0,3	
	Менее 35 %	0	
Возможность травматизма	Возможность производственного травматизма	1	1
	Отсутствие травматизма	0	
Состояние производственного оборудования	Удовлетворительное состояние	1	1
	Неудовлетворительное состояние	0	
Организация			
Повышение компетентности персонала	Повышение квалификации вне организации	1	0,5
	Повышение квалификации по месту работы	0,5	
	Отсутствие курсов по повышению компетентности	0	
Участие персонала в создании и функционировании системы	Свыше 70 % от общей численности персонала	1	0,8
	От 50 % до 70 % от общей численности персонала	0,8	
	Не более 50 % от общей численности персонала	0	
Повышение эффективности за счет оптимизации процессов и снижения уровня брака	Свыше 80 %	1	0,6
	От 50 % до 80 %	0,6	
	Не более 50 %	0	
Улучшение отношений потребителя и поставщика	Установление доверительных отношений с потребителями	1	1
	Удовлетворение потребностей покупателей	0,5	

Окончание табл. 11.1

1	2	3	4
	Не доверительное отношение потребителя к поставщику	0	
Возможность сертификации	Возможно	1	1
	Невозможно	0	
Документы			
Актуальность (соответствие современным требованиям законодательства и НД)	Соответствие требованиям международных стандартов	1	1
	Соответствие требованиям национальных стандартов	0	
Полнота	Полная база документации	1	1
	Неполная база документации	0	
Ресурсы			
Денежные ресурсы	Наличие свободных финансовых ресурсов	1	1
	Отсутствие свободных финансовых ресурсов	0	
Персонал	Необходимое количество рабочих	1	1
	Нехватка рабочих кадров	0	
Инфраструктура	Развитая	1	0,5
	Слабо развитая	0,5	
	Неразвитая	0	
Рабочая среда	Благоприятная	1	1
	Неблагоприятная	0	

Следующим этапом работы является экспертная оценка данных критериев по степени значимости. Для этого создается экспертная комиссия, состоящая из 6 человек, далее проводится сбор мнений специалистов путем анкетного опроса, и составляется матрица рангов, приведенная в табл. 11.2.

Таблица 11.2

Матрица рангов

№ критерия	Эксперты						Сумма рангов	Отклонение от среднего значения, Δ	Квадрат отклонения, Δ^2
	1	2	3	4	5	6			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	9	10	10	9	9	9	56	5	25
2	8	8	7	8	8	8	47	-4	16
3	2	2	2	2	1	1	10	-41	1681
4	5	6	4	6	5	5	31	-20	400
5	7	7	8	7	6	7	42	-9	81
6	11	12	11	11	11	12	68	17	289

Окончание табл. 11.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	1	1	1	1	2	2	8	-43	1849
8	12	11	12	13	12	11	71	20	400
9	14	14	16	14	14	14	86	35	1225
10	16	15	14	16	15	15	91	40	1600
11	15	16	15	15	16	16	93	42	1764
12	13	13	13	12	13	13	77	26	676
13	3	4	3	4	3	3	20	-31	961
14	6	5	6	5	7	6	35	-16	256
15	10	9	9	10	10	10	58	7	49
16	4	3	5	3	4	4	23	-28	784
							816		S=12056

Находим среднее арифметическое рангов:

$$P_{\text{ср}} = 816/16 = 51.$$

Коэффициент конкордации вычисляется по формуле

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

где S – сумма квадратов отклонений рангов каждого объекта от среднего арифметического;

n – число экспертов;

m – количество критерий.

$W=0,98$, следовательно, степень согласованности можно принять вполне удовлетворительной.

Далее рассчитываем коэффициенты весомости по формуле

$$M_j = \frac{\sum_{i=1}^n M_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{ij}},$$

где n – количество экспертов;

m – число коэффициентов весомости;

M_{ij} – коэффициент весомости j -го объекта, данный i -м экспертом.

Результаты расчета коэффициентов весомости приведены ниже.

$$M_1 = \frac{56}{816} = 0,069; M_2 = \frac{47}{816} = 0,058; M_3 = \frac{10}{816} = 0,012; M_4 = \frac{31}{816} = 0,038;$$

$$M_5 = \frac{42}{816} = 0,051; M_6 = \frac{68}{816} = 0,083; M_7 = \frac{8}{816} = 0,01; M_8 = \frac{71}{816} = 0,087;$$

$$M_9 = \frac{86}{816} = 0,105; M_{10} = \frac{91}{816} = 0,112; M_{11} = \frac{93}{816} = 0,114; M_{12} = \frac{77}{816} = 0,094;$$

$$M_{13} = \frac{20}{816} = 0,025; M_{14} = \frac{35}{816} = 0,043; M_{15} = \frac{58}{816} = 0,071; M_{16} = \frac{23}{816} = 0,028.$$

Проверяется условие $\sum_{i=1}^{16} M_i = 1$.

Необходимо установить при каком условии внедрение системы менеджмента качества будет эффективным.

$$Q_{\text{вн}} < Q_{\text{уст}},$$

$$Q_{\text{вн}} = \sum_{i=1}^{16} M_i \cdot k_{\text{вн}},$$

$$Q_{\text{уст}} = \sum_{i=1}^{16} M_i \cdot k_{\text{уст}},$$

где M_i – коэффициент весомости;

$k_{\text{вн}}, k_{\text{уст}}$ – оценка внедрения и установленная оценка соответственно.

$$Q_{\text{уст}} = M_1 \cdot k_1 + M_2 \cdot k_2 + \dots + M_{16} \cdot k_{16},$$

$$Q_{\text{уст}} = 0,84.$$

Разработанная методика может быть использована при внедрении системы менеджмента безопасности продукции.

Целями анализа эффективности функционирования системы качества являются:

- подготовка обоснований информации о функционировании системы качества для руководства организации;
- определение показателей качества производимых работ, выявление наиболее часто повторяющихся дефектов и определение причин их возникновения.

При определении эффективности функционирования системы качества учитываются показатели, отражающие результаты деятельности организации, экономическую эффективность и социальный эффект.

На рис. 11.1 представлен алгоритм оценки эффективности внедряемой системы безопасности.

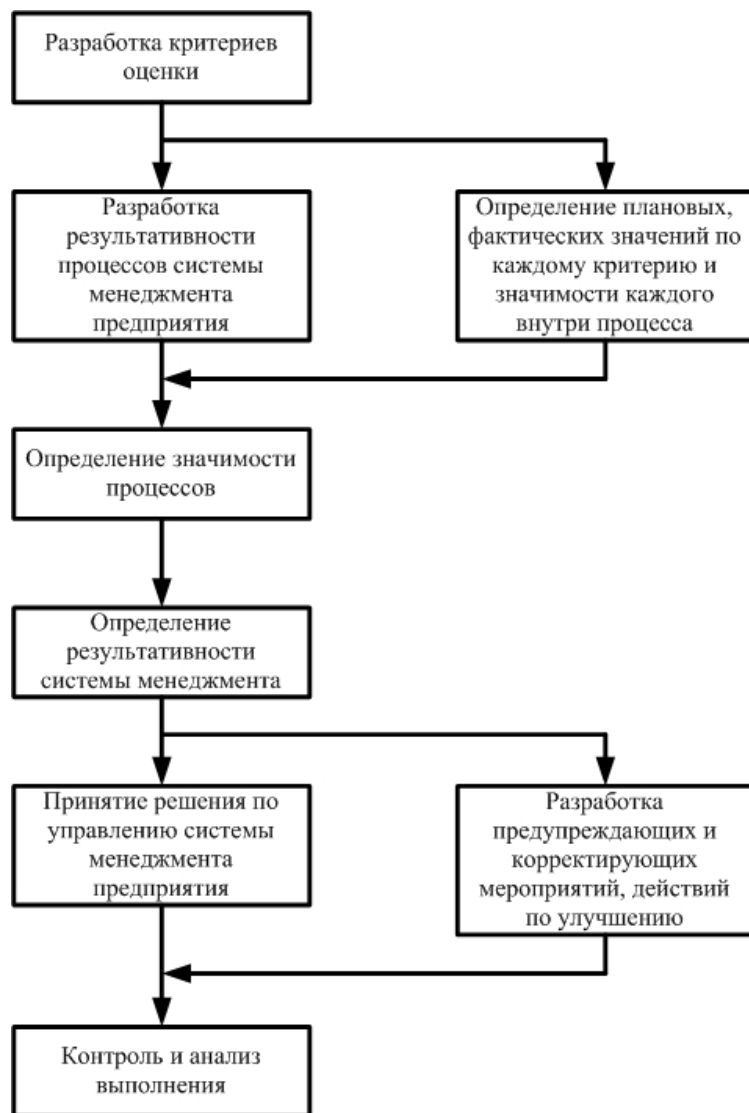


Рис. 11.1. Алгоритм оценки эффективности внедряемой системы безопасности

Рассмотрим некоторые инструменты (методы) оценки результативности СМК

1. Внутренний аудит СМК. Аудиты используются для оценивания результативности системы менеджмента качества и определения возможностей для ее улучшения. Результативность также является общей целью всех видов аудита. Определяя степень результативности, аудитор выясняет, даёт ли система организации возможность достижения своих целей, а также удовлетворения нужд и ожиданий заинтересованных сторон.

2. Оценка затрат на качество – затраты на обеспечение и гарантию качества, а также на понесенные потери вследствие несоответствия качества. Оценка затрат на качество проводится для получения экономической информации при принятии высшим руководством решений в области качества. Основной задачей является расчёт конкретных показателей, с помощью которых можно было бы реально оценить функционирование процессов на предприятии.

Свидетельством неэффективности СМК организаций является поставка на рынок (потребителям) некачественной продукции, включая и услуги.

Данный инструмент позволяет выделить и оценить в денежном эквиваленте долю затрат на качество в общих затратах организации и, таким образом, определить приоритеты для улучшений.

Трудности исходят из следующих требований – необходимы создание системы сбора и анализа информации (здесь важным аспектом является работа с персоналом) и объективное технико-экономическое обоснование.

3. Оценка удовлетворенности потребителей. Удовлетворенность потребителей – восприятие потребителями степени выполнения их требований. Способы оценки удовлетворенности потребителей – всевозможные устные, письменные, электронные опросы потребителей. Это даёт возможность собрать информацию о пожеланиях и предпочтениях потребителей и на её основе улучшать качество продукции и процессов организации. Оценка удовлетворённости требует постоянной работы с потребителями, их идентификации, опроса достаточного числа людей, приобретения навыков обработки и представления информации.

4. Самооценка систем менеджмента качества. Самооценка организации представляет собой всесторонний и систематический анализ деятельности организации и результатов. Позволяет сравнивать достигнутые результаты с эталоном или показателями других организаций, определять области для улучшения, а также прослеживать динамику улучшений при проведении повторной самооценки.

Самооценка – это кропотливая работа, требующая высокой квалификации сотрудников, проводящих её, и вовлечения большого количества сотрудников организации.

Процесс оценки результативности СМК состоит из следующих основных этапов:

- разработка критериев оценки: критерии должны отражать в полном объёме деятельность каждого процесса, быть понятными для использования, и для их определения не должны привлекаться значительные дополнительные ресурсы;

- оценка результативности процессов СМК предприятия: предполагается определение плановых, фактических значений по каждому критерию и значимости каждого критерия внутри процесса. Для каждого критерия в начале отчётного периода определяются плановые значения. Фактические значения устанавливаются в конце периода по результатам внутреннего аудита, мониторинга процесса, информации об удовлетворённости заинтересованных сторон, т.е. на основе применения рассмотренных выше инструментов (одного или их совокупности);

- определение значимости процессов: задание весовых коэффициентов (значимость каждого процесса) несет субъективный характер, поэтому все

весовые коэффициенты, используемые для средневзвешенных оценок, устанавливаются методом экспертных оценок группой специалистов (экспертов), обладающих необходимой компетенцией;

- определение результативности СМК: после определения показателей результативности и весовых коэффициентов процесса СМК рассчитывается результативность СМК;

- принятие решения по управлению СМК предприятия: последний этап оценки результативности СМК состоит в разработке предупреждающих и корректирующих мероприятий, действий по улучшению СМК с последующим контролем и анализом выполнения.

Вывод о том, результативна СМК или нерезультативна, – это некоторая обобщённая оценка результативности СМК. Обеспечив заданную предприятием степень достижения (реализации), причём необязательно стопроцентную, а, например, тридцатипроцентную, предприятие может утверждать, что требования к результативности процессов и к результативности СМК выполнены.

Итоговые результаты оценки результативности СМК могут быть представлены предприятием в орган по сертификации систем менеджмента качества в составе исходных материалов, направляемых вместе с заявкой на сертификацию или инспекционный контроль СМК.

2. Методика выполнения и оформления работы

2.1. Выбрать предприятие (организацию).

2.2. Произвести анализ существующей системы менеджмента качества.

2.3. Определить критерии оценки эффективности СМК и их пороговые уровни для конкретного предприятия (организации).

2.4. Провести экспертную оценку исходных данных.

2.5. Разработать рекомендации по выбору инструмента оценки эффективности СМК.

Вопросы для самоподготовки

1. Цели и задачи внедрения систем менеджмента качества на предприятиях.

2. Основные составляющие систем менеджмента качества.

3. Эффективность СМК и способы ее оценки.

4. Экспертные методы в оценке эффективности СМК.

5. Что Вы понимаете под методами стимулирования?

Практическое занятие № 12

ПРОЦЕСС ПЛАНИРОВАНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА (ВЫПОЛНЕНИЕ ПЛАНОВЫХ РАБОТ ПО КАЧЕСТВУ)

Цель занятия: сформировать навыки воздействия на систему менеджмента качества предприятий с позиций обеспечения качества, управления качеством и улучшения качества.

1. Основные сведения

Система менеджмента качества создаётся и внедряется на предприятии как средство, обеспечивающее проведение определённой политики и достижение поставленных целей в области качества (рис. 12.1). Таким образом, первичным является формирование и документальное оформление руководством предприятия политики в области качества.

Система разрабатывается с учётом конкретной деятельности предприятия. Необходимо отметить, что система, отвечающая требованиям международных стандартов ИСО серии 9000 призвана обеспечить качество конкретной продукции, и поэтому на одном и том же предприятии, выпускающем различные виды продукции, система качества предприятия может включать подсистемы качества по определённым видам продукции.

Система качества должна охватывать все стадии жизненного цикла продукции:

- маркетинг, поиск и изучение рынка;
- проектирование и (или) разработку технических требований, разработку продукции;
- материально-техническое снабжение;
- подготовку и разработку производственных процессов;
- производство;
- контроль, проведение испытаний и обследований;
- упаковку и хранение;
- реализацию и распределение продукции;
- монтаж и эксплуатацию;
- техническую помощь и обслуживание;
- утилизацию после использования.

По характеру воздействия на этапы петли качества в системе качества могут быть выделены три направления: обеспечение качества, управление качеством, улучшение качества (см. рис. 12.1).



Рис. 12.1. Модель системы качества

Обеспечение качества продукции представляет собой совокупность планируемых и систематически проводимых мероприятий, создающих необходимые условия для выполнения каждого этапа петли качества таким образом, чтобы продукция удовлетворяла требованиям по качеству (рис. 12.2).

Если (для лучшего понимания роли обеспечения качества в общей системе качества) провести аналогию с техническим изделием, то это означало бы, что обеспечивается проектирование и изготовление технического изделия таким образом, чтобы все его детали и изделие в целом изначально могли бы выполнять заданные функции. При этом уже в процессе функционирования изделия вследствие износа деталей или других явлений

могут происходить отклонения от заданных условий. Однако действия, связанные с отклонениями, выходят за рамки обеспечения качества.

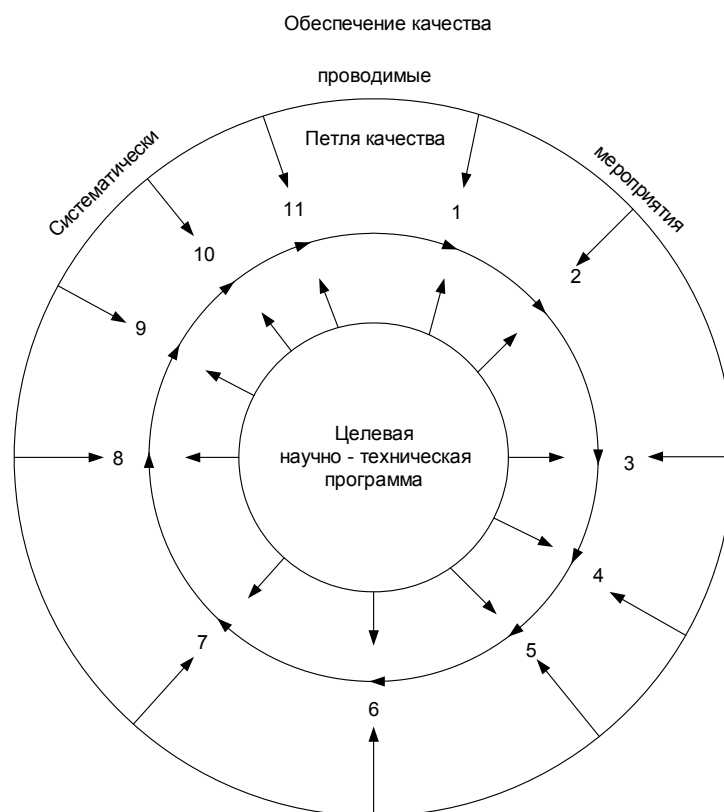


Рис. 12.2. Система качества и петля качества

Для обеспечения планируемых мероприятий обеспечения качества целесообразно формировать целевые научно-технические программы повышения качества продукции.

Программа разрабатывается на конкретную продукцию и должна содержать задания по техническому уровню и качеству создаваемой продукции, требования к ресурсному обеспечению всех этапов петли качества (например, требования к оборудованию, сырью, материалам, комплектующим изделиям, метрологическим средствам, необходимым для производства изделия нужного качества, производственному персоналу и т.д.), а также мероприятия на всех этапах петли качества, обеспечивающие реализацию этих требований.

Порядок, правила и методы выполнения мероприятий программы могут быть определены документами системы обеспечения качества.

К систематически проводимым мероприятиям обеспечения качества относятся те работы и процедуры, которые выполняются предприятием постоянно или с определённой периодичностью. К ним, например, могут относиться работы по изучению рынка, постоянному обучению персонала и т.д.

Особое место среди этих мероприятий занимают мероприятия, связанные с предупреждением различных отклонений. В соответствии с

идеологией стандартов ИСО серии 9000 система качества должна функционировать таким образом, чтобы обеспечить уверенность в том, что проблемы предупреждаются, а не выявляются после возникновения.

Мероприятиями по предупреждению несоответствий могут быть принудительная замена технологической оснастки и инструмента, планово-предупредительный ремонт оборудования, техническое обслуживание, обеспечение необходимой документацией всех рабочих мест и своевременное изъятие устаревшей документации и т.д.

Управление качеством представляет собой методы и деятельность оперативного характера. К ним относят управление процессами, выявление различного рода несоответствий в продукции, производстве или в системе качества и устранение этих несоответствий, а также вызвавших их причин.

Примером управления процессом может служить статистическое регулирование технологического процесса с помощью контрольных карт. Этот метод позволяет предупреждать появление дефектов или отклонений и поэтому является предпочтительным перед методами, связанными с управлением качеством по уже случившимся отклонениям.

В методологии систем меры по выявлению и устранению отклонений и их причин известны как «замкнутый управленческий цикл», который включает контроль, учёт, анализ (оценку), принятие и реализацию решения.

Решения могут приниматься по результатам текущей информации, получаемой при контроле, учёте и анализе, а также по результатам обработки и анализа накапливаемой информации (рис. 12.3).

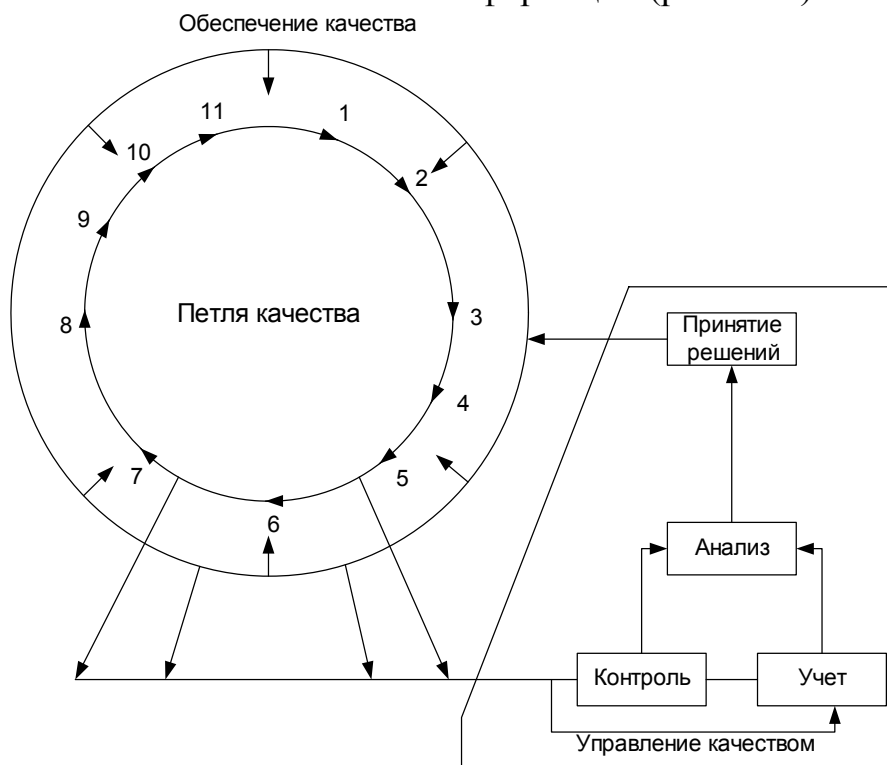


Рис. 12.3. Анализ информации в системе качества

При проектировании систем качества управление качеством должно предусматриваться как необходимый принцип по отношению ко всем элементам (процессам) системы качества на всех этапах петли качества.

Улучшение качества представляет собой постоянную деятельность, направленную на повышение технического уровня продукции, качества её изготовления, совершенствование процессов производства и системы качества.

Объектом процесса улучшения качества может стать любой процесс производства или системы качества. Данное направление деятельности связано с решением задачи получения результатов, лучших по отношению к первоначально установленным нормам.

Идеология постоянного улучшения качества вытекает из тенденции повышения конкурентоспособности продукции. В связи с этим целью постоянного улучшения качества является либо улучшение параметров продукции, либо повышение стабильности качества изготовления, либо снижение издержек.

Развитие деятельности по улучшению качества требует специальной организации. Характерной организационной формой работ по улучшению качества являются группы качества (за рубежом – кружки качества). Однако эта форма не является единственной. К ним можно отнести и организацию рационализаторской деятельности, и создание временных творческих коллективов (при этом в практике многих зарубежных фирм для решения определённых задач в такие коллективы входят и руководители фирм) для решения задач улучшения качества и т.д.

Постоянное улучшение качества может стать частью общей политики предприятия в области качества.

Соотношение трёх направлений деятельности в системе качества: обеспечение качества, управление качеством и улучшение качества – можно проиллюстрировать на примере результатов, полученных одной из фирм, применяющих все три метода (рис. 12.4).

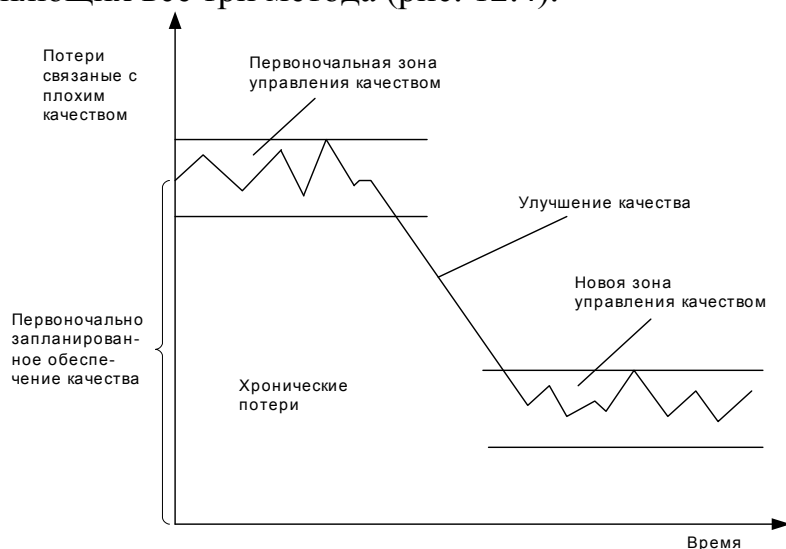


Рис. 12.4. Система качества и непрерывные улучшения

2. Методика выполнения и оформления работы

1. Выбрать действующую систему менеджмента качества на предприятии (организации).

2. Разработать мероприятия, направленные на обеспечение качества продукции. В рамках планируемых мероприятий обеспечения качества сформировать целевые научно-технические программы повышения качества продукции.

3. В рамках обеспечения качества продукции разработать и предложить систематически проводимые мероприятия, которые должны выполняться предприятием постоянно или с определённой периодичностью.

4. На основе анализа деятельности системы менеджмента качества выбранного предприятия, дать характеристику эффективности действий, направленных на управление качеством продукции. Охарактеризовать положительные и отрицательные результаты этой деятельности.

5. Разработать комплекс мероприятий (по выбору обучающегося), направленных на управление процессами, выявление различного рода несоответствий в продукции, в производстве или в системе качества и устранение этих несоответствий, а также вызвавших их причин.

6. Разработать мероприятия (по выбору обучающегося), направленные на повышение технического уровня продукции, качества её изготовления, совершенствование процессов производства и системы качества.

Вопросы для самоподготовки

1. Модель системы качества.
2. Охарактеризуйте стадии жизненного цикла продукции.
3. Что включает в себя обеспечение качества продукции?
4. Что представляет собой программа повышения качества продукции?
5. Предупреждающие и корректирующие мероприятия в рамках обеспечения качества продукции.
6. Управление качеством как метод (деятельность) оперативного характера.
7. Анализ информации в системе качества.
8. Идеология постоянного улучшения качества.
9. Система качества и непрерывные улучшения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Во всем цивилизованном мире качеству уделяется приоритетное внимание на всех уровнях управления. Необходимо глубокое освоение методов оценки и управления качеством продукции и всевозможных работ. Нужно осознание того, что повышение качества – это фундаментальная проблема, цель и основная задача практической экономики, в частности науки, производства и сферы потребления.

Проблема качества – это многогранная проблема. Многогранность и сложность проблемы обусловлена тем, что в ней есть социально-экономический, инженерно-технологический, экологический и другие аспекты. Создание и выпуск достаточно качественной продукции, а также научно-технический прогресс формируют у людей новые потребности с более высокими показателями. Потребности обычно опережают возможности их удовлетворения. Это относится и к качеству продукции, что предопределяет неисчерпаемость и неограниченность проблемы качества во времени.

Настоящее учебно-методическое пособие – это попытка рассмотреть основные и взаимосвязанные вопросы оценки и управления качеством продукции. Приведенные в пособии сведения позволяют сделать правильный выбор при выполнении поставленных задач.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Азгальдов, Г.Г. О квалиметрии [Текст] / Г.Г. Азгальдов, Э.П. Райхман, А. В. Гличев. – М.: Стандартиздат, 1973.
2. Азгальдов, Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров (основы квалиметрии) [Текст] / Г.Г. Азгальдов. – М.: Экономика, 1982. – 256 с.
3. Азгальдов, Г.Г. Теория и практика оценки качества товаров [Текст] / Г.Г. Азгальдов. – М.: Экономика, 1989. – 256 с.
4. Калейчик, М.М. Квалиметрия [Текст]: учебное пособие / М.М. Калейчик. – М.: МГИУ, 2003. – 200 с.
5. Логанина, В.И. Квалиметрия и управление качеством [Текст]: учебное пособие / В.И. Логанина, Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 304 с.
6. Логанина, В.И. Обеспечение качества и повышение конкурентоспособности строительной продукции [Текст]: монография / В.И. Логанина, Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 176 с.
7. Логанина, В.И. Принципы и методы обеспечения качества продукции [Текст]: учебное пособие / В.И. Логанина, Л.В. Макарова. – Пенза: ПГУАС, 2005. – 132 с.
8. Лунькова, С.В. Измерение качества (квалиметрия) текстильных материалов и товаров [Текст]: методические указания к лабораторным работам / С.В. Лунькова, А.Ю. Матрохин. – Иваново: ИГТА, 2004. – 40 с.
9. Мазур, И.И. Управление качеством [Текст]: учебное пособие / И.И. Мазур, В.Д. Шапиро. – М.: Высшая школа, 2003. – 339 с.
10. Макарова, Л.В. Измерение качества продукции и услуг [Текст]: учебное пособие / Л.В. Макарова, В.И. Логанина, И.С. Великанова. – Пенза: ПГУАС, 2009. – 72 с.
11. Макарова, Л.В. Экспертные методы в управлении качеством [Текст]: учебное пособие / Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов. – Пенза: ПГУАС, 2012. – 92 с.
12. Менеджмент качества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.kpms.ru/General_info/Just_in_Time.htm
13. Метод «Бенчмаркинг» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.inventech.ru/pub/methods/metod-0029/>
14. Михеева, Е.Н. Управление качеством [Текст]: учебник для вузов / Е. Н. Михеева, М. В. Сероштан. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Дашков и К, 2011. – 532 с.
15. Пономарев, С.В. Квалиметрия и управление качеством. Инструменты управления качеством [Текст]: учебное пособие / С.В. Пономарев, С.В. Мищенко, Б.И. Герасимов, А.В. Трофимов. – Тамбов: ТГТУ, 2005. – 80 с.

16. Рыжаков, В.В. Основы оценивания качества продукции [Текст]: учебное пособие / В.В. Рыжаков, В.Б. Моисеев, Л.Г. Пятирублевый. – Пенза: Изд-во Пенз. технол. института, 2001. – 271 с.
17. Субетто, А.И. Квалиметрия [Текст] / А.И. Субетто. – СПб.: Изд-во «Астерион», 2002. – 288 с.
18. Управление качеством продукции. Инструменты и методы менеджмента качества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biglibrary.ru/category38/book135/part36>
19. Управление качеством продукции. Инструменты и методы менеджмента качества [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biglibrary.ru/category38/book135/part34/>
20. Федюкин, В.К. Квалитология [Текст]: учебное пособие. Часть 1 / В.К. Федюкин. – СПб.: Изд-во СПбГИЭУ, 2002.
21. Федюкин, В.К. Основы квалиметрии [Текст] / В.К. Федюкин. – М.: Изд-во «ФИЛИНЪ», 2004.
22. Федюкин, В.К. Управление качеством производственных процессов [Текст] : учебное пособие / В.К. Федюкин. – М.: КНОРУС, 2013. – 232 с.
23. Федюкин, В.К.. Методы оценки и управления качеством продукции [Текст]: учебник / В.К. Федюкин, В.Д. Дурнев, В.Г. Лебедев. –2-е изд., перераб. и доп. – М.: Информационно-издательский дом «Филинъ», Рилант, 2001. – 328 с.
24. Фомин, В.Н. Квалиметрия. Управление качеством. Сертификация [Текст] / В.Н. Фомин / Ассоциация авторов и издателей «ТАНДЕМ». – М.: Изд-во «ЭКМОС», 2002.
25. Шишкин, И.Ф. Квалиметрия и управление качеством [Текст]: учебник / И.Ф. Шишкин, В.М. Станякин. – М.: Изд-во ВЗПИ, 1992. – 255 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	7
Практическое занятие № 1. КОНЦЕПЦИЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТА	8
Практическое занятие № 2. СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТОВ	12
Практическое занятие № 3. ПРОЦЕДУРА УСТАНОВЛЕНИЯ БАЗОВОГО ОБРАЗЦА	15
Практическое занятие № 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНЫХ (ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ) ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ В БЕЗРАЗМЕРНОЙ ФОРМЕ	20
Практическое занятие № 5. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТОВ.....	24
Практическое занятие № 6. ТОЧЕЧНЫЕ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ, ОСНОВАННЫЕ НА ПРОСТЫХ И КУМУЛЯТИВНЫХ ВЫБОРОЧНЫХ СРЕДНИХ	43
Практическое занятие № 7. ИНТЕРВАЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ.....	55
Практическое занятие № 8. ФОРМИРОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ И КАЧЕСТВА ОБЪЕКТА НА ВСЕХ СТАДИЯХ ЕГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА (ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ИЗГОТОВЛЕНИЕ, ХРАНЕНИЕ, ОБРАЩЕНИЕ, РЕАЛИЗАЦИЯ И ПОТРЕБЛЕНИЕ).....	65
Практическое занятие № 9. ПОДГОТОВКА И ОФОРМЛЕНИЕ ДОКУМЕНТА О РЕЗУЛЬТАТАХ ОЦЕНКИ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ИЗУЧАЕМОГО ОБЪЕКТА	71
Практическое занятие № 10. ОБЩИЕ ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ РАБОТЫ ПО КАЧЕСТВУ	74
Практическое занятие № 11. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТ В ОБЛАСТИ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ	78
Практическое занятие № 12. ПРОЦЕСС ПЛАНИРОВАНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА (ВЫПОЛНЕНИЕ ПЛАНОВЫХ РАБОТ ПО КАЧЕСТВУ).....	89
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	95
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	96

Учебное издание

Макарова Людмила Викторовна
Тарасов Роман Викторович

КВАЛИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Учебно-методическое пособие к практическим занятиям
по направлению подготовки 27.04.01 «Стандартизация и метрология»

Редактор М.А. Сухова
Верстка Н.А. Сазонова

Подписано в печать 6.04.16. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 5,8. Уч.-изд. л. 6,25. Тираж 80 экз.
Заказ № 242.

Издательство ПГУАС.
440028, г.Пенза, ул. Германа Титова, 28.